

# STAHL UND EISEN

## ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute

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 3

16. JANUAR 1941

61. JAHRGANG

### Zur Frage der Primärkristallisation des Stahles: Unterkühlbarkeit und Keimbildung im flüssigen Zustand.

Von Peter Bardenheuer und Richard Bleckmann in Düsseldorf.

[Bericht Nr. 377 des Stahlwerksausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute\*].

(Besprechung der Vorgänge bei der Kristallisation; Bedeutung des Unterkühlungsschaubildes nach G. Tammann. Ist eine Unterkühlung im Gußblock möglich? Messung der Unterkühlbarkeit unlegierten Stahles. Bestimmung der Fremdkeimwirkung technisch wichtiger Zusätze in flüssigem Stahl.)

Eine der Fragen, die den Stahlwerker immer wieder beschäftigen und über die trotz einer großen Zahl bereits bekannter Arbeiten immer neue Versuche durchgeführt werden, ist jene, wie das Auftreten verschiedener Kristallisationszonen im Stahlblock zu erklären ist und durch welche Maßnahmen die Ausbildung der Primärkristallite willkürlich beeinflußt werden kann. Die bisher veröffentlichten Arbeiten über dieses Gebiet<sup>1)</sup> lassen unschwer erkennen, daß z. B. der Einfluß der Gießtemperatur ziemlich eindeutig festgestellt ist, da er stark hervortritt; daneben bestehen aber Einflußgrößen, wie Schmelzföhrung, Gasgehalt, Desoxydation und andere mehr, die mit den heutigen Meßverfahren gar nicht oder nur ungenau erfaßt werden können. Das übliche Verfahren, den Einfluß einer Größe durch Gleichhalten der übrigen zu bestimmen, ist daher hier nur beschränkt durchführbar. Infolgedessen sind die verschiedensten Theorien zur Erklärung der unterschiedlichen Kristallitusbildung im Gußblock entstanden.

Vorliegende Arbeit beabsichtigt nicht, eine neue Theorie über die Primärkristallisation des Stahles aufzustellen; vielmehr sollten in ihr von den vielen Einflußgrößen zwei, die häufig für eine Deutung der Kristallisationsvorgänge herangezogen werden, herausgegriffen und nach einem bisher nicht geübten Verfahren kritisch untersucht werden: die Unterkühlbarkeit des flüssigen Stahles und die Wirkung verschiedener Zusätze als Kristallisationskeime.

#### 1. Die Unterkühlbarkeit des flüssigen Stahles.

Die Vermutungen über die Unterkühlbarkeit des Stahles und damit über sein spontanes Kristallisationsvermögen gehen bekanntlich stark auseinander. Im Schrifttum findet sich sowohl die Ansicht vertreten, daß Stahl nur ganz schwach unterkühlbar sei und die Kernzahl bereits bei Unterkühlungen bis zu wenigen Graden oder gar zehntel Graden ihren Höchstwert erreiche, als auch, daß Stahl sehr stark unterkühlbar sei, etwa in der Größenordnung von

100°; nach dieser Auffassung hänge seine Gießbarkeit von der Unterkühlbarkeit ab, so daß also ein rein erschmolzener, gut ausgefeinter Stahl im unterkühlten Zustand vergossen werden könne<sup>2)</sup>. Die verschiedene Ausbildung der Primärkristallite im Block wird in beiden Fällen auf den Grad der Unterkühlung in den verschiedenen Zonen und der damit beeinflussten Lage der Tammanschen KZ- und KG-Kurve zurückgeführt.

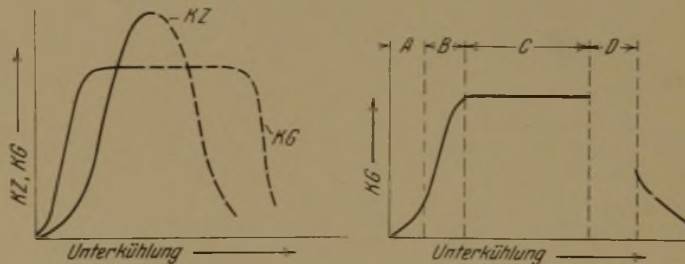


Bild 1 und 2. Unterkühlungsschaubilder nach G. Tammann.

Gerade diese bekannte Skizze (Bild 1) hat nun für die Blockkristallisation nicht jene Bedeutung, die man ihr häufig beimißt. Betrachtet man den Kurvenverlauf der Kristallisationsgeschwindigkeit, wie er in Bild 2 getrennt dargestellt ist, dann kommt man leicht zu dem Schluß, daß ein Wachstum von Kristallen nur bei Unterkühlung möglich sein könne, da ja bei Erstarrungstemperatur die Kristallisationsgeschwindigkeit gleich Null dargestellt ist. Dies trifft jedoch nicht zu; schon G. Tammann hat nämlich eindeutig klargestellt<sup>3)</sup>, daß die Skizze (Bild 2) keine spezifische Eigenschaft wiedergeben soll; sie zeigt lediglich an, daß die Kristallisation um so schneller fortschreitet, je schneller die beim Kristallisieren stets entstehende latente Wärme abgeführt wird und daß sie einen bestimmten Höchstwert (Gebiet C) nicht überschreiten kann. Daß bei den Tammanschen Versuchen diese Kristallisationswärme ausgerechnet durch die vorhergehende Unterkühlung aufgenommen wird, liegt in der gewählten Versuchsdurchführung und in den Eigen-

\* Auszug aus Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 21 (1939) S. 201/12. — Sonderdrucke des Berichts sind vom Verlag Stahlisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

<sup>1)</sup> Matuschka, B.: Arch. Eisenhüttenw. 6 (1932/33) S. 142 (Stahlw.-Aussch. 232) und Schrifttumsangaben daselbst.

<sup>2)</sup> Vgl. Siegel, H.: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 1218/25 u. 1493/95 (Stahlw.-Aussch. 342 u. Werkstoffaussch. 440).

<sup>3)</sup> Kristallisieren und Schmelzen. Leipzig 1903.

schaften der geprüften organischen Stoffe begründet. An der Skizze würde sich aber grundsätzlich nichts ändern, wenn auf der Abszisse anstatt „Unterkühlung“ „Abfuhr der Kristallisationswärme“ aufgetragen würde.

Betrachtet man das Tammannsche Unterkühlungsschaubild von diesem Gesichtspunkt aus, dann beantwortet sich die wichtige Frage, unter welchen Bedingungen überhaupt Unterkühlungen auftreten können, von selbst: Eine Schmelze kann nur unterkühlen, wenn sie nicht mit Kristallen desselben Stoffes in Berührung steht, da andernfalls bei Wärmeabfuhr die vorhandenen Kristalle auf Kosten der Schmelze weiterwachsen würden, so lange, bis die ganze Schmelze kristallisiert ist. Derselbe Fall tritt ein, wenn die Schmelze mit Körpern in Berührung steht, die als Kristallisationsanreger oder Keime wirken.

Daraus folgt zwangsläufig, daß üblicherweise in Gußblöcken eine Unterkühlung nicht auftreten kann, wenn man von der äußersten Randzone absieht<sup>4)</sup>. Denn es ist durch eine große Zahl von Versuchen einwandfrei festgestellt, daß sofort nach dem Berühren des flüssigen Metalles mit der kalten Kokillenwand eine wenn auch dünne Schicht des Metalles erstarrt. Das flüssige Metall ist also von einem sehr frühen Zeitpunkt an mit einer Schicht eigener Kristalle in inniger Berührung; bei Wärmeabfuhr nach außen kann es daher nicht unterkühlen, sondern die kristallisierte Schale muß mit jener Geschwindigkeit weiterwachsen, die der Wärmeabfuhr nach außen entspricht. Dabei ist allerdings vorausgesetzt, daß im Block die der Wärmeabfuhr entsprechende Kristallisationsgeschwindigkeit den spezifischen Höchstwert (Gebiet C in Bild 2) nicht erreicht. Den Beweis für die Richtigkeit dieser Voraussetzung ergeben die Messungen der Erstarrungsgeschwindigkeit (die ja dasselbe ist wie die Kristallisationsgeschwindigkeit) im Block (durch Kippen der Kokille in gewissen Zeiten nach dem Füllen) von B. Matuschka<sup>1)</sup>, da während des ganzen Erstarrungsverlaufes die anfangs im Blockrand erreichten hohen Werte der Kristallisationsgeschwindigkeit nicht wieder auftreten. (Vgl. Bild 8 und 9 der genannten Arbeit.)

Zwei Sonderfälle sind allerdings denkbar, in denen im Block doch eine Unterkühlung auftreten könnte; der erste besteht darin, daß das Metall im unterkühlten Zustand vergossen wird, wobei dann allerdings die Unterkühlung im Block nur in den ersten Augenblicken möglich ist und sofort nach Entstehen der ersten Kristalle durch die frei werdende Kristallisationswärme zum Verschwinden gebracht würde. Auf den zweiten hat G. Tammann<sup>5)</sup> hingewiesen; da nämlich jede Schmelze das Bestreben hat, so rein wie möglich zu kristallisieren, sammeln sich etwa vorhandene Beimengungen, soweit sie nicht zwischen den Kristalliten abgelagert werden, in der äußersten Schicht des flüssigen Kernes an, so daß hier eine Schmelzpunktserniedrigung auftreten kann. Erfolgt keine Verteilung dieser Verunreinigungen über den ganzen flüssigen Kern, bleibt also das Innere reiner als die Grenzschicht gegen die kristallisierte Randzone, dann kann dieses reine Innere bis zur Erstarrungstemperatur der umgebenden an Beimengungen angereicherten Schicht unterkühlen. Bei Stahl könnte z. B. nach dieser Ueberlegung bei einer Anreicherung von Phosphor und Schwefel in dieser Schicht auf je 0,1% eine Unterkühlung von einigen Graden auftreten.

Von diesen zwei Sonderfällen schließt demnach in bezug auf eine Beeinflussung der Primärkristallisation einer den anderen aus: Entweder hat Stahl die spezifische Eigenschaft,

stark unterkühlbar zu sein, dann wäre ein unterkühltes Vergießen theoretisch denkbar, dagegen eine spontane Kristallisation im Block wegen der schwachen hier möglichen Unterkühlung ausgeschlossen; oder Stahl ist spezifisch nur schwach unterkühlbar, dann ist das unterkühlte Vergießen unmöglich, eine spontane Kristallisation im Block dagegen möglich.

Zur Klärung dieser Fragen erschien es daher vor allem wichtig, die spezifische Unterkühlbarkeit des Stahles versuchsmäßig zu bestimmen, d. h. es mußte festgestellt werden, ob und wie weit unter günstigsten Verhältnissen sich Stahl unterkühlen läßt. Des weiteren mußte dann noch die Beständigkeit des unterkühlten Zustandes im Hinblick auf Zeit, Erschütterungen usw. geprüft werden.

#### Versuchsergebnisse.

Eine Reihe von Vorversuchen ergab, daß Unterkühlungen nur bei Abkühlung verhältnismäßig kleiner Mengen im Schmelzriegel unter sorgfältiger Einhaltung gewisser Bedingungen erzielt werden konnten. Dementsprechend wurden die Hauptversuche im Tammann-Ofen im sauren Tiegel durchgeführt; das Gewicht einer Schmelze betrug jeweils etwa 150 g. Die Temperaturmessung erfolgte mit Platin-Platin-Rhodium-Elementen in Quarzschutzrohren. Zur Kennzeichnung der Schwierigkeiten möge erwähnt werden, daß erst nach etwa 20 Schmelzen mit Sicherheit nennenswerte Unterkühlungen erhalten wurden.

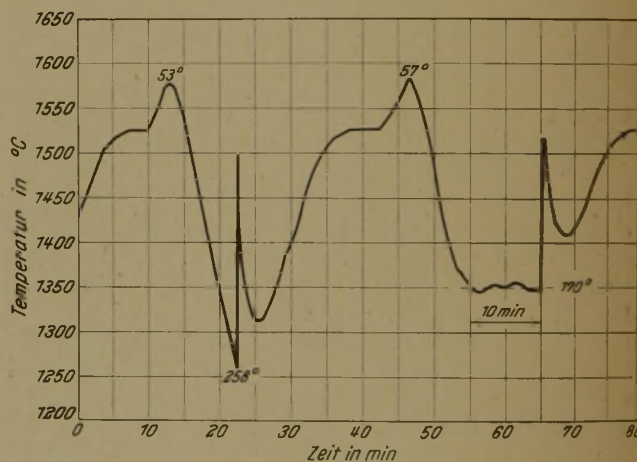


Bild 3. Einfluß der Unterkühlung auf die Haltezeit. (Armco-Eisen.)

In einer ersten Versuchsreihe wurde Armco-Eisen ohne irgendwelche Zusätze untersucht. Die günstigsten Bedingungen für eine Unterkühlung dieser Schmelzen waren, wie sich zeigte, dann gegeben, wenn das Eisen ringsum lückenlos von Schlacke umhüllt war. In diesen Fällen wurden Unterkühlungen von durchschnittlich 250° erzielt; in Bild 3 ist als Beispiel ein Ausschnitt aus der Temperatur-Zeit-Kurve einer derartigen Schmelze gezeigt. Sobald die Kristallisation einsetzt, springt durch die plötzlich freiwerdende Kristallisationswärme die Temperatur schlagartig in die Höhe. Der unterkühlte Zustand ist durch eine außerordentliche Labilität gekennzeichnet. Hält man z. B. die Schmelzen auf geringerer Unterkühlung, dann setzt nach einer gewissen Zeit, die um so länger dauert, je schwächer die Unterkühlung ist, plötzlich die Kristallisation ein; in Bild 3 z. B. bei 170° Unterkühlung nach 10 min. Schwaches Rühren der Schmelze mit dem Thermoelementschutzrohr hat eine Verringerung der Unterkühlung von 250 auf etwa 150° zur Folge. Ist gar das Eisen unmittelbar mit der Tiegelwand in Berührung, fehlt also die umhüllende Schlackenschicht auch nur an

<sup>4)</sup> Vgl. Hensel, F. R.: Dr.-Ing.-Diss. Techn. Hochschule Berlin 1929. Düsseldorf 1929.

<sup>5)</sup> Z. Metallkde. 21 (1929) S. 277/82.

einer einzigen Stelle, dann sinkt die Unterkühlung bei erschütterungsfreier Abkühlung auf etwa  $150^{\circ}$ , bei Rühren mit dem Schutzrohr des Thermoelements auf etwa  $20^{\circ}$ . Die Tiegelwand regt wohl die Kristallisation an, obwohl sie, wie die Besichtigung zeigte, gut glatt gebrannt war.

Das vollkommene Einhüllen des Stahles mit Schlacke ist sehr schwer zu erzielen und gelingt nur selten. Diese Schwierigkeiten wurden bei weiteren Versuchen mit steigendem Kohlenstoffgehalt noch größer. Die vollkommene Umhüllung gelang hier nur in einem Fall bei  $0,4\%$  C, während die übrigen Stähle, die bis zu einem Kohlenstoffgehalt von  $1,4\%$  untersucht wurden, nicht eingeschlackt waren. Mit steigendem Kohlenstoffgehalt wurde ein gewisser Abfall der Unterkühlung festgestellt.

Diese Versuche zeigen, daß Stahl die spezifische Eigenschaft hat, stark unterkühlbar zu sein, bei  $< 0,01\%$  C etwa  $250^{\circ}$ , bei  $0,4\%$  C etwa  $205^{\circ}$ . Eine spontane Kristallisation tritt also erst bei sehr starken Unterkühlungen auf; für die bei der Blockerstarrung nach Tammann theoretisch mögliche Unterkühlung von einigen wenigen Graden oder gar zehntel Graden kann sie daher nicht von Belang sein. Andererseits weisen aber die Versuchsergebnisse auch darauf hin, daß es kaum möglich sein dürfte, Stahl im unterkühlten Zustand vergießen zu können; die geringste Rauigkeit der Tiegelwand sowie eine kaum nennenswerte Bewegung des Bades bewirkten ja bereits eine weitgehende Schwächung der Unterkühlung.

Dennoch wurden zur weiteren Klärung dieser Fragen Versuche im sauren 12-kg-Hochfrequenzofen durchgeführt. Bei Abkühlung im Ofen unter jenen Bedingungen, die als besonders günstig für das Auftreten starker Unterkühlungen festgestellt worden waren, konnte bei Messung mit Thermoelementen nur in einem einzigen Falle eine Unterkühlung von  $9^{\circ}$  erhalten werden. Die Möglichkeit, größere Mengen von mehreren Tonnen unterkühlen zu können, muß daher abgelehnt werden.

Diese Ergebnisse stehen in Widerspruch zu einigen Veröffentlichungen, bei denen von einer Unterkühlung gewisser Stähle beim Vergießen die Rede ist. Da Zahlen über diese Unterkühlungen und teilweise auch nähere Angaben über die Durchführung der Temperaturmessung fehlen, muß angenommen werden, daß es sich hierbei um Schlüsse aus Messungen mit dem Glühfadenpyrometer handelt. Nach G. Naeser<sup>6)</sup> nimmt der Gütegrad mit dem Unterschied zwischen wahrer und schwarzer Temperatur (gemessen mit dem Biopix) des flüssigen Stahles zu, so daß also ein hochwertiger Stahl eine besonders niedrige unberichtigte Temperatur hat, die wohl den Anlaß für die Annahme einer Unterkühlung gab. Eigene Messungen mit dem Biopix ergaben bei gewissen Stählen Unterschiede bis etwa  $300^{\circ}$  zwischen Farb- und schwarzer Temperatur.

## 2. Wirkung von Zusätzen zu flüssigem Stahl als Kristallisationskeime.

Nachdem durch die bisher beschriebenen Versuche einige wesentliche Fragen bezüglich der Unterkühlbarkeit des Stahles weitgehend geklärt erscheinen, sollte das Ziel der folgenden Untersuchungen sein, festzustellen, ob es irgendwelche Zusätze gibt, die im flüssigen Stahl eine Fremdkeimwirkung hervorrufen.

Hier tritt die Frage auf, nach welchem Verfahren die Keimwirkung einwandfrei geprüft werden kann. Der mittelbare Weg durch Betrachtung des Primärgefüges scheidet aus, da es praktisch unmöglich ist, sämtliche Schmelzbedingungen außer den jeweiligen Zusätzen bei einer großen Zahl von Schmelzen

stets genau gleichzuhalten. Nun besteht aber das Wesen des Fremdkeimes darin, daß von ihm aus die Kristallisation eines Stoffes bei Erreichen der Erstarrungstemperatur ihren Anfang nimmt, ohne daß eine Unterkühlung zwecks Bildung spontaner Keime aufzutreten braucht. Daraus ergibt sich ein einfaches Verfahren zur Feststellung der Fremdkeimwirkung: tritt keine Unterkühlung mehr auf, nachdem man einen Zusatz zu sonst gut unterkühlendem Metall gegeben hat, dann wurden durch diesen Zusatz im Metall Fremdkeime erzeugt. Dieses Verfahren setzt allerdings erstens voraus, daß der zu prüfende Grundstoff die spezifische Eigenschaft hat, unterkühlbar zu sein und zweitens, daß die abkühlende Schmelze nicht mit Kristallen desselben Stoffes in Berührung steht, da sonst, wie bereits ausgeführt wurde, die Kristallisation bei Erreichen der Erstarrungstemperatur von diesen Kristallen aus weiter fortschreiten und dadurch eine Unterkühlung verhindert würde.

Die Versuche über die Unterkühlbarkeit hatten ergeben, daß Stahl den geforderten Bedingungen entspricht, da er bei Abkühlung im Tiegel stark unterkühlbar ist. Die meisten technisch wichtigen Zusätze wurden daher nach diesem Verfahren auf ihre Keimwirkung im flüssigen Stahl hin untersucht. Dabei wurde jeder Zusatz in mindestens zwei, meist aber mehreren Versuchen und stets bei mehreren verschiedenen Ueberhitzungen und in steigenden Mengen geprüft.

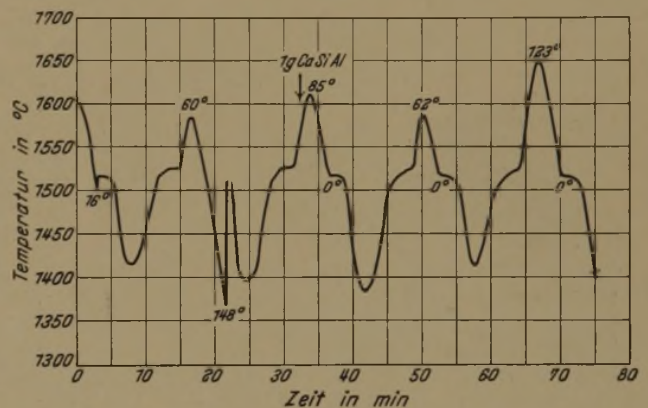


Bild 4. Keimwirkung von Ca-Si-Al. (Sonderweicheisen.)

### Versuchsergebnisse.

Folgende Zusätze wurden in niedriggekohtem Stahl als Fremdkeimbildner ermittelt: Aluminium, Beryllium, Bor, Kalzium-Aluminium, Kalzium-Aluminium-Silizium, Titan, Vanadin und Zirkon; dazu ist zu bemerken, daß die meisten Zusätze bereits in Mengen von  $0,1\%$  und weniger die Unterkühlung vollkommen verhinderten. Auch gelang es in keinem Falle, durch sehr hohe Ueberhitzungen die Keimwirkungen wieder aufzuheben. Als Beispiel ist in Bild 4 die Temperatur-Zeit-Kurve eines Versuches mit Kalzium-Aluminium-Silizium wiedergegeben; auch nach einer Ueberhitzung von  $123^{\circ}$  über den Schmelzpunkt bleibt die Keimwirkung erhalten.

Im Gegensatz zu diesen Zusätzen wurde die Unterkühlung durch Mangan, Silizium, Kalzium-Silizium, Chrom, Kobalt, Molybdän, Nickel, Niob + Tantal, Phosphor, Schwefel, Wolfram und Stickstoff nicht verhindert; diese Zusätze wirken also in flüssigem Stahl nicht als Fremdkeime. Dabei erstreckte sich die Untersuchung bei Phosphor und Schwefel bis etwa  $1\%$ , bei Mangan, Silizium und Niob bis etwa  $4\%$ , bei Kobalt, Molybdän, Nickel und Wolfram bis rd.  $10\%$  und bei Chrom bis  $23\%$ . Versuche mit unlegierten Stählen ergaben, daß auch Chrom- und Wolframkarbide,

<sup>6)</sup> Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 592/98 (Wärmestelle 268).

sofern solche im flüssigen Stahl überhaupt vorhanden sind, keine Fremdkeimwirkung ausüben; der Kohlenstoffgehalt dieser Schmelzen lag bei etwa 0,7%, Chrom und Wolfram wurden bis je rund 10% zugegeben.

Zwischen diesen zwei Gruppen von Zusätzen — fremdkeimbildend und nicht fremdkeimbildend — stehen Wasserstoff und Sauerstoff, die in steigenden Mengen zugesetzt die Unterkühlung in zunehmendem Maße schwächen, ohne sie vollkommen zu verhindern. Bild 5 gibt den Kurvenverlauf für Wasserstoff wieder, aus dem deutlich hervorgeht, wie mit jedem Erstarren die Unterkühlung ansteigt. Bild 6 zeigt den entsprechenden Versuch mit Eisenoxyd; vor der Zugabe tritt eine Unterkühlung von 92° auf, die durch Aufgabe von Hammerschlag auf 4° heruntergedrückt wird; beim

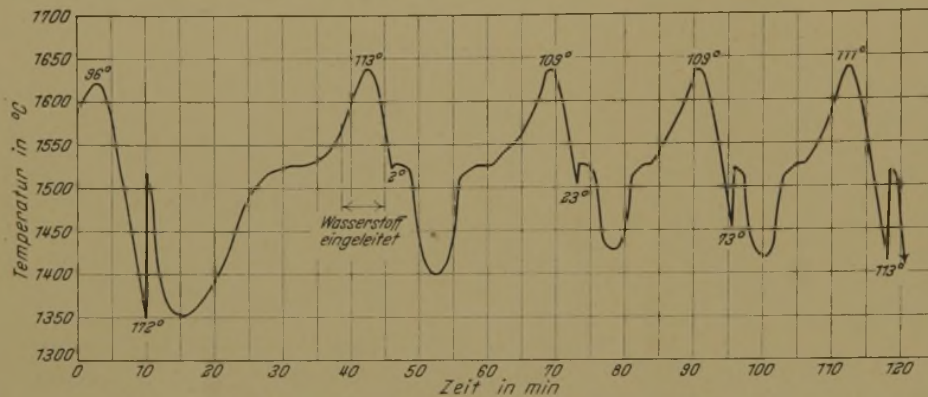


Bild 5. Einfluß des Wasserstoffs auf die Unterkühlung.

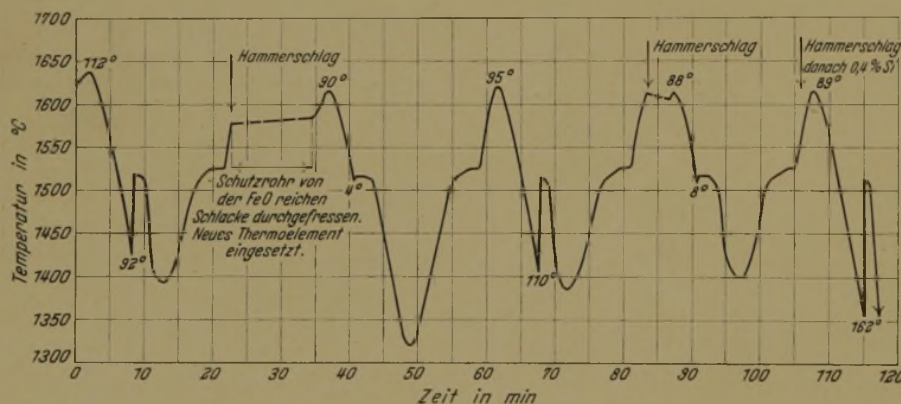


Bild 6. Einfluß des Sauerstoffs auf die Unterkühlung.

folgenden Erstarren tritt schon wieder eine Unterkühlung von 110° auf, die durch nochmaliges Erzen auf 8° abgeschwächt wird. Nach einer weiteren Hammerschlagzugabe wurde Silizium zugesetzt, durch das das Eisenoxydul unwirksam gemacht wurde. Bei Wasserstoff und Sauerstoff dürfte die Unterkühlungsbehinderung auf die feinen, durch Uebersättigung sich ausscheidenden Teilchen zurückzuführen sein.

Es ist bereits erwähnt worden, daß es nicht gelang, durch hohe Ueberhitzungen die Fremdkeime zu zerstören. Ebenso wenig wurde ein Einfluß der Ueberhitzung bis 190° über dem Schmelzpunkt auf die Unterkühlung keimfreier Schmelzen festgestellt, sofern die Ueberhitzungen etwa 20° über dem Schmelzpunkt lagen; bei schwächeren Ueberhitzungen konnten jedoch keine Unterkühlungen erhalten werden. Worauf dies zurückzuführen ist, wurde nicht untersucht; möglicherweise bleiben Eisenkristalle in der Schmelze erhalten, für die man im Schrifttum<sup>7)</sup> auch die Bezeichnung

<sup>7)</sup> Schöbel, A., und R. Mitsche: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 546/49.

„arteigene Keime“ findet; vielleicht waren auch innerhalb der Schmelze Temperaturunterschiede in dieser Größenordnung vorhanden. Für den Betrieb ist jedenfalls der geringe Ueberhitzungsbereich bedeutungslos, da wegen der Temperaturverluste in der Pfanne der Stahl im Ofen doch mindestens um 80° überhitzt werden muß.

Zum Abschluß wurden noch einige Einzelversuche durchgeführt; so wurde versucht, in die Schmelze sehr feines Tonerdepulver einzurühren, ohne daß dadurch die Unterkühlung verhindert wurde. Des weiteren zeigte ein Kontrollversuch im Tonerdetiegel grundsätzlich dieselben Verhältnisse, wie sie im sauren Tiegel gefunden worden waren.

Uebersieht man die vorliegenden Versuchsergebnisse, so ist vor allem der versuchsmäßige Nachweis hervorzuheben, daß es tatsächlich gewisse Stoffe gibt, die im flüssigen Stahl als Fremdkeime wirken. Dies dürfte eine wichtige Stütze für die Keimtheorie sein. Hier entsteht nun die Frage, worauf eigentlich eine Keimwirkung zurückgeführt werden kann. Die Annahme ist nicht von der Hand zu weisen, daß sie im allgemeinen durch hochschmelzende Desoxydationsrückstände hervorgerufen wird, die im flüssigen Stahl als Kriställchen womöglich mit scharfen Ecken und Kanten vorhanden sind. Es ist dann allerdings sonderbar, daß die an sich hochschmelzenden Eisen-Chrom-Oxyde ebenso wie die Silikate und auch verhältnismäßig reine Kieselsäure bei Zugabe von 4% Si nicht als Fremdkeime wirken. Möglicherweise liegen derartige Oxyde in amorpher Form vor. Andererseits ist die Keimwirkung von Kalzium-

Aluminium und gar von Kalzium-Aluminium-Silizium bemerkenswert, da man annehmen sollte, daß die entstehenden Oxyde bei der Temperatur des flüssigen Stahles flüssig sind. Aus dem starken Spritzen bei Zugabe dieser Stoffe könnte man schließen, daß das Kalzium oberhalb des Bades oxydiert wird und gar nicht in das Bad gelangt.

Von Bedeutung ist, daß „arteigene Keime“ bei der üblichen Schmelztemperatur im Stahlwerk nicht bestehen können und ihre Beeinflussung durch die Temperaturführung damit ausscheidet. Die Wirkung einer Schmelzüeberhitzung<sup>8)</sup> muß man daher auf eine Veränderung des Oxydul- oder Gasgehaltes oder der vorhandenen Fremdkeime zurückführen<sup>7)</sup>.

Durch Zugabe der als Fremdkeimbildner ermittelten Stoffe, wie Aluminium, Beryllium, Bor, Kalzium-Aluminium,

<sup>8)</sup> Eilender, W., A. Walz und O. Meyer: Arch. Eisenhüttenw. 9 (1935/36) S. 601/05 (Werkstoffaussch. 342); Eilender, W., und R. Pribyl: Arch. Eisenhüttenw. 11 (1937/38) S. 443/46 (Werkstoffaussch. 403).

Kalzium-Aluminium-Silizium, Titan, Vanadin und Zirkon, ist eine Verfeinerung der Primärkristallisation zu erwarten. Allerdings muß dabei berücksichtigt werden, daß nicht nur die Fremdkeimwirkung allein eine Verfeinerung der Primärkristallisation hervorruft, sondern daß die Fremdkeime auch in genügend großer Zahl in der Schmelze vorhanden sein müssen. Nimmt man an, daß die Keimwirkung der genannten Zusätze durch die entstandenen Oxyde, Nitride und dergleichen erfolgt, dann ist nach dem von Weimarnschen Gesetz der Konzentration von Sauerstoff und Stickstoff vor Zugabe der Fremdkeimbildner erhöhte Aufmerksamkeit zuzuwenden, um eine möglichst große Zahl von Fremdkeimen in der Schmelze zu erhalten<sup>6)</sup>. Erst dann ist eine Verfeinerung des Primärgefüges zu erwarten.

### Zusammenfassung.

Nach Prüfung der für das Auftreten von Unterkühlungen erforderlichen Bedingungen wurde die Unterkühlbarkeit flüssigen Stahles bei Abkühlung im Schmelzriegel untersucht; gewisse Einflüsse, wie Haltezeit, Ueberhitzung, Erschütterungen usw., wurden geprüft und die Möglichkeit einer spontanen Kristallisation im Block sowie eines unterkühlten Vergießens erörtert.

Aus dem Einfluß, den Zusätze auf die Unterkühlung ausüben, ergibt sich ein Verfahren zur Ermittlung ihrer Keimwirkung im flüssigen Stahl. Auf Grund dessen wurden die meisten technisch wichtigen Zusätze auf ihre Fähigkeit hin untersucht, im Stahl Fremdkeime zu erzeugen, die eine Beeinflussung der Primärkristallisation ermöglichen sollen.

## Chromerzhaltige feuerfeste Baustoffe.

Von Kamillo Konopicky in Köln.

[Bericht Nr. 378 des Stahlwerksausschusses und Bericht Nr. 530 des Werkstoffausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute\*].

(Entwicklung chromerzhaltiger feuerfester Baustoffe. Zusammensetzung, Herstellung und Eigenschaften von Chromerzsteinen, Chrommagnesiasteinen mit überwiegendem Gehalt an Chromerz oder Sintermagnesia. Vorgänge beim Brennen der Steine. Bedeutung der Korngrößenverteilung bei der Herstellung. Verschlacken der Steine. Anwendung chromerzhaltiger feuerfester Baustoffe.)

Chromerz als feuerfester Baustoff wurde zwar schon frühzeitig (5, 11)\*\*) in der Stahlindustrie verwendet, doch blieb das Anwendungsgebiet zunächst klein, während Sintermagnesia und Sinterdolomit in steigendem Maße bevorzugt wurden. Erst der Mangel an brauchbarer Sintermagnesia während des Weltkrieges führte dazu, eingehender die Möglichkeiten einer Verwendung von Chrom-

Brauchbarkeit untersucht und auch für die Verwendung in der feuerfesten Industrie herangezogen wurden<sup>1)</sup>. Eine Zusammenstellung der wichtigsten Vorkommen, der geförderten Menge und der durchschnittlichen Zusammensetzung gibt *Zahlentafel 1* wieder.

Im folgenden ist der Versuch unternommen, die bisherige Entwicklung von Chromerzsteinen darzustellen sowie zu prüfen, welche Wege zur Lösung der technischen Fragen beschränkt wurden und ob diese Wege vielleicht durch wirtschaftliche Umstände verdeckt oder in eine einseitige Richtung gedrängt wurden.

Zahlentafel 1. Weltförderung an rohem Chromerz in den Jahren 1933 bis 1937 und mittlere chemische Zusammensetzung.

Land	Geförderte Chromerzmenge <sup>1)</sup> in 1000 t im Jahre				Mittlere Zusammensetzung <sup>2)</sup>					
	1933	1935	1936	1937	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	FeO %	MgO %	CaO %	SiO <sub>2</sub> %
Kuba . . . . .	24	49	71	95	31,3	28,9	14,3	17,2	0,8	5,6 <sup>3)</sup>
Griechenland .	15	28	47	—	37,4	21,4	15,6	16,8	0,8	4,8 <sup>4)</sup>
Britisch-Indien	16	40	50	—						
Japan . . . . .	20	36	39	—						
Neukaledonien	50	55	48	48						
Philippinen	—	1	12	70						
Südrhodesien	35	106	183	276	45,4	13,8	15,1	13,6	0,5	7,5 <sup>5)</sup>
Türkei . . . . .	35	151	164	—	46,6	12,5	12,9	17,3	1,2	6,7 <sup>6)</sup>
Südafrika . . .	34	90	176	169	45,0	15,1	25,7	9,8	0,7	1,8 <sup>7)</sup> *
Rußland . . . .	109	184	219	—	46,2	14,6	15,6	15,4	0,3	4,0 <sup>8)</sup>
Südslawien	26	52	54	60	47,7	12,5	12,2	15,9	0,9	6,2 <sup>9)</sup>
Andere Länder	44	4	6	—						
Zusammen	409	796	1069	—						

<sup>1)</sup> Nach R. B. Miller in Minerals Yearbook, Washington 1938, S. 547. <sup>2)</sup> Nach Seil, G. E.: Ind. Min. Rocks (1937) S. 199/206. <sup>3)</sup> 1934. <sup>4)</sup> 1929. <sup>5)</sup> 1933. <sup>6)</sup> Transvaal. <sup>7)</sup> 1930.

erz und Chromerzsteinen zu prüfen. Seit dem Jahre 1922 steigt der Verbrauch deutlich an, um seit 1929 eine stürmische Entwicklung anzunehmen (61, 113, 144). Heute soll in den Vereinigten Staaten der Absatz an Chromerzsteinen ebenso hoch sein wie jener an Magnesiasteinen (113). Diese Entwicklung spiegelt sich auch darin wider, daß im Laufe der Zeit die verschiedensten Chromerze auf ihre

\*) Vorgetragen in der Sitzung des Unterausschusses für den Siemens-Martin-Betrieb und des Unterausschusses für feuerfeste Werkstoffe am 6. Dezember 1940 in Düsseldorf. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

\*\*\*) Die eingeklammerten und die in den Fußnoten angeführten Zahlen beziehen sich auf das am Schluß des Berichts angegebene Schrifttum.

### Entwicklung chromerzhaltiger feuerfester Massen.

Chromerz und Chromerzsteine sind hochfeuerfest und gegen basische Schlacken recht beständig; sie können Sintermagnesia und Magnesiasteine vielfach ersetzen<sup>2)</sup>. Chromerz ist aber, da es im Gegensatz zu Magnesit nur selten einer Wärmevorbehandlung unterworfen

wird, meistens billiger als Sintermagnesia; dies gilt besonders für Uebersee, da für das Chromerz zumeist kurze, für Sintermagnesia aber lange Frachtwege notwendig sind (61). Aber auch die Tatsache, daß Sintermagnesia nur an wenigen Stellen der Erde in genügender Menge und entsprechender Zusammensetzung vorkommt, führte aus wehr- und privatwirtschaftlichen Gründen immer wieder dazu, sich durch die Verwendung von Chromerz die Handlungsfreiheit tunlichst zu sichern. Nur in Rußland spielten diese Erwägungen keine Rolle, weil die Voraussetzungen für Magnesia- und Chromerzsteine gleich waren (6).

<sup>1)</sup> 10, 11, 12, 20, 32, 71, 83, 106, 117, 129, 175.

<sup>2)</sup> 4, 8, 18, 116, 174, 231.

Daher ist begreiflich, daß besonders in den Vereinigten Staaten und in Deutschland vor dem Anschluß der Ostmark immer wieder versucht wurde, durch Chromerzstampfmassen oder -steine die Sintermagnesia zu verdrängen. So fanden Zustellungen der Herde aus Chromerz in den Stahlwerken der Vereinigten Staaten starken Eingang. Aber lange Zeit waren die Eigenschaften der Chromerzsteine, wie Erweichungsverhalten und Abschreckfestigkeit<sup>3)</sup>, für Stellen höherer Beanspruchung unbefriedigend, und man versuchte durch Auswahl der Rohstoffe<sup>4)</sup>, Erhöhung der Brenntemperatur<sup>5)</sup>, gegebenenfalls sogar durch Schmelzen<sup>6)</sup> sowie durch verschiedenste Zusätze<sup>7)</sup> Verbesserungen zu erzielen. Von allen Zusätzen führten aber nur jene von Magnesiumoxyd oder magnesiumoxydreichen Stoffen zu einer nachdrücklichen Erweiterung des Anwendungsgebietes<sup>8)</sup>, obwohl gerade diese Steine durch die zumeist notwendige besondere Aufbereitung sich im Preise gleich oder sogar höher stellten als Magnesiasteine. In kleinerem Umfange, und zwar für die Verbesserung des Erweichungsverhaltens reiner Chromerzsteine, wurde der Zusatz von Korund, Spinell oder ähnlichen tonerdehaltigen Stoffen vorgeschlagen und auch erfolgreich durchgeführt<sup>9)</sup>. Hingegen scheinen sich die Hoffnungen, die man an Mischungen von Kieselsäure und Chromerz (Chromdinas) geknüpft hat (35, 102, 319), nicht erfüllt zu haben.

Der Chrommagnesiastein wurde aber nicht nur an Stelle von Magnesiasteinen verwendet, sondern er drang auch mehrfach in das Gebiet der Silikasteine ein und wird besonders in Gewölben heißgehender Öfen verwendet (154, 158, 184). Der „ganzbasische“ Siemens-Martin-Ofen wird in Veröffentlichungen über Bewährung und Wirtschaftlichkeit der Ofenausmauerung immer häufiger erwähnt<sup>10)</sup>.

Ein eigenartiger Seitenweg der Entwicklung wurde durch die Herstellung ungebrannter Steine und erhärtender Stampfmassen eingeschlagen. Die ungebrannten, fast immer Chromerz enthaltenden Magnesiasteine sind besonders in den Vereinigten Staaten entwickelt worden<sup>11)</sup> und haben sich dort ein beträchtliches Anwendungsfeld erobert<sup>12)</sup>; allerdings scheint man für hochbeanspruchte Stellen der Öfen doch die gebrannten Steine vorzuziehen (101, 144). Auf dem europäischen Festland haben ungebrannte Steine keinen Eingang gefunden. Die Erklärung hierfür liegt vielleicht darin, daß ungebrannte Erzeugnisse wegen der höheren Kosten für die Aufbereitung, wie Körnungsauswahl, Bindemittel, hoher Preßdruck bei gleichzeitiger Entlüftung usw., nur unwesentlich billiger als gebrannte sein können, sofern nicht für diese, wie in den Vereinigten Staaten, durch Schutzzölle überhöhte Preise bestehen. Mit der Zunahme der Verwendung chromerzhaltiger Steine stieg auch die Aufmerksamkeit für entsprechende Stampfmassen, feuerfeste Betonmassen und Mörtel. Als erhärtender Bestandteil wurde außer kaustischer Magnesia (314) vor allem Tonerdezement (335, 338) vorgeschlagen, da er die Eigenschaften

basischer Massen nur wenig beeinflußt. Eine Reihe neuerer Arbeiten<sup>13)</sup> berichtet über gute Laboratoriums- und Betriebsergebnisse mit solchen erhärtenden Stampfmassen besonders bei Anwärmmöfen.

Zur besseren Beurteilung der weiteren Entwicklung des Gebietes der chromerzhaltigen Steine und zum tieferen Verständnis des heute schon ziemlich umfangreichen Schrifttums mit seinen häufig widersprechenden, oft aber auch nur scheinbar widersprechenden Ergebnissen erscheint es richtig, den Stand der Erkenntnisse, wie er sich heute darbietet, vorwegzunehmen.

#### Herstellung von chromerzhaltigen feuerfesten Massen und ihre Eigenschaften.

In feuerfesten chromerzhaltigen Massen wird das Chromerz in wechselnden Mengen von Sintermagnesia, Magnesiumsilikaten (so besonders Forsterit) oder Sinterdolomit begleitet. Die Vorgänge beim Brennen und Verschlacken dieser einzelnen Bestandteile sollen zunächst behandelt werden.

Das Chromerz besteht aus einem Spinellgrundkörper wechselnder Zusammensetzung und begleitenden Silikaten, zumeist chloritähnlicher Natur (233, 1, 196). Im Spinellgrundkörper sind als zweiwertige Oxyde Eisenoxydul und in etwas geringerer Menge Magnesiumoxyd, als dreiwertige Oxyde Chrom- und Aluminiumoxyd vertreten, zu denen sich häufig eine geringe Menge Eisenoxyd gesellt (205, 233). Das Eisenoxydul im Chromerz wird leicht oxydiert, und zwar beim üblichen Steinbrand nahezu vollständig (205); dies macht das Wachsen reiner Chromerze beim Brande und die gleichzeitig erfolgenden Aenderungen der Dichte verständlich (29, 38, 50, 164). Das bei Rotglut frei werdende Eisenoxyd reißt bei den Temperaturen des Steinbrandes Magnesiumoxyd aus den begleitenden Magnesiumsilikaten an sich, so daß schließlich wieder ein Spinellkörper (allerdings mit höherem Magnesium- und Eisenoxydgehalt) vorliegt, während die Silikate magnesiumoxydarm sind und eine pyroxenartige Zusammensetzung haben (233). Es kann sogar neben dem Spinellkörper freie Kieselsäure auftreten, entsprechend der Tatsache, daß Eisenoxyduloxyd mit Kieselsäure im Gleichgewicht bestehen kann (26, 30, 95, 219). Die niedrighschmelzenden Silikate verursachen ein Schwinden des Chromerzsteins beim Brand, wodurch bei den meisten handelsüblichen Chromerzen das Wachsen beim Oxydieren des Erzes verdeckt wird (202). Das auftretende freie Eisenoxyd und die niedrighschmelzenden Silikate bedingen auch das frühe Erweichen der Chromerzsteine. Ebenso ist aus dieser Bildung bei Rotglut starrer Schmelzbrücken die geringe Abschreckfestigkeit der Chromerzsteine zu verstehen.

Eisenoxyde werden vom Spinellgrundkörper bei niedrigen Temperaturen vermutlich nicht aufgenommen, bei höheren hingegen anscheinend in unbegrenzten Mengen. Dies führt zu einem Wachsen der einzelnen Chromerzkörner und damit zu einem Aufblähen und Bersten der Steinoberfläche<sup>14)</sup> (Bild 1).

Die geringe Beständigkeit der Eisenoxydspinnelle<sup>15)</sup> drückt sich auch in einem leichten Wechsel der Oxydationsstufe des Eisens im Chromerz aus, und zwar führt Reduktion bis zu Metall, Oxydation zu Eisenoxyd. Diese Verschiebung der Oxydationsstufe des Eisens wird nicht nur von Volumenänderungen begleitet, sondern auch das Ausdehnungsverhalten ändert sich hierbei sprunghaft<sup>16)</sup>. Es

<sup>3)</sup> 4, 8, 9, 18, 61, 80, 109, 316.

<sup>4)</sup> 8, 82, 137, 164, 173, 197.

<sup>5)</sup> 50, 331, 334, 348, 363.

<sup>6)</sup> 25, 27, 31, 76, 303, 306, 310, 315, 348.

<sup>7)</sup> 7, 8, 11, 13, 14, 40, 50, 75, 98, 99, 108, 302, 308, 314, 317, 325, 327, 328, 333, 337, 349.

<sup>8)</sup> 46, 73, 75, 79, 90, 103, 114, 115, 123, 135, 140, 144, 149, 154, 158, 168, 183, 184, 194, 195, 213, 214, 217, 218, 221, 222, 223, 232.

<sup>9)</sup> 39, 52, 54, 127, 160, 215, 325, 368, 372.

<sup>10)</sup> 140, 190, 214, 229.

<sup>11)</sup> 302, 304, 305, 308, 314, 317, 324, 326, 340, 344, 345, 370, 378.

<sup>12)</sup> 22, 67, 68, 78, 93, 104, 110, 113, 114.

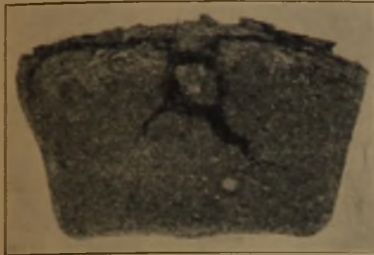
<sup>13)</sup> 112, 119, 124, 128, 132, 153, 167, 203, 220, 340, 342.

<sup>14)</sup> 72, 120, 133, 166, 169, 182, 212, 214, 221, 222.

<sup>15)</sup> 50, 56, 134, 211.

<sup>16)</sup> 19, 33, 42, 51, 182.

ist verständlich, daß dadurch das Gefüge der chromerzhaltigen Steine zerstört wird; sie schwellen auf und zerrieseln, eine Erscheinung, die zumeist in den Gaszügen beobachtet wird und sich dort störend bemerkbar macht (182).



Seitenfläche der Probe.

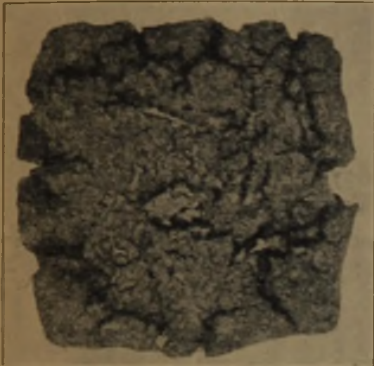
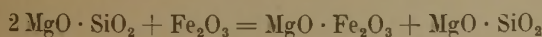
Probenoberfläche  
(in Berührung mit Walzzunder).

Bild 1. Bersten von chromerzhaltigen Steinen durch Aufnahme von Eisenoxyd bei hohen Temperaturen.

sind die Magnesiasteine sehr empfindlich gegen Temperaturwechsel (37, 163, 206). Die Verschlackung mit Eisenoxiden führt bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen zur Bildung fester Lösungen von Magnesiumferrit, Eisenoxyduloxyd und Eisenoxyd in Magnesiumoxyd, wobei sich ein stetiger Uebergang vom Eisenoxyd zum unveränderten Stein ausbildet (64, 142).

Steine aus Magnesiumsilikaten haben, wenn die Kieselsäure durch Zusatz von Magnesiumoxyd zu Orthosilikat (Forsterit) neutralisiert wird, einen hohen Schmelzpunkt und ein gutes Erweichungsverhalten<sup>17)</sup>, sind aber empfindlich gegen Temperaturwechsel (172). Ihre Verschlackungsbeständigkeit gegen Eisenoxyd wird zumeist als befriedigend bezeichnet<sup>18)</sup>, doch lassen Untersuchungen an gebrauchten Chrommagnesiasteinen erkennen, daß durch Eisenoxyd eine Verschlackung nach der Umsetzung



auftritt, welche zu niedrigschmelzenden Verbindungen führt<sup>19)</sup>.

Kalziumoxyd- oder dolomithaltige Massen als Bestandteil in feuerfesten chromerzhaltigen Versätzen wurden in neuerer Zeit mehrfach im Zusammenhang mit Maßnahmen vorgeschlagen, die zu einer Bindung des freien Kalziumoxyds, zumeist zu Dikalziumsilikat, führen<sup>20)</sup>.

<sup>17)</sup> 28, 48, 53, 63, 65, 66, 69, 87, 89, 122, 132, 146, 157, 159, 161, 172, 176, 179, 185, 187, 193, 201, 208, 209, 226, 309, 311, 312, 313, 318, 323, 350, 358, 359, 365, 369.

<sup>18)</sup> 146, 157, 187, 208, 226.

<sup>19)</sup> 133, 169, 212, 214, 221.

<sup>20)</sup> 111, 150, 156, 171, 199, 204, 307, 329, 341, 349, 361, 364, 366, 367.

Das Magnesiumoxyd in der Sintermagnesia wird von Magnesiaferrit und Silikaten begleitet (105, 130). Der Magnesiaferrit ist nicht als Flußmittel im üblichen Sinne anzusprechen, da er verhältnismäßig hoch schmilzt und auch oberhalb 1000° von Magnesiumoxyd in feste Lösung genommen wird (33, 111). Durch die Rekristallisationsfähigkeit des Periklas (148) und gegebenenfalls durch die Bildung von Schmelzbrücken aus Silikaten tritt beim Brennen ein beträchtliches Schwinden auf, und aus dem gleichen Grunde

Die Eigenschaften chromerzhaltiger Massen oder Steine entsprechen durchaus nicht dem Mittel der Eigenschaften der einzelnen Bestandteile. Drei Wirkungen des Chromerzes oder des darin enthaltenen Chromoxyds werden, allein oder gemeinsam, beim Aufbau der verschiedenen chromerzhaltigen Sondersteine ausgenützt:

1. Chromerz und Sintermagnesia reagieren beim Brennen; gleichzeitig erfolgt ein Wachsen der Massen oder eine deutliche Verringerung der Brennschwindigkeit<sup>21)</sup>. Eine Umsetzung zwischen den beiden Komponenten ist verständlich, da das beim Brennen des Chromerzes gebildete Eisenoxyd und die magnesiaarmen Silikate Magnesiumoxyd aufnehmen und alle Umsetzungen, die zur Spinellbildung führen, von einem manchmal sogar beträchtlichen Wachsen begleitet sind<sup>22)</sup>. Dies hat einen entscheidenden Umbruch der Eigenschaften zur Folge. Die Kaltdruckfestigkeit von Chromerzmagnesiasteinen ist wesentlich geringer als jene der Chromerzsteine und Magnesiasteine, die Porosität jedoch höher, so daß sie leicht unerwünscht hohe Werte annimmt<sup>23)</sup>. Falls nicht niedrigschmelzende Silikate störend wirken, sind die einzelnen Körner der Masse oder des Steines durch hochschmelzende Umsetzungserzeugnisse (Spinelle und Forsterit) von der Grundmasse gewissermaßen „isoliert“ und dadurch beweglicher gemacht.

Der Stein hat eine höhere Elastizität und damit eine höhere Temperaturwechselbeständigkeit (44, 198, 354). Da Mischungen von Chromerz und Sintermagnesia beim Brennen wachsen, während die beiden reinen Bestandteile schwinden, gibt es eine chromerzreiche und eine magnesiareiche Mischung mit der Brennschwindigkeit  $\pm 0$

(Bild 2); diese Tatsache ist die Voraussetzung für die Herstellung ungebrannter Erzeugnisse.

2. Chromerz hemmt, ähnlich anderen Oxyden, wie Aluminium- und Zirkonoxyd (227, 330), die Rekristallisation von Periklas und unterstützt vermutlich die Ausbildung von Spaltflächen (34), so daß es auch magnesiumoxydreichen Mischungen eine gute Temperaturwechselbeständigkeit verleiht<sup>24)</sup>.

3. Chromoxyd verhindert die  $\alpha$ - $\gamma$ -Umwandlung des Dikalziumsilikats (2); es wirkt auf dieses stabilisierend wie Bortrioxyd und Phosphorperoxyd. In kalziumoxydhaltigen Mischungen, bei denen zumeist die Gefahr des Zerrieselns des ganzen Steines durch die Umwandlung des Kalziumorthosilikats besteht, wird häufig von dieser Eigenschaft des Chromoxyds Gebrauch gemacht<sup>25)</sup>.

Besonders Kalziumoxyd enthaltende Massen geben durch ihre vielfachen Wechselbeziehungen zu den Silikaten und dem Chromerzgrundkörper ein verwirrendes Bild. Die Zusammensetzung der Massen sei daher im folgenden

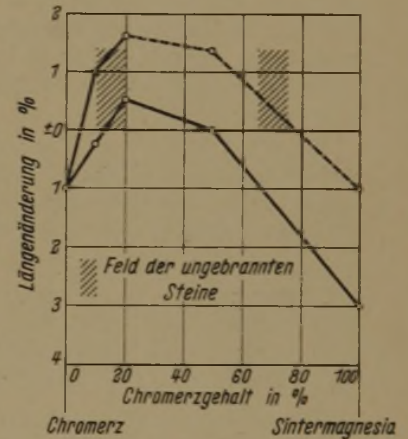


Bild 2. Brennschwindigkeit von Chromerz-Sintermagnesia-Mischungen nach J. H. Chesters und C. W. Parmelee.

<sup>21)</sup> 55, 60, 84, 88, 111, 126, 183.

<sup>22)</sup> 21, 84, 140, 192.

<sup>23)</sup> 60, 70, 333, 377.

<sup>24)</sup> 60, 188, 207, 227, 321, 328, 352, 355.

<sup>25)</sup> 341, 347, 356, 360, 361, 364, 366, 371, 378.

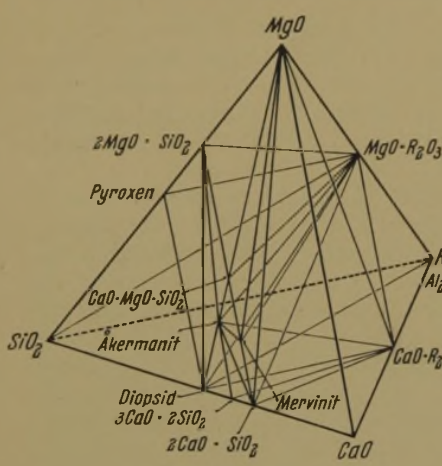


Bild 3. System  $R_2O_3$ -MgO-CaO-SiO<sub>2</sub> (R = dreiwertiges Metall).

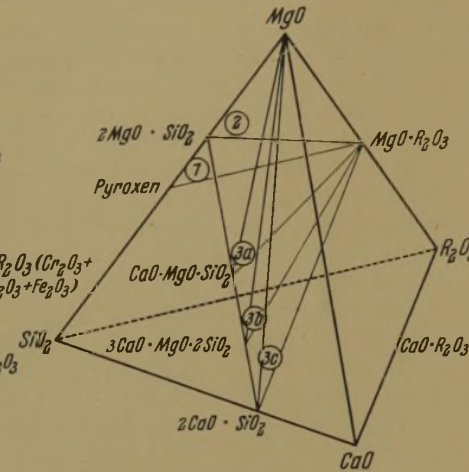


Bild 4. Einordnung der Massen für chromerzhaltige Steine in das System  $R_2O_3$ -MgO-CaO-SiO<sub>2</sub>.

an Hand des Schaubildes des Systems  $R_2O_3$ -MgO-CaO-SiO<sub>2</sub> (R = dreiwertiges Metall) geordnet (Bild 3 und 4). Die verschiedenen Beständigkeitsbereiche dieses Systems wurden für Eisenoxyd als Sesquioxyd mehrfach untersucht<sup>26)</sup> und lassen sich zu der Darstellung in Bild 4 vereinen. Die Gleichgewichtsbereiche scheinen innerhalb der hier in Frage kommenden Felder mit nur geringen Abweichungen für Chromoxyd und Mischungen der Sesquioxyde  $Cr_2O_3 + Al_2O_3 + Fe_2O_3$  zu gelten<sup>27)</sup>.

Bei den praktisch in Frage kommenden Zusammensetzungen der Massen und Steine gibt es, ohne Berücksichtigung der dazwischen liegenden Uebergänge, die folgenden kennzeichnenden Möglichkeiten (Bild 4):

1. Chromit-spinell + Pyroxen,
2. Chromit-spinell + Magnesiumoxyd + Forsterit,
3. a) Chromit-spinell + Magnesiumoxyd + Monticellit,
- b) Chromit-spinell + Magnesiumoxyd + Mervinit,
- c) Chromit-spinell + Magnesiumoxyd + Dikalziumsilikat.

Zu Gruppe 1 gehören die Chromerzsteine. Gruppe 2 umfaßt, da Chromerz zumeist einen merklichen Gehalt an Kieselsäure aufweist, die Chrommagnesiasteine und Massen mit einem zusätzlichen Gehalt an Olivin, Serpentin usw., sowie reine oder zusammengesetzte Forsteritsteine. Steine oder Massen der Gruppe 3 entstehen, wenn die dem Chromerz zugemischte Magnesia wesentliche Mengen Kalziumoxyd enthält und einen beträchtlichen Bestandteil der Masse ausmacht oder durch bewußte Verwendung von Dolomit oder dolomitischem Magnesit als Mischungsbestandteil, wobei die zur Neutralisation des Kalziumoxyds notwendige Kieselsäure entweder aus dem Chromerz stammt oder in Form von Magnesiasilikaten, wie Olivin, Serpentin, oder kiesel-säurehaltigen Magnesiten zugegeben werden kann.

Niedrigschmelzende Verbindungen und damit Massen mit ungünstiger Druckerweichung und schlechter Temperaturwechselbeständigkeit treten nur in den Gruppen 1 und 3a auf. Um eine Verbesserung der Eigenschaften zu erzielen, erfordert Gruppe 1 Zugabe von Magnesiumoxyd mindestens in dem Ausmaße, daß das frei werdende Eisenoxyd und die Magnesiasilikate zu Spinell und Forsterit neutralisiert werden<sup>28)</sup>. Um Massenzusammensetzungen nach Gruppe 3a zu vermeiden, muß entweder der Kalziumoxyd-gehalt sehr niedrig bleiben (74) (Massen nach

Gruppe 2) oder das Kalziumoxyd-Kieselsäure-Verhältnis über 1,4 (Mervinit) liegen. Dies sind Maßnahmen, von denen unbe-wußt oder bewußt mehrfach bei Versuchen und bei neueren Patenten Gebrauch gemacht wird, oder die die stillschweigende Voraussetzung bilden<sup>29)</sup>.

Betont werden muß aber, daß viele chromerzhaltige Massen und Steine ein stark ungleich-mäßiges Gefüge aufweisen und daher die obigen Betrachtungen sinngemäß auf die möglichen Uebergänge zwischen den einzelnen Bestandteilen ausgedehnt werden müssen. Im wesentlichen werden aber die Eigenschaften doch durch den geschilderten

Gefügeaufbau im Sinne der einzelnen Gruppen bestimmt.

Die angegebene Einteilung gestattet, die Entwicklung des Gebietes der basischen Sondersteine bildhaft darzu-stellen. Für die Gruppe 1 und 2 lassen sich die angegebenen Zusammensetzungen im Dreistoffsystem  $R_2O_3$ -MgO-SiO<sub>2</sub> zusammenfassen (Bild 5). Die Zahlen in den

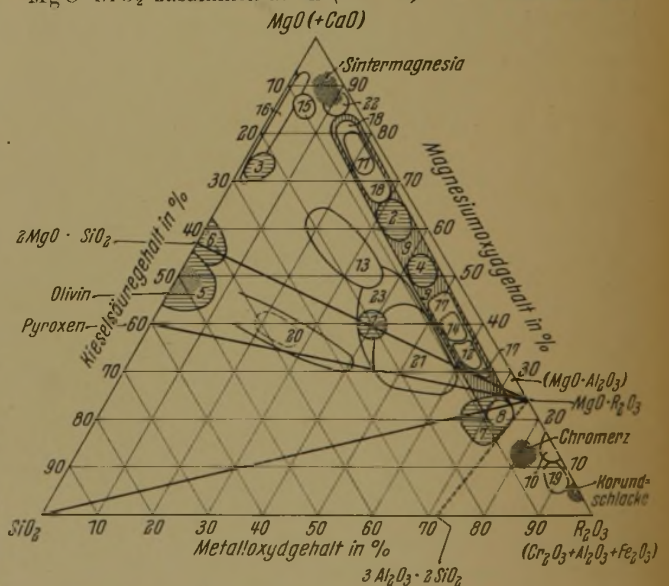


Bild 5. Entwicklung basischer Sondersteine der Gruppe 1 und 2 an Hand des Systems  $R_2O_3$ -SiO<sub>2</sub>-MgO. (Die Zahlen im Schaubild unterrichten über Veröffentlichungen und Patente nach dem beigefügten Schrifttumsverzeichnis. Dasselbe gilt für Bild 6 und 7.)

Feldern unterrichten über die wichtigsten zugehörigen Patente und Veröffentlichungen. Es fällt auf, daß die vorgeschlagenen Zusammensetzungen für Chrommagnesiasteine zu einer starken Ueberlagerung führen. Man darf sich aber hierdurch nicht täuschen lassen, da nämlich die Unterschiede zumeist in den gleichzeitigen Vorschlägen über die Her-stellungsbedingungen (Körnungsauswahl, Preßdruck, ge-brannt oder ungebrannt) liegen. Immerhin kann man fest-stellen, daß praktisch alle Zusammensetzungen der Mi-schungsbestandteile Chromit-spinell-Magnesiumoxyd-For-ste-rit vorgeschlagen wurden.

Um eine einfache Darstellung der Gruppe 3 zu ermög-lichen, ist zu bedenken, daß in dieser Gruppe immer so viel

<sup>26)</sup> 43, 47, 77, 86, 94, 96, 131, 249.

<sup>27)</sup> 150, 151, 233, 332, 375.

<sup>28)</sup> 40, 50, 162, 328, 334.

<sup>29)</sup> 49, 114, 141, 150, 156, 171, 199, 204, 307, 327, 329, 341, 349, 361, 364, 366, 367.



basische Oxyde vorhanden sind, daß die Sesquioxyde des Chromerzes und die Kieselsäure abgesättigt werden und freies Magnesiumoxyd auftritt. Da aber das Magnesiumoxyd in allen möglichen Mischungen Bestandteil des Enderzeugnisses ist und die Zusammensetzung der übrigen Bestandteile nicht beeinflußt, ändern sich die Eigenschaften einer Masse mit steigendem Magnesiumoxyd Gehalt gleichlaufend mit demselben nach der Mischungsregel. Für die Beurteilung kennzeichnender Zusammensetzung kann also das Magnesiumoxyd aus dem Schaubild ausfallen. In diesem Sinne ist Bild 6 zu lesen, in dem ebenfalls die einzelnen Veröffentlichungen und Patente vermerkt sind. Auch in diesem Falle zeigt es sich deutlich, daß alle in Betracht kommenden kennzeichnenden Zusammensetzungen schon vorgeschlagen wurden und weitere Angaben sich nur mehr auf verschiedene Mengenverhältnisse innerhalb der kennzeichnenden Zusammensetzungen beziehen können.

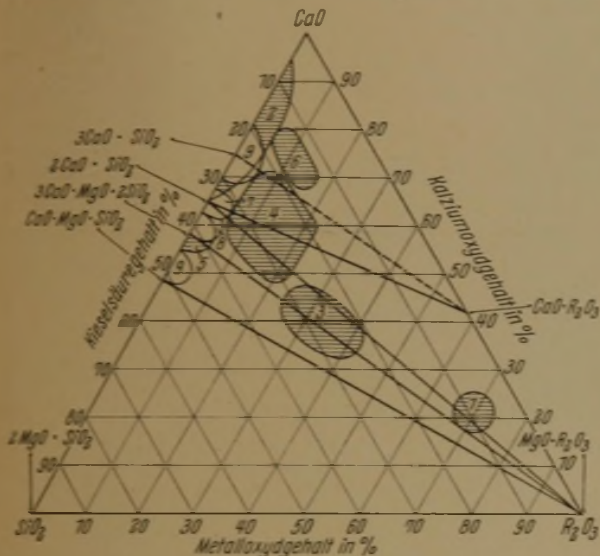


Bild 6. Entwicklung basischer Sondersteine der Gruppe 3 an Hand des Systems  $R_2O_3-SiO_2-CaO$ .

Da chromerzhaltige Steine vielfach aus zwei oder mehr chemisch vollkommen verschiedenen Bestandteilen aufgebaut sind, die meistens befähigt sind, unter Wachsen miteinander in Wechselwirkung zu treten, ist der physikalische Aufbau gegenüber den anderen feuerfesten Massen, die eigentlich nur aus einem Grundstoff bestehen, von besonders großer Bedeutung. Das Wachsen an der Grenzfläche der sich berührenden festen Stoffe ist auch der Grund, warum man der Korngrößenverteilung größte Sorgfalt zuwenden muß, um die Ausbildung zu vieler Reaktionsflächen, wie sie sich z. B. bei zu feiner Mahlung der Bestandteile ergibt, zu verhindern. Manche unbefriedigenden Ergebnisse (hohe Porosität, geringe Festigkeit) sind hierauf zurückzuführen, und gerade Vorschläge in jüngeren Patenten legen großen Wert auf Körnungsmaßnahmen oder auf bestimmte Verteilung der Bestandteile in den einzelnen Korngruppen<sup>31)</sup>. Im allgemeinen sind die Kaltdruckfestigkeiten chromerzhaltiger Massen unbefriedigend (377) und die Porositäten ziemlich hoch, was für den mechanischen Verschleiß und die Verschlackung ungünstig ist (230); man wählt daher zweckmäßig Körnungszusammensetzungen, welche die dichteste Packung ergeben (162).

Ferner dürfte zwischen dichtester Packung und günstigster Abschreckfestigkeit eine Parallelität bestehen (378); die Ähnlichkeit zwischen dem Körnungs-

schaubild für dichteste Packung (Bild 7) und beste Temperaturwechselbeständigkeit scheint dies zu bestätigen, doch ist auch die Verteilung der einzelnen Mischungsbestandteile auf die Korngruppen von Bedeutung<sup>31)</sup>. Für die Darstellung der Körnungszusammensetzung einer Masse wurde schon frühzeitig vorgeschlagen, die Körnungsanalyse in Grob-, Mittel- und Feinkorn aufzuteilen und deren Mengenverhältnis im Dreistoffschaubild einzutragen (16). In dieser Art wurde die Frage des günstigsten Körnungsaufbaues zur Erzielung der dichtesten Packung bei feuerfesten Massen geklärt<sup>32)</sup>. In Bild 7 sind die verschiedenen Vorschläge über dichteste Packung und höchste Abschreckfestigkeit zusammengefaßt. In dem herangezogenen Schrifttum sind wohl nicht die gleichen Grenzen für Grob-, Mittel- und Feinkorn angegeben, doch wird in etwa das Durchmesser Verhältnis von Grobkorn zu Feinkorn von 10:1 gewahrt und auch meistens angeführt, daß Ueberschreitungen der Durch-

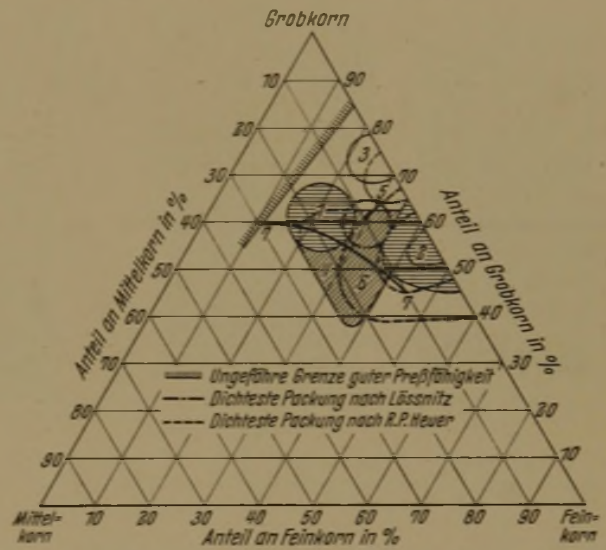


Bild 7. Günstigster Körnungsaufbau zur Erzielung der dichtesten Packung bei chromerzhaltigen feuerfesten Massen.

messergrenze statthaft sind und die Eigenschaften nicht schlagartig verschlechtern. Bild 7 zeigt, daß das Gebiet guter Abschreckfestigkeit an Zusammensetzungen mit hohem Anteil an Grobkorn gebunden ist. Da andererseits, um noch eine gute Verpressung zu erzielen, die Menge des Feinanteils nicht allzu niedrig sein darf, ergibt sich für gute Abschreckfestigkeit ein Feld günstigsten Körnungsaufbaues, welches die dichteste Kornpackung umfaßt, aber auch noch gröbere Massen einschließt.

Zerstörungsvorgang von chromerzhaltigen Steinen bei Betriebsbeanspruchung.

Bei den bisherigen Ausführungen wurden die chromerzhaltigen feuerfesten Massen auf Grund laboratoriumsmäßig gewonnener Zahlen im Vergleich mit anderen feuerfesten, besonders basischen Steinen beurteilt. Entscheidend ist aber selbstverständlich die praktische Bewährung, und man erkennt aus dem Schrifttum der letzten Jahre, daß sich die Zweifel mehren, ob die einseitige Hochzüchtung von Eigenschaften der chromerzhaltigen Steine als Auswirkung von Normvorschriften tatsächlich zu einer Steigerung der Brauchbarkeit im praktischen Betrieb führt (91, 180, 182).

Untersuchungen aus jüngster Zeit gestatten ein Bild über die Zerstörungsvorgänge an chromerzhaltigen Steinen, vor

<sup>31)</sup> 327, 333, 334, 337, 345, 346, 349, 352, 353, 355, 369, 377, 78, 379.

<sup>32)</sup> 138, 317, 327, 333, 337, 346, 353, 370, 377, 379.

<sup>33)</sup> 16, 143, 322, 326.

allein an Chrommagnesiasteinen, zu entwerfen<sup>33)</sup>. Man kann bei Chrommagnesiasteinen, die eine längere Reise im Siemens-Martin-Ofen hinter sich haben, ähnlich wie bei einem gebrauchten Silikastein, mehrere Zonen feststellen: 1. eine stark mit Eisenoxyd getränkte Schicht, 2. eine verklüftete Schicht und 3. unveränderter Stein (Bilder 8 bis 10).

Die Zusammensetzung dieser Schichten ist auf Grund von Mittelwerten aus Veröffentlichungen in Bild 11 schematisch dargestellt. In der Zone 1 ist Eisenoxyd angereichert. An Dünnschliffen läßt sich erkennen, daß diese Aufnahme von Eisenoxyd zu einem Wachsen der Chromerzkörner und damit zu einem Sprengen des Verbandes führt (Bersten), welches sich um so schärfer auswirkt, als gerade in dieser Schicht das Bindemittel vollständig abgewandert ist<sup>34)</sup>. Am Uebergang zwischen Schicht 1 und 2 scheinen

klüftertem Stein (Zone 2) und unverbrauchtem Stein (Zone 3) aus, und es ist verständlich, daß an der Grenzstelle dieser physikalisch und chemisch so stark unterschiedlich zusammengesetzten Zonen der Stein zu Abplatzungen neigt, was man auch daran erkennen kann, daß gerade dort häufig Risse an gebrauchten Steinen auftreten (Bilder 8 bis 10). Die Art der Ausbildung der verklüfteten Schicht der Zone 2 und die Geschwindigkeit ihrer Bildung bzw. ihres Wachstums führt durch den nicht zu vermeidenden Temperaturwechsel in den Öfen zu verschiedenen Haltbarkeiten. Diese durch die Verklüftung im Betriebe entstehende Empfindlichkeit gegen Temperaturwechsel hat aber mit der Abschreckfestigkeit des ungebrauchten Steines selbst nichts zu tun; es besteht nur die selbstverständliche Voraussetzung, daß der ungebrauchte Stein genügend



Bild 8. Ungebrauchter Stein. Bild 9. Gebrachte Steine. Bilder 8 bis 10. Zerstörungserscheinungen an Chrommagnesiasteinen durch Beanspruchung im Siemens-Martin-Ofen.

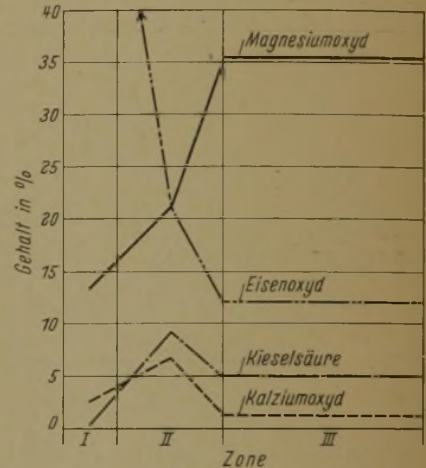
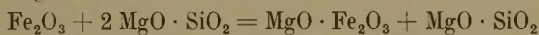


Bild 11. Zusammensetzung der Zonen in gebrauchten Chrommagnesiasteinen nach J. C. Hayman sowie W. Hugill und A. T. Green.

sich auf Grund von Gefügeuntersuchungen nach der Umsetzung



niedrigschmelzende Verbindungen anzureichern<sup>35)</sup>. Ferner erkennt man, daß Kalziumoxyd und Kieselsäure am weitesten von der heißen Seite zur kälteren abgewandert sind und sich in Zone 2 angereichert haben (152, 214). In einer der jüngsten Arbeiten auf diesem Gebiete (214) wird angenommen, daß es sich hierbei um niedrigschmelzende Kalziumsilikate handelt, doch dürfte die Schmelze in erster Linie aus Monticellit bestehen, da Kalziumsilikat neben Magnesiumoxyd, das in Chrommagnesiasteinen immer im Ueber-schuß vorhanden ist, im Gleichgewicht nicht beständig ist.

Diese Ausbildung von Schichten mit stark verschiedenem chemischen Aufbau und unterschiedlichem physikalischen Verhalten ist die letzte Ursache für die Zerstörungserscheinungen an Chrommagnesiasteinen. Wächst der Chrommagnesiastein bei den betreffenden Betriebstemperaturen unter der Einwirkung von Eisenoxyddämpfen oder Eisenoxydschlacken zu rasch, oder ist das Bersten mit einer zu großen Ausdehnung verknüpft, so werden größere Teile der Steinoberfläche abgesprengt (das vielfach beobachtete „Schneien“ von Chrommagnesiasteinen), was je nach dem Ausmaß dieser Zerstörungserscheinungen zu einem rasch steigenden Verschleiß der Steine führt. Es bildet sich ferner eine scharfe Trennungslinie zwischen ver-

temperaturwechselbeständig ist, um nicht während der ersten Zeit der Ofenreise schon abzuplatzen. Die im späteren Teil der Ofenreise auftretenden Zerstörungserscheinungen sind, wie schon erwähnt, auf die Art der Ausbildung und die Dicke der verklüfteten Schicht zurückzuführen.

Schon diese kurzen Ueberlegungen auf Grund der wenigen Angaben, die im Schrifttum zu finden sind, lassen erkennen, daß es berechtigt ist, beim heutigen Stande der Entwicklung der Chrommagnesiasteine bei der Beurteilung der Steine nur auf Grund von Laboratoriumsuntersuchungen vorsichtig zu sein.

#### Anwendung chromerzhaltiger Steine.

Ueberblickt man die Verwendungsgebiete, die sich die chromerzhaltigen Steine erobert haben, oder die Stellen, an denen sie erprobt wurden, so kann man die folgenden Hauptverwendungsgebiete unterscheiden.

Reine Chromerzsteine und -stampfmassen werden an Stellen von Öfen, wo sie nicht zu hohen Temperaturen, Belastungen und Temperaturwechsel ausgesetzt sind, verwendet. Häufig dienen sie als Hintermauerung und werden mit Magnesiasteinen, Chrommagnesiasteinen und dergleichen verblendet. Dienen die Chromerzsteine und -massen in diesen Fällen nur als Ersatz für Sintermagnesia und Magnesiasteine<sup>36)</sup>, so haben sie andererseits bei der Verwendung in Wärmöfen zu einem merklichen technischen Fortschritt geführt (228, 231), da sie durch Eisenoxydschlacke nicht angegriffen werden und verhindern, daß sich diese Schlacke festsetzt.

<sup>33)</sup> 133, 136, 169, 182, 212, 214, 216, 221.

<sup>34)</sup> 133, 169, 212, 221.

<sup>35)</sup> 133, 169, 212, 214, 221.

<sup>36)</sup> 3, 18, 61, 93, 107, 116, 174, 213.

Dies dürfte auf das Wachsen des Chromerzes bei der Einwirkung von Eisenoxyd zurückzuführen sein, wodurch immer eine Trennfläche zwischen dem Chromerz und dem Eisenoxyd erhalten bleibt und die Eisenoxyschlacke abgestoßen werden kann, während beim Magnesiastein das Eisenoxyd in Form von Magnesiaferrit in den Stein eindringt und einen einheitlichen Uebergang bildet.

Eine Gruppe für sich bilden die Steine aus geschmolzenen chromoxydhaltigen Schlacken, die trotz einer Zusammensetzung, die jener des Chromerzes nahesteht, ein günstiges Erweichungsverhalten und damit eine vielseitige Verwendbarkeit zeigen. Ihre Empfindlichkeit gegen Temperaturwechsel und der hohe Preis beschränken allerdings ihren Absatz<sup>37)</sup>.

Bei Chrommagnesiasteinen mit überwiegendem Gehalt an Chromerz liegen die meisten Erfahrungen über die Verwendung in der Eisen- und Metallindustrie, besonders im Siemens-Martin-Oberofen vor. Die Chrommagnesiasteine haben sich auf diesem Gebiete durchgesetzt, wenn auch manche Rückschläge darauf schließen lassen, daß die Entwicklung durchaus noch nicht abgeschlossen ist<sup>38)</sup>.

Chrommagnesiasteine mit überwiegendem Gehalt an Sintermagnesia sind in Europa selten hergestellt worden; sie haben aber in Form von ungebrannten Steinen in den Vereinigten Staaten ein beträchtliches Anwendungsgebiet in der Stahlindustrie und zur Auskleidung der Drehöfen der Zementindustrie gefunden<sup>39)</sup>. Ebenso wird aus Rußland berichtet, daß sich Chrommagnesiasteine mit oft beträchtlichen Gehalten an Sintermagnesia bei Elektroöfen und in Siemens-Martin-Oefen sehr gut bewährt haben (90, 92). Auch in der chemischen Industrie scheint der Chrommagnesiastein mit hohem Magnesiumoxydgehalt Eingang zu finden (62, 336). Neuere Patente deuten darauf hin, daß auch in Europa diese Steinart zu einer stärkeren Entwicklung gelangt (352, 353).

Prüft man die Voraussetzung für die Anwendung chromerzhaltiger Steine, so muß man besonders feststellen, daß Großdeutschland keine Chromerzvorkommen hat, daß aber Sintermagnesia verschiedenster Zusammensetzung zur Verfügung steht, so daß man aus wehr- und volkswirtschaftlichen Gründen wohl immer geneigt sein wird, Chromerz in feuerfesten Massen in tunlichst geringer Menge zu verwenden.

Die Untersuchungs- und Betriebsergebnisse magnesiareicher chromerzhaltiger Steine zeigen, daß kein innerer technischer Grund dafür besteht, ausschließlich Chrommagnesiasteine mit einem überwiegenden Gehalt an Chromerz zu verwenden. Manches deutet sogar darauf hin, daß bei entsprechendem Aufbau eines magnesiareichen chromerzhaltigen Steines dieser sich im Betriebe in vielen Fällen ebensogut bewähren wird wie der chromerzreiche Stein. Vielleicht liegen noch nicht genügend

Erfahrungen bei den Herstellerfirmen im Sinne dieser durch die äußeren Umstände beschleunigten Entwicklung vor. Es wäre aber andererseits zu betonen, daß allfällige Rückschläge die Stahlwerke nicht abhalten sollten, die derzeitige Entwicklung durch neue Versuche zu unterstützen. Bei magnesiareichen, chromerzhaltigen Sondersteinen ist es nämlich möglich, an das Chromerz selbst geringere Ansprüche zu stellen als bisher, da das Chromerz als Träger der feuerfesten Eigenschaften zurücktritt. Man könnte dann Chromerze mit ungünstigem Gehalt an Chromoxyd und beträchtlichem Gehalt an Magnesia-silikaten verwenden, also Chromerze, die für die Herstellung von Chromlegierungen nicht in Frage kommen.

Bei den reichen Vorkommen an Magnesia in Deutschland erscheint es auch zweifelhaft, ob der Herstellung von Dolomit- und Forsteritsteinen auf der Grundlage eines beträchtlichen Chromerzgehaltes, trotz der zweifellos vorhandenen Erfolge, eine Zukunft beschieden ist.

Die augenblickliche Entwicklung der basischen Sondersteine führt zu magnesiareichen Steinen, und es wird vielleicht gelingen, Steine mit befriedigenden Eigenschaften ausschließlich aus inländischen Rohstoffen aufzubauen. In diesem Zusammenhange sei auf die erfolgreiche Verwendung von ummantelten Magnesiaformlingen (15, 105) und auf die kürzlich entwickelten chromerzfreien Sondersteine verschiedener deutscher Firmen hingewiesen. Ein Erfolg auf diesem Gebiete würde die Unabhängigkeit von fremden Rohstoffquellen sichern, was auch dann von Bedeutung bleibt, wenn bei wieder geregelterm Zugang zu den Chromerzvorkommen die verschiedenen Steinarten je nach ihren für den Verwendungszweck abgestimmten Eigenschaften und je nach ihrer Wirtschaftlichkeit zum Einbau in den Ofen herangezogen werden.

#### Zusammenfassung.

Die Entwicklung der chromerzhaltigen feuerfesten Baustoffe wird geschildert und auf die gebietlichen Voraussetzungen der verschiedenen Entwicklungsrichtungen hingewiesen.

In den feuerfesten, chromerzhaltigen Massen wird das Chromerz in wechselnden Mengen von Sintermagnesia, Magnesia-silikaten oder Sinterdolomit begleitet. Die Vorgänge beim Brennen und Verschlacken der feuerfesten chromerzhaltigen Massen und die Auswirkung auf die Eigenschaften werden klargelegt. Die Zusammensetzung und Entwicklung der chromerzhaltigen Massen wird an Hand von Schaubildern des Systems (Chromoxyd + Eisenoxyd + Tonerde) — Magnesiumoxyd — Siliziumdioxyd — Kalziumoxyd gekennzeichnet. Der Korngrößenverteilung bei der Herstellung von chromerzhaltigen Steinen ist größte Sorgfalt zuzuwenden. Auf den Zerstörungsvorgang von Chrommagnesiasteinen im Siemens-Martin-Ofen mit der dabei auftretenden Schichtenbildung wird im einzelnen eingegangen. Ferner wird das Anwendungsgebiet der verschiedenen chromerzhaltigen Baustoffe beschrieben und die augenblickliche Richtung der Entwicklung zu magnesiareichen Steinen begründet.

#### Schrifttum.

- A. Zeitschriften und Bücher.
1. Bock, G. M.: Diss. Techn. Hochschule Breslau 1868.
  2. Bates, P. H., und A. A. Klein: Technol. Pap. Bur. Stand. 8 (1917) Nr. 78, S. 5/7.
  3. Reynolds, A.: Trans. ceram. Soc. 17 (1918) S. 385/92.
  4. Larsen, B. M.: Blast Furn. 15 (1927) S. 295/96 u. 300.
  5. Karatschunski, B.: Der Magnesit 1926. Moskau-Leningrad.
  6. Karatschunski, B.: Mineralnoje Ssyrye, Mosk., 1927, Nr. 3, S. 215/16.
  7. Jones, H. G.: J. Amer. ceram. Soc. 12 (1929) S. 732/37.
  8. Griffith, R. E.: J. Amer. ceram. Soc. 7 (1924) S. 690/98.
  9. Bodin, E.: Trans. ceram. Soc. 21 (1922) S. 1 u. 44.
  10. Fisher, L. W.: Amer. Mineral. 14 (1929) S. 341/57; vgl. Chem. Zbl. 101 (1930) I, S. 191.
  11. McDowell, J. Sp., und H. S. Robertson: J. Amer. ceram. Soc. 5 (1922) S. 865/87.

12. Handbuch der Mineralchemie, hrsg. von C. Doelter. Dresden u. Leipzig. Bd. 4, T. 2 1929.
13. Searle, A. B.: Refractory Materials. London 1924. S. 420.
14. Searle, A. B.: Encyclopaedia of the Ceramic Industrie. London 1929. S. 208/09.
15. McCallum, N. E.: Blast Furn. 8 (1920) S. 52/56.
16. Westman, A. E. R., und H. R. Hugill: J. Amer. ceram. Soc. 13 (1930) S. 767/79.
17. Hartmann, F.: Ber. dtsh. keram. Ges. 11 (1930) S. 47/62.
18. Ferrari, F. E.: Rass. minerar. metallurg. ital. 70 (1930) S. 106/07; vgl. Chem. Zbl. 102 (1931) I, S. 989.
19. J. Franklin Inst. 210 (1930) S. 382/83.
20. Smith, L. A.: Amer. Inst. min. metallurg. Engrs., Techn. Publ. Nr. 423, 1931, 28 S.
21. Rieke, R., und K. Blicke: Ber. dtsh. keram. Ges. 12 (1931) S. 163/86.
22. Fitzgerald, A. E.: Min. & Metall. 12 (1931) S. 527/32.
23. Sittard, J.: Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 1014/17 (Stahlw.-Aussch. 237).
24. Schwetzow, W. N.: Feuerfeste Materialien in der Metallurgie. Moskau 1932.
25. Schmauser, J.: Tonind.-Ztg. 56 (1932) S. 1123/24.
26. Schenck, R., H. Franz und A. Laymann: Z. anorg. allg. Chem. 206 (1932) S. 129/51; vgl. Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 731/32.
27. Reinhart, F.: Tonind.-Ztg. 56 (1932) S. 32/34.
28. Reinhart, F.: Dtsch. Ziegel-Ztg. 1932, S. 119/20; vgl. Chem. Zbl. 103 (1932) I, S. 2880.
29. Parmelee, C. W., und A. Ally: J. Amer. ceram. Soc. 15 (1932) S. 213/25; vgl. Chem. Zbl. 103 (1932) I, S. 3213.
30. Kleffner, J., und E. J. Kohlmeyer: Metall u. Erz 29 (1932) S. 189/94.
31. Hirsch, H.: Tonind.-Ztg. 56 (1932) S. 1147/49.
32. Freise, F. W.: Metall u. Erz 29 (1932) S. 456/58.
33. Fisk, H. G., und W. J. McCaughey: Ohio State Univ. Stud., Engng. Ser. 1 (1932) Nr. 4 (The Engng. Exp. Station. Bull. Nr. 70) S. 31/32.
34. Endell, K.: Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 759/63 u. 856.
35. Budnikoff, P. P., und E. L. Mandelgrün: Ber. dtsh. keram. Ges. 13 (1932) S. 521/24.
36. Sprenger, A.: Keram. Rdsch. 41 (1933) S. 58/60; vgl. Chem. Zbl. 104 (1933) I, S. 1988.
37. Salmang, H., und K. Schnitzler: Ber. dtsh. keram. Ges. 14 (1933) S. 61/84.
38. Parmelee, C. W., und A. Ally: Bull. Brit. Refract. Res. Ass. 32 (1933) S. 53 ff.
39. Lynam, T. R., und W. J. Rees: Bull. Brit. Refract. Res. Ass. 30 (1933) S. 31 ff.
40. Lynam, T. R., und W. J. Rees: Bull. Brit. Refract. Res. Ass. 32 (1933) S. 79 ff.
41. Heuer, R. P.: Trans. Amer. Inst. min. metallurg. Engrs. 106 (1933) S. 278/81.
42. Heindl, R. A.: J. Res. nat. Bur. Stand. 10 (1933) S. 715/35.
43. Hall, F. P., und H. Insley: J. Amer. ceram. Soc. 16 (1933) S. 463/567; vgl. Chem. Zbl. 105 (1934) I, S. 100/01.
44. Endell, K., und W. Müllensiefen: Ber. dtsh. keram. Ges. 14 (1933) S. 16/28.
45. Carrie, G. M., und D. W. Stewart: Canad. min. metallurg. Bull. 1933, S. 541/54; vgl. Chem. Zbl. 104 (1933) II, S. 2876.
46. Budnikoff, P. P., und A. A. Grebenik: Ber. dtsh. keram. Ges. 14 (1933) S. 197/202.
47. Bowen, N. L., J. F. Schairer und E. Posnjak: Amer. J. Sci. (Silliman) 26 (1933) S. 193/284; vgl. Chem. Zbl. 104 (1933) II, S. 3254/55.
48. Tyler, W. H., und W. J. Rees: Trans. ceram. Soc. 33 (1934) S. 104/27.
49. Tabakow, S., und W. Belowodski: Ogneupory 2 (1934) Nr. 9, S. 8/13; vgl. Chem. Zbl. 106 (1935) II, S. 2261.
50. Seil, G. E.: Pennsylvania State Coll., Mineral Ind. Exp. Station, 40 (1934) Bull. Nr. 14, S. 46/56.
51. Ruprecht, B. C., R. H. H. Pierce und F. A. Harvey: J. Amer. ceram. Soc. 17 (1934) S. 185/93; vgl. Chem. Zbl. 106 (1935) I, S. 288/89.
52. Preston, F. W.: J. Amer. ceram. Soc. 17 (1934) S. 356/57; vgl. Chem. Zbl. 106 (1935) II, S. 420.
53. Ominin, L. W.: Mineral. Rohstoffe 9 (1934) Nr. 2, S. 29/33; vgl. Chem. Zbl. 106 (1935) I, S. 3459.
54. Myschkin, S. N.: Ogneupory 3 (1935) S. 243/48; vgl. Chem. Zbl. 107 (1936) I, S. 2177.
55. Mamykin, P. S.: Ogneupory 2 (1934) S. 20.
56. Krause, O., und W. Thiel: Ber. dtsh. keram. Ges. 15 (1934) S. 101/10, 111/27 u. 169/78.
57. Karajanopulo, K. A.: Ogneupory 2 (1934) Nr. 4, S. 11/15; vgl. Chem. Zbl. 106 (1935) I, S. 769.
58. Heuer, R. P.: Rock Prod. 37 (1934) Nr. 12, S. 42/46; vgl. Chem. Zbl. 106 (1935) I, S. 2869.
59. Heindl, R. A., und W. L. Pendergast: J. Res. nat. Bur. Stand. 12 (1934) S. 215/22.
60. Goluschko, N.: Ogneupory 2 (1934) Nr. 7, S. 37/43; vgl. Chem. Zbl. 106 (1935) I, S. 3971.
61. Deribéré, M.: Rev. Matér. Construct. Trav. publ. 1934, S. 101/04 B.
62. Budnikoff, P. P., und S. A. Jicharewitsh: Trans. ceram. Soc. 33 (1934) S. 368/78; vgl. Chem. Zbl. 106 (1935) I, S. 612.
63. Basilewitsch, A. S.: Ogneupory 2 (1934) Nr. 4, S. 20/23; vgl. Chem. Zbl. 106 (1935) I, S. 1288.
64. Andersen, O.: J. Amer. ceram. Soc. 17 (1934) S. 221/35; vgl. Chem. Zbl. 106 (1935) I, S. 458.
65. Andersen, O.: J. Franklin Inst. 217 (1934) S. 108/09.
66. Uralow, M. A., und A. S. Bereshnoi: Ogneupory 3 (1935) S. 587/94; vgl. Chem. Zbl. 107 (1936) I, S. 2800.
67. Trostel, L. J.: Chem. metallurg. Engng. 42 (1935) S. 363/67.
68. Trostel, L. J.: Blast Furn. 23 (1935) S. 703/05, 776.
69. Thilo, E.: Z. anorg. allg. Chem. 225 (1935) S. 49/63.
70. Rieke, R., und A. Ungewiss: Ber. dtsh. keram. Ges. 16 (1935) S. 482/99.
71. Ridgway, R. H.: U. S. Dep. Interior. Bur. Mines, Minerals Yearbook 1935, S. 521/33; nach Chem. Zbl. 107 (1936) I, S. 4344.
72. Rees, W. J.: Bull. R. R. A. Record 12 (1935) S. 2 ff.
73. Morawa, F. W.: Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 201/06 (Stahlw.-Aussch. 289).
74. Lynam, T. R., und W. J. Rees: Bull. Brit. Refract. Res. Ass. 36 (1935) S. 34 ff.
75. Litinsky, L.: Ber. dtsh. keram. Ges. 16 (1935) S. 565/96; vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 579/81.
76. Kljutscharow, J. W.: Ogneupory 3 (1935) S. 594/96; vgl. Chem. Zbl. 107 (1936) I, S. 2801.
77. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Hrsg. von R. Brauns, F. Broili [u. a.]. Stuttgart. Abt. A, Beilage-Bd. 69. 1935. S. 269/308.
78. Heuer, R. P.: Steel 97 (1935) Nr. 8, S. 22/25, 30 u. 32.
79. Heger, A., A. Sonntag und M. Leineweber: Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 265/76 (Stahlw.-Aussch. 290).
80. Hartmann, F.: Ber. dtsh. keram. Ges. 16 (1935) S. 36/44.
81. Greiner, E.: Rev. univ. Mines 8. Sér., 11 (1935) S. 502/06.
82. Frenkel, A. S., und A. S. Bereshnoi: Ogneupory 3 (1935) S. 449/55; nach Chem. Zbl. 107 (1936) S. 2178.
83. Deribéré, M.: Métaux et Machines 48 (1935) S. 309/12; nach Chem. Zbl. 106 (1935) II, S. 2034.
84. Chesters, J. H., und C. W. Parmelee: J. Amer. ceram. Soc. 18 (1935) S. 94/100; vgl. Chem. Zbl. 107 (1936) I, S. 1288.
85. Caesar, F.: Ber. dtsh. keram. Ges. 16 (1935) S. 515/20.
86. Bowen, N. L., und J. F. Schairer: Amer. J. Sci. (Silliman) 29 (1935) S. 151/217.
87. Birch, R. E., und F. A. Harvey: J. Amer. ceram. Soc. 18 (1935) S. 176/92; vgl. Chem. Zbl. 107 (1936) S. 1938.
88. Belowodski, W. W., und G. Tasitdinow: Ogneupory 3 (1935) S. 419/21; vgl. Chem. Zbl. 107 (1936) I, S. 2177.
89. Basilewitsch, A. S.: Ogneupory 3 (1935) S. 273/76; nach Chem. Zbl. 107 (1936) I, S. 2414.
90. Tasitdinow, G., und A. Schaforosstow: Ogneupory 4 (1936) S. 807/10; vgl. Chem. Zbl. 108 (1937) II, S. 1065.
91. Tabakow, S. J., und W. W. Belowodski: Ogneupory 4 (1936) S. 295/97; nach Chem. Zbl. 108 (1937) I, S. 1229.
92. Tabakow, S. J., W. W. Belowodski und G. M. Tasitdinow: Ogneupory 4 (1936) S. 102/12; vgl. Chem. Zbl. 107 (1936) II, S. 673.
93. Sullivan, J. D.: J. Amer. ceram. Soc. 19 (1936) S. 213/33. Min. & Metall. 17 (1936) S. 299/301; vgl. Chem. Zbl. 107 (1936) II, S. 1778.
94. Strassen, H. zur: Zement 25 (1936) S. 218/21; vgl. Chem. Zbl. 107 (1936) I, S. 4348.
95. Strassen, H. zur: Fortschr. Mineral. Kristallogr. Petrogr. 20 (1936) S. 280; nach Chem. Zbl. 108 (1937) I, S. 782.
96. Schwiete, H. E., und H. zur Strassen: Zement 25 (1936) S. 843/46, 861/65 u. 879/82; vgl. Chem. Zbl. 108 (1937) I, S. 1759.
97. Schekurov: Zement (russ.) 4 (1936) Nr. 1, S. 40/42; nach Chem. Zbl. 107 (1936) II, S. 1224.
98. Maranz, A. G.: Ogneupory 4 (1936) S. 547/52; vgl. Chem. Zbl. 108 (1937) I, S. 2429.

99. Lynam, T. R., und W. J. Rees: *Trans. ceram. Soc.* 35 (1936) S. 138/52 u. 153/65; vgl. *Chem. Zbl.* 107 (1936) I, S. 4959.
100. Litinsky, L.: *Iron Steel Ind.* 10 (1936) S. 101/05.
101. Lewitanski, B. I.: *Ogneupory* 4 (1936) S. 472/83 u. 523/40; nach *Chem. Zbl.* 108 (1937) I, S. 2429.
102. Kuprijanowa, L.: *Ogneupory* 4 (1936) S. 554/59; vgl. *Chem. Zbl.* 108 (1937) I, S. 2429.
103. Kral, H.: *Stahl u. Eisen* 56 (1936) S. 1000/02 (*Stahlw.-Aussch.* 316).
104. Kortt, E., und A. Drashnikowa: *Ogneupory* 4 (1936) S. 797/806; vgl. *Chem. Zbl.* 108 (1937) II, S. 1064/65.
105. Konopicky, K., und H. Kassel: *Ber. dtsh. keram. Ges.* 17 (1936) S. 465/83.
106. Hermann, F.: *Metallwirtsch.* 15 (1936) S. 357.
107. Hamilton, W.: *Foundry Trade J.* 54 (1936) S. 101.
108. Gontscharow, W., K. Feodotjew und D. Wogman: *Ogneupory* 4 (1936) S. 552/53; nach *Chem. Zbl.* 108 (1937) I S. 2429.
109. Dolitzki, Ja. I.: *Ssowjetskaja-Metallurgija* 8 (1936) S. 12/15; nach *Chem. Zbl.* 108 (1937) I, S. 4675.
110. Craig, J. W.: *Canad. min. metallurg. Bull.* 292 (1936) S. 516/30; vgl. *Chem. Zbl.* 107 (1936) II, S. 2774.
111. van Arkel, A. E., E. J. W. Verwey und M. G. van Bruggen: *Rec. trav. chim., Pays-Bas*, 55 (1936) S. 331/39 u. 340/47; vgl. *Chem. Zbl.* 107 (1936) II, S. 2874/75.
112. Woronin, N. I.: *Ogneupory* 5 (1937) S. 790/97; vgl. *Chem. Zbl.* 110 (1939) I, S. 498.
113. Tyler, P. M., und R. P. Heuer: *Ind. Minerals Rocks* 1937, S. 609/42; nach *Chem. Zbl.* 109 (1938) I, S. 1426.
114. Trostel, L. J.: *Iron Steel Engr.* 14 (1937) Nr. 3, S. 24/35 u. 46.
115. Sullivan, J. D.: *Blast Furn.* 25 (1937) S. 90.
116. Sullivan, J. D.: *Manual ASTM Standards Refractory Materials*. Philadelphia, Pa. 1937. S. 130/39.
117. Seil, G. E.: *Ind. Minerals Rocks* 1937, S. 199/206; nach *Chem. Zbl.* 109 (1938) I, S. 1636.
118. Schurecht, H. G.: *Brick Clay Rec.* 90 (1937) S. 174/76; vgl. *Chem. Zbl.* 108 (1937) I, S. 4546.
119. Roisen, A. I.: *Ogneupory* 5 (1937) S. 373/81; nach *Chem. Zbl.* 109 (1938) I, S. 150/51.
120. Rees, W. J.: *Trans. ceram. Soc.* 36 (1937) S. 306/07 (*Erörterungsbeitrag*).
121. Rees, W. J.: *Foundry Trade J.* 56 (1937) S. 56.
122. Pieper, L.: *Ber. dtsh. keram. Ges.* 18 (1937) S. 41/64.
123. Partridge, J. H.: *Metal Ind., Lond.*, 51 (1937) S. 81/86 u. 111/14; nach *Chem. Zbl.* 109 (1938) I, S. 1426.
124. Matwejew, R. R., und A. S. Kascha: *Ogneupory* 5 (1937) S. 798/808; vgl. *Chem. Zbl.* 110 (1939) I, S. 1033.
125. Mamykin, P. S.: *Zwetynye Metally* 12 (1937) Nr. 10, S. 47/53; vgl. *Chem. Zbl.* 109 (1938) II, S. 746.
126. Lynam, T. R., und W. J. Rees: *Trans. ceram. Soc.* 36 (1937) S. 137/72.
127. Lynam, T. R., und W. J. Rees: *Trans. ceram. Soc.* 36 (1937) S. 133/36.
128. Lépingle, M.: *Verre Silicates ind.* 8 (1937) S. 403/07, 416/18 u. 425/28; vgl. *Chem. Zbl.* 109 (1938) I, S. 2235/36.
129. Kupferbürger, W., B. V. Lombaard, B. Wasserstein und C. M. Schwelnuis: *Union South Africa, Dep. Mines, geol. Surv. Divis., geol. Ser. Bull.*, Bull. Nr. 10, 1937, 48 S.; vgl. *Chem. Zbl.* 110 (1939) I, S. 368.
130. Konopicky, K.: *Ber. dtsh. keram. Ges.* 18 (1937) S. 97/106.
131. McIntosh, A. B., J. R. Rait und R. Hay: *J. roy. techn. Coll., Glasg.*, 4 (1937) S. 72/76; vgl. *Chem. Zbl.* 108 (1937) II, S. 946.
132. Hussey, A. V.: *J. Soc. chem. Ind.* 56 (1937) S. 53/61; vgl. *Chem. Zbl.* 108 (1937) I, S. 2235.
133. Hugill, W., und A. T. Green: *Bull. Brit. Refract. Res. Ass.* 34 (1937) S. 41ff. *Trans. ceram. Soc.* 37 (1938) S. 279/95.
134. Hedvall, J. A., und V. Ny: *Z. anorg. allg. Chem.* 235 (1937) S. 148/52.
135. Giolitti, F.: *Metal Progr.* 32 (1937) S. 384/402.
136. Dodd, A. E.: *Trans. ceram. Soc.* 36 (1937) S. 63/73.
137. Dodd, A. E.: *Iron Steel Ind.* 10 (1937) S. 497/98.
138. Craig, J. W., und N. P. Pitt: *Canad. Chem. Metallurgy* 21 (1937) S. 243.
139. Chesters, J. H., und L. Lee: *Trans. ceram. Soc.* 36 (1937) S. 377/83.
140. Chesters, J. H., und L. Lee: *Trans. ceram. Soc.* 36 (1937) S. 294/310.
141. Chadeyron, A. A., und W. J. Rees: *Bull. Brit. Refract. Res. Ass.* 44 (1937) S. 65/68.
142. Beljankin, D. S., und B. W. Iwanow: *Trudy petrografitschesskogo Instituta im. Lewinsson-Lessinga* 1937, Nr. 11, S. 111/26; vgl. *Chem. Zbl.* 109 (1938) II, S. 3298/99.
143. Anderegg, F. O.: *Bull. Amer. ceram. Soc.* 16 (1937) S. 11/13; vgl. *Chem. Zbl.* 108 (1937) I, S. 3384.
144. Bericht über feuerfeste Erzeugnisse in USA. (russ. Kommission) 1937.
145. Winter, J.: *Symposium on Steelmaking*. London 1938. (*Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 22.*) S. 123/49. Vgl. *Stahl u. Eisen* 58 (1938) S. 765/67.
146. Tereschtschenko, A. W., und O. M. Marguliss: *Ukrainski Nautschno-Issledowatelski Inst. Ogneuporow i Kisslotouporow* 1938, Nr. 44, S. 118/20; vgl. *Chem. Zbl.* 111 (1940) I, S. 1729.
147. Tereschtschenko, A. W., und O. M. Marguliss: *Ebenda*, S. 44/51; vgl. *Chem. Zbl.* 111 (1940) I, S. 1728.
148. Swinden, T., und J. H. Chesters: *Symposium on Steelmaking*. London 1938. (*Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 22.*) S. 275/94. Vgl. *Stahl u. Eisen* 58 (1938) S. 814.
149. Sullivan, J. D.: *Metal Progr.* 34 (1938) S. 369/71; vgl. *Stahl u. Eisen* 59 (1939) S. 224/25.
150. Shicharewitsch, S. A., und M. S. Feigin: *Ukrainski Nautschno-Issledowatelski Inst. Ogneuporow i Kisslotouporow* 1938, Nr. 44, S. 60/69; vgl. *Chem. Zbl.* 111 (1940) I, S. 1888.
151. Searle, A. B.: *Iron Steel Ind.* 11 (1938) S. 593/96.
152. Ruban, A. M.: *Ssowjetskaja Metallurgija* 10 (1938) Nr. 1, S. 38/44.
153. Roisen, A. I.: *Ogneupory* 6 (1938) S. 1442/48; vgl. *Chem. Zbl.* 110 (1939) I, S. 2660.
154. Petit, D.: *Rev. Metall, Mém.*, 35 (1938) S. 250/62 u. 296/308.
155. Okarokow, S. D., und P. I. Nowikow: *Ogneupory* 6 (1938) S. 1431/42.
156. Mowschewitsch, I. L.: *Westnik Inshenerow i Technikow* 1938, S. 250 u. 435; vgl. *Chem. Zbl.* 110 (1939) I, S. 4822.
157. Mowschewitsch, I. L.: *Ebenda* 1938, S. 300; vgl. *Chem. Zbl.* 109 (1938) II, S. 3298.
158. Matuschka, B.: *Symposium on Steelmaking*. London 1938. (*Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 22.*) S. 425/26 (*Erörterungsbeitrag*).
159. Maranz, A. G.: *Ogneupory* 6 (1938) S. 1507/18; vgl. *Chem. Zbl.* 110 (1939) I, S. 3611.
160. Mamykin, P. S., und S. G. Slatkin: *Ogneupory* 6 (1938) S. 990/96; vgl. *Chem. Zbl.* 110 (1939) I, S. 497.
161. Malquori, G., V. Sollazzo und A. Giannone: *Ric. sci. Progr. tecn. Econ. naz.* 9 (1938) II, S. 615/19; vgl. *Chem. Zbl.* 110 (1939) I, S. 3945.
162. Lynam, T. R., und W. J. Rees: *Trans. ceram. Soc.* 37 (1938) S. 481/505.
163. Kondo, S., und H. Yoshida: *J. Jap. ceram. Ass.* 46 (1938) S. 642 u. 643/44; nach *Chem. Zbl.* 110 (1939) I, S. 3241.
164. Koepfel, C.: *Tonind.-Ztg.* 62 (1938) S. 637/40.
165. Isaac, S. R.: *Symposium on Steelmaking*. London 1938. (*Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 22.*) S. 111/15. Vgl. *Stahl u. Eisen* 58 (1938) S. 765/67.
166. Jay, A. H., und J. H. Chesters: *Trans. ceram. Soc.* 37 (1938) S. 209/30.
167. Hussey, A. V.: *Indian Concrete J.* 12 (1938) S. 257/63; vgl. *Chem. Zbl.* 109 (1938) II, S. 2989.
168. Hutton, R. S.: *Ind. Heating* 5 (1938) S. 353/60; vgl. *Chem. Zbl.* 110 (1939) I, S. 248.
169. Hugill, W., und A. T. Green: *Refractories J.* 14 (1938) S. 551/58; nach *Chem. Zbl.* 110 (1939) I, S. 1033.
170. Harvey, F. A., und R. E. Birch: *Industr. Engng. Chem.* 30 (1938) S. 27/32.
171. Grebenjuk, A. A.: *Ukrainski Nautschno-Issledowatelski Inst. Ogneuporow i Kisslotouporow* 1938, Nr. 44, S. 51/60; vgl. *Chem. Zbl.* 111 (1940) I, S. 1728.
172. Goldschmidt, V. M.: *Industr. Engng. Chem.* 30 (1938) S. 32/34.
173. George, H.: *J. Four électr.* 47 (1938) S. 127/28.
174. Franz, A. F.: *Proc. Open-Hearth Steel Conference, Amer. Inst. min. metallurg. Engrs.* 1938, S. 176.
175. Fox, C. S.: *Iron Coal Tr. Rev.* 137 (1938) S. 137 u. 549.
176. Fedossejew, A. D., und F. A. Senkowitsch: *Ogneupory* 6 (1938) S. 1395/99; vgl. *Chem. Zbl.* 110 (1939) I, S. 4376.
177. Fairgrieve, J. G., und J. Gibson: *Symposium on Steelmaking*. London 1938. (*Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 22.*) S. 1/41. Vgl. *Stahl u. Eisen* 58 (1938) S. 791/92.

178. McDowell, J. S.: *Refractories J.* 14 (1938) S. 119/23; vgl. *Chem. Zbl.* 109 (1938) I, S. 3677.
179. Dolitzki, Ja. I.: *Sowjetskaja Metallurgija* 10 (1938) Nr. 1, S. 17/24; vgl. *Chem. Zbl.* 110 (1939) I, S. 5026.
180. Dodd, A. E.: *Brit. Clayworker* 46 (1937) S. 329/31. *Trans. Ceram. Soc.* 37 (1938) S. 436/42.
181. Dodd, A. E.: *Trans. Ceram. Soc.* 37 (1938) S. 427/35.
182. Dodd, A. E.: *Trans. Ceram. Soc.* 37 (1938) S. 339/45.
183. Craig, J. W.: *J. Canad. Ceram. Soc.* 7 (1938) S. 25/35; nach *Chem. Zbl.* 109 (1938) II, S. 2820.
184. Chesters, J. H.: *Engineering* 145 (1938) S. 764/67.
185. Charrin, V.: *Céram. et Vertr.* 6 (1938) S. 52/53; nach *Chem. Zbl.* 109 (1938) I, S. 4705. *Verre Silicates ind.* 40 (1939) S. 147/49; nach *Chem. Zbl.* 110 (1939) II, S. 1143.
186. Chadeyron, A. A., und W. J. Rees: *Brit. Refract. Res. Ass.* 47 (1938) S. 26/35. *First Report on Refractory Materials.* London 1939. (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 26.) S. 175/83 u. 185/88.
187. Birch, R. E.: *Brick Clay Rec.* 92 (1938) Nr. 6, S. 38/44; vgl. *Chem. Zbl.* 109 (1938) II, S. 1465.
188. Bereshnoi, A.: *Stal* 8 (1938) Nr. 1, S. 30/37; vgl. *Chem. Zbl.* 110 (1939) I, S. 2847.
189. Bainbridge, F.: *Symposium on Steelmaking.* London 1938. (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 22.) S. 199/209. *Vgl. Stahl u. Eisen* 58 (1938) S. 765/67.
190. Bainbridge, F.: *Symposium on Steelmaking.* London 1938. (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 22.)
191. Wischniewski, S. M.: *Bumashnaja Promyschlenost* 17 (1939) Nr. 8, S. 23/27; vgl. *Chem. Zbl.* 111 (1940) I, S. 3160.
192. Trostel, L. J.: *J. Amer. Ceram. Soc.* 22 (1939) S. 46/50.
193. Stone, R. L.: *J. Amer. Ceram. Soc.* 22 (1939) S. 342/48.
194. Sidorow, W. D.: *Zement (russ.)* 6 (1939) Nr. 3, S. 14/23; vgl. *Chem. Zbl.* 110 (1939) II, S. 3169/70.
195. Smith, L. A.: *Refractories J.* 15 (1939) S. 543; nach *Chem. Zbl.* 111 (1940) I, S. 1094.
196. Simin, I. A.: *Sapiski Wsserossisskogo Mineralogitschesskogo Obschtschestwa* 68 (1939) S. 192/98; vgl. *Chem. Zbl.* 111 (1940) I, S. 2619.
197. Schauer, Th.: *Tonind.-Ztg.* 63 (1939) S. 701/02 u. 724/25.
198. Roberts, A. L.: *Trans. Brit. Ceram. Soc.* 38 (1939) S. 602/27.
199. Reinhart, F.: *Tonind.-Ztg.* 63 (1939) S. 15/16 u. 29/30.
200. Rees, W. J., und T. R. Lynam: *First Report on Refractory Materials.* London 1939. (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 26.) S. 167/74.
201. Malquori, G., und G. Trucco: *Metallurg. ital.* 31 (1939) S. 225/35; vgl. *Chem. Zbl.* 110 (1939) II, S. 2577.
202. Lynam, T. R., und W. J. Rees: *Trans. Brit. Ceram. Soc.* 38 (1939) S. 211/25.
203. Lewin, N. L., und E. G. Kanowitsch: *Zement (russ.)* 6 (1939) Nr. 8, S. 10/14; vgl. *Chem. Zbl.* 111 (1940) I, S. 448.
204. Kukole, G. W., und I. J. Dudawski: *Ukrainiski Nautschnow-Issledowatelski Inst. Ogneuporow i Kisslotopowor* 1939, Nr. 45, S. 3/37.
205. Konopicky, K., und F. Caesar: *Ber. dtsh. keram. Ges.* 20 (1939) S. 367/73.
206. Kondo, S., und H. Yoshida: *J. Jap. Ceram. Ass.* 47 (1939) S. 12/15 u. 15/17.
207. Kondo, S., und H. Yoshida: *J. Jap. Ceram. Ass.* 47 (1939) S. 131/36.
208. Kljutscharow, Ja. W., und A. G. Maranz: *Trudy Wssesojusnogo Inst. Ogneuporow* Nr. 18, 1939, S. 32/53.
209. Kissin, D. A.: *Ogneupory* 7 (1939) S. 667/86; vgl. *Chem. Zbl.* 111 (1940) I, S. 2366.
210. Shak, A.: *Stal* 9 (1939) Nr. 4/5, S. 50/59.
211. *First Report on Refractory Materials.* London 1939. (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 26.) S. 201/04.
212. Hugill, W., und A. T. Green: *Ebenda*, S. 189/99.
213. Hite, E. C., und G. Soler: *Brick Clay Rec.* 95 (1939) Nr. 2, S. 54/57; vgl. *Chem. Zbl.* 110 (1939) II, S. 3466.
214. Hayman, J. C.: *Trans. Brit. Ceram. Soc.* 38 (1939) S. 536/60.
215. Gontscharow, W. W., und A. T. Kleinberg: *Sapiski Wsserossisskogo Mineralogitschesskogo Obschtschestwa* 68 (1939) S. 199/202; vgl. *Chem. Zbl.* 111 (1940) I, S. 1806.
216. Endell, K., und G. Brinkmann: *Ber. dtsh. keram. Ges.* 20 (1939) S. 493/507.
217. McDowell, J. S.: *Blast Furn.* 27 (1939) S. 592/97; vgl. *Stahl u. Eisen* 60 (1940) S. 862/63.
218. Dodd, A. E., und A. T. Green: *First Report on Refractory Materials.* London 1939. (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 26.) S. 21/165.
219. Crook, W. J.: *J. Amer. Ceram. Soc.* 22 (1939) S. 322/34.
220. Chwosstenkow, N. I., und A. A. Tararin: *Zement (russ.)* 6 (1939) Nr. 7, S. 1/3; vgl. *Chem. Zbl.* 111 (1940) I, S. 1729.
221. Chesters, J. H., und T. R. Lynam: *J. Amer. Ceram. Soc.* 22 (1939) Nr. 4, S. 97/104.
222. Chesters, J. H.: *Brick Clay Rec.* 95 (1939) Nr. 5, S. 57/58; nach *Chem. Zbl.* 111 (1940) I, S. 1094.
223. Chesters, J. H.: *J. West Scotl. Iron Steel Inst.* 46 (1939) S. 65/73; vgl. *Chem. Zbl.* 110 (1939) II, S. 2140.
224. Bereshnoi, A. S., und K. N. Repenko: *Ukrainiski Nautschno-Issledowatelski Inst. Ogneuporow i Kisslotopowor* 1939, Nr. 45, S. 38/57; vgl. *Chem. Zbl.* 111 (1940) I, S. 111.
225. Basilewitsch, A. S.: *Ogneupory* 7 (1939) S. 585/92; vgl. *Chem. Zbl.* 111 (1940) I, S. 2694.
226. Basilewitsch, A. S.: *Ogneupory* 7 (1939) S. 373/82; vgl. *Chem. Zbl.* 111 (1940) I, S. 112.
227. Stålhane, B., und V. Anderson: *Jernkont. Ann.* 123 (1939) S. 386/412; vgl. *Stahl u. Eisen* 59 (1939) S. 1087/89.
228. *Metallurgia, Manchr.*, 20 (1939) S. 35/36 u. 38.
229. *First Report on Refractory Materials.* London 1939. (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 26.)
230. Yoshiki, B.: *J. Jap. Ceram. Ass.* 48 (1940) Jan.; vgl. *Chem. Zbl.* 111 (1940) I, S. 2366.
231. Morton, A. M.: *Blast Furn.* 28 (1940) S. 47/49.
232. Chesters, J. H.: *Iron Steel* 13 (1940) S. 214/20.
233. Caesar, F., und K. Konopicky: *Chem. d. Erde* 13 (1940) S. 192/205; vgl. *Chem. Zbl.* 111 (1940) II, S. 740.

## B. In- und ausländische Patente.

301. Bach, J.: *DRP.* 158 268 vom 13. November 1903.
302. Beale, A. H., und E. F. McDowell: *Amer. Patent* 850 723 vom 8. Mai 1906.
303. Engelhorn, F.: *Engl. Patent* 16 714 vom 24. Juli 1906.
304. Tripmacher, R.: *DRP.* 230 033 vom 13. Januar 1909.
305. McCallum, N. E.: *Amer. Patent* 1 106 725 vom 13. Mai 1913.
306. Becket, F. M.: *Amer. Patent* 1 244 688 vom 31. Mai 1917.
307. Hodson, J.: *Engl. Patent* 218 720 vom 7. Januar 1924.
308. Youngman, R. H.: *Engl. Patent* 250 480 vom 24. Oktober 1925.
309. Goldschmidt, V. M., und R. Knudson: *DRP.* 583 194 vom 24. Oktober 1925; norw. Priorität vom 24. Oktober 1925.
310. Haglund, T. R.: *DRP.* 539 682 vom 5. Juni 1927.
311. Goldschmidt, V. M.: *DRP.* 618 094 vom 17. August 1927.
312. Goldschmidt, V. M.: *Amer. Patent* 1 782 295 vom 11. Dezember 1928; dtsh. Priorität vom 18. August 1927.
313. Sprenger, A.: *DRP.* 557 153 vom 26. August 1930. *DRP.* 565 889 vom 30. November 1927, *DRP.* 577 932 vom 13. Oktober 1927, *DRP.* 580 491 vom 10. November 1927 (Zusatz zum Patent 577 932), *DRP.* 590 357 vom 10. Oktober 1931 (Zusatz zum Patent 565 889), *DRP.* 591 155 vom 15. Oktober 1927 (Zusatz zum Patent 577 932).
314. Goldschmidt, V. M.: *DRP.* 631 010 vom 28. August 1927 (Zusatz zum Patent 605 371 vom 10. Juni 1927).
314. Bronn, J.: *Franz. Patent* 662 283 vom 7. Februar 1928.
315. Sprenger, A.: *Franz. Patent* 662 190 vom 18. März 1929.
316. Sprenger, A.: *DRP.* 667 691 vom 21. Januar 1934.
317. Heuer, R. P.: *Amer. Patent* 1 845 968 vom 17. Oktober 1928.
318. Goldschmidt, V. M.: *DRP.* 582 893 vom 24. Oktober 1928.
319. Housman, G. S.: *Amer. Patent* 1 814 088 vom 31. Dezember 1929.
320. Lössnitz, R.: *Franz. Patent* 708 826 vom 3. Januar 1931; dtsh. Priorität vom 4. Januar 1930.
321. Koppers, H., G. m. b. H.: *DRP.* 592 748 vom 21. Januar 1930.
322. *General Refractory Co.*: *Franz. Patent* 699 598 vom 11. Juli 1930.
323. *Metallgesellschaft, A.-G.*: *Franz. Patent* 721 545 vom 3. August 1931; dtsh. Priorität vom 6. August 1930.
324. Heuer, R. P.: *Engl. Patent* 370 013 vom 1. Januar 1931.
325. Koppers, H., G. m. b. H.: *DRP.* 606 701 vom 25. Januar 1931.
326. *Veitscher Magnesitwerke-Akt.-Ges.*: *DRP.* 637 812 vom 28. Januar 1931.
327. Carrie, G. M., J. W. Craig, F. E. Lathe und A. C. Halferdahl: *Engl. Patent* 381 981 vom 31. Januar 1931.
328. Koppers, H., und E. Lux: *Kanad. Patent* 323 291 vom 21. Februar 1931.

329. Cape, A. T., und K. B. Bowman: Amer. Patent 2 015 446 vom 9. März 1931.
330. Comstock, G. F.: Amer. Patent 1 952 120 vom 21. April 1931.
331. Seil, G. E.: Amer. Patent 2 028 017 vom 27. Mai 1931, amer. Patent 2 026 255 vom 27. Mai 1935.
332. Haglund, T. R.: DRP. 600 170 vom 13. April 1932; schwed. Priorität vom 16. September 1932.
333. Magnesital, G. m. b. H.: DRP. 664 044 vom 28. September 1929.
334. Seil, G. E.: Amer. Patent 2 037 600 vom 28. Oktober 1932.
335. Knote, J. M.: Amer. Patent 2 051 002 vom 23. Dezember 1932.
336. Zahn & Co., G. m. b. H.: DRP. 613 201 vom 23. Dezember 1932.
337. Harvey, F. A., und J. S. McDowell: Amer. Patent 2 053 146 vom 21. April 1933.
338. Konopicky, K.: Oest. Patent 141 155 vom 27. Mai 1933.
339. Farnsworth, W. M.: Amer. Patent 2 033 886 vom 3. Oktober 1933.
340. Knote, J. M.: Amer. Patent 2051 003 vom 28. November 1933.
341. Cain, G. D.: Amer. Patent 2 021 222 vom 17. November 1933.
342. Law, J. A.: Engl. Patent 430 036 vom 22. Dezember 1933.
343. Harvey, F. A., und R. E. Birch: Amer. Patent 2 026 088 vom 4. Januar 1934.
344. Heuer, R. P.: Amer. Patent 2 068 411 vom 9. Januar 1934.
345. Heuer, R. P.: Amer. Patent 1 992 482 vom 9. Januar 1934.
346. Oesterreichisch-Amerikanische Magnesit-A.-G.: Franz. Patent 779 465 vom 8. September 1934.
347. Pitt, N. P., A. C. Halferdahl und F. E. Lathe: Franz. Patent 796 160 vom 10. Oktober 1935; kanad. Priorität vom 17. Oktober 1934.
348. Triggs, W. W., und G. E. Seil: Engl. Patent 451 493 vom 2. November 1934.
349. Magnesital, G. m. b. H.: DRP. 656 928 vom 11. November 1934.
350. Sullivan, J. D.: Amer. Patent 2 113 818 vom 19. November 1934.
351. Lee, H. C.: Amer. Patent 2 089 970 vom 29. Dezember 1934.
352. Magnesit-Industrie, Akt.-Ges.: Franz. Patent 800 521 vom 10. Januar 1936; öst. Priorität vom 10. Januar 1935.
353. Magnesit-Industrie, Akt.-Ges.: Franz. Patent 800 522 vom 4. Mai 1936; öst. Priorität vom 10. Januar 1935.
354. Konopicky, K.: Oest. Patent 152 696 vom 4. Juli 1935; deutsch. Priorität vom 21. Januar 1935.
355. Magnesital, G. m. b. H.: Franz. Patent 802 518 vom 3. März 1936; deutsch. Priorität vom 19. Mai 1935.
356. Budnikoff, P. P., und D. A. Nirenstein: Russ. Patent 44 828 vom 13. Mai 1935.
357. Harvey, F. A., und R. E. Birch: Amer. Patent 2 077 794 vom 4. Juni 1935.
358. Harvey, F. A., und R. E. Birch: Amer. Patent 2 077 795 vom 13. Juni 1935.
359. Goldschmidt, V. M.: Engl. Patent 458 407 vom 14. Juni 1935.
360. Harvey, F. A., und R. E. Birch: Amer. Patent 2 077 796 vom 16. Juli 1935.
361. Non-Metallic Minerals Inc.: Kanad. Patent 369 982 vom 14. März 1936; amer. Priorität vom 7. September 1935.
362. Non-Metallic Minerals Inc.: Engl. Patent 475 508 vom 19. Mai 1936; amer. Priorität vom 16. September 1935.
363. Seil, G. E.: Amer. Patent 2 060 697 vom 10. Oktober 1935.
364. Non-Metallic Minerals Inc.: Engl. Patent 470 028 vom 8. Februar 1936.
365. Goldschmidt, V. M.: Franz. Patent 811 237 vom 23. September 1936; öst. Priorität vom 20. Februar 1936.
366. Non-Metallic Minerals Inc.: Franz. Patent 804 367 vom 31. März 1936.
367. Non-Metallic Minerals Inc.: Franz. Patent 805 091 vom 31. März 1936.
368. Seil, G. E.: Amer. Patent 2 066 543 vom 10. April 1936.
369. Goldschmidt, V. M.: DRP. 677 322 vom 28. Mai 1936; amer. Priorität vom 4. Juni und 16. Juli 1935.
370. Heuer, R. P.: Amer. Patent 2 087 407 vom 29. Juni 1936.
371. Non-Metallic Minerals Inc.: Engl. Patent 481 281 vom 3. Juli 1936.
372. Gontscharow, W., K. Feodotjew und D. Wogman: Russ. Patent 52 406 vom 1. Juni und 23. Juli 1936.
373. Lee, H. C.: Kanad. Patent 372 664 vom 28. Juli 1936.
374. Lavino, E. J., & Co.: Franz. Patent 832 239 vom 18. Januar 1938; amer. Priorität vom 28. Januar 1937.
375. Lavino, E. J., & Co.: Franz. Patent 832 376 vom 21. Januar 1938; amer. Priorität vom 10. Februar 1937.
376. Pitt, N. P., A. C. Halferdahl und F. E. Lathe: Engl. Patent 493 773 vom 13. April 1937.
377. Oesterreichisch-Amerikanische Magnesit-A.-G.: Franz. Patent 837 165 vom 26. April 1938; öst. Priorität vom 28. April 1937.
378. Heuer, R. P.: Amer. Patent 2 155 165 vom 28. Mai 1937.
379. Refractory Brick Co. of England Ltd. und M. Douglas: Engl. Patent 501 755 vom 3. September 1937.

## Umschau.

### Der Stand der Steinkohlenveredelung<sup>1)</sup>.

(Entwicklung von 1937 bis 1939.)

Mit dem ersten Vierjahresplan sind im Jahre 1936 dem Steinkohlenbergbau eine Reihe weiterer vordringlicher Aufgaben gestellt worden, die sich sowohl auf die Förderung selbst und damit auf die Leistungssteigerung als auch auf die Veredelung erstrecken. Die Tatsache, daß die Kohle nicht nur Energieträger, sondern auch ein Rohstoff von vielseitiger wehrwirtschaftlicher Bedeutung ist, hat die Entwicklung der Steinkohlenveredelung in den letzten drei Jahren maßgeblich beeinflußt. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß die chemische und physikalische Veredelung nicht nur standortmäßig, sondern auch, wie E. Buskühl<sup>2)</sup> betonte, organisch unmittelbar zur Kohle gehört.

Im Zuge der seit dem Jahre 1933 wieder ansteigenden Weltsteinkohlenförderung erhöhte sich der Anteil Deutschlands ganz beträchtlich. Dieser Anstieg erreichte im Jahre 1937 mit 1282,5 Mill. t einen Höhepunkt und blieb nur um 42,6 Mill. t gegenüber dem Jahre 1929 zurück. Infolge des starken wirtschaftlichen Rückganges in den Vereinigten Staaten von Amerika sank die Weltsteinkohlenförderung im Jahre 1938 auf 1189 Mill. t ab. Diese Minderleistung entfiel zum größten Teil auf den Bergbau der Vereinigten Staaten von Amerika, dessen Förderung sich um rd. 98 Mill. t verringerte<sup>3)</sup>. Hand in Hand hiermit

nahm auch die Weltkokserzeugung ab, und zwar von 157,017 Mill. t auf 139,604 Mill. t. Auch dieser Verlust ging in der Hauptsache zu Lasten der Vereinigten Staaten.

Im Gegensatz hierzu hielt die mit dem Jahre 1933 einsetzende, nachhaltige Belebung des deutschen Steinkohlenbergbaues unvermindert an. Einen bedeutenden Anteil an der Ausdehnung des Verbrauchs nehmen diejenigen Steinkohlen- und Koksmengen ein, die im Rahmen der physikalischen, technischen und chemischen Veredelung als Rohstoffe zur Lösung der Aufgaben des Vierjahresplanes dienen. Während man bis in die jüngste Zeit hinein die Aufgaben der Steinkohlenveredelung im wesentlichen nach der Ent- und Vergasung, der Luftstickstoffbindung und der Kohlenverölung ausrichtete, hat F. Müller<sup>4)</sup> nachgewiesen, daß hiermit die Zielsetzung noch lange nicht erschöpft ist.

Da Deutschland an Erdölvorkommen arm ist, spielt nach wie vor die Steinkohle in der Energiebilanz die Hauptrolle, wenn auch die Braunkohle etwa seit der Jahrhundertwende ihren Anteil verdoppelt hat. Der Anteil der Steinkohle ist zwar von 73 % im Jahre 1913 auf 67 % im Jahre 1937 zurückgegangen<sup>5)</sup>; man darf aber aus dieser Entwicklung nicht etwa auf eine abnehmende Bedeutung der Steinkohle auf Kosten eines anderen Energieträgers schließen. Die Steinkohle hat als ein nicht zu ersetzender Rohstoff bei den einschlägigen, seit einer Reihe von Jahren betriebsreifen Veredelungsverfahren eine steigende Bedeutung gewonnen, so daß die rückläufige Bewegung einem neuen Anstieg Platz machen muß. Dies erhellt allein schon aus der Tatsache, daß die Grundlage der Kohlenverölung

<sup>1)</sup> Fortsetzung der Querschnittsberichte von F. Müller: Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 1001/05, H. Broche: Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 737/40 u. 761/64 sowie P. Lameck und H. Nierhaus: Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 1041/48 u. 1074/79.

<sup>2)</sup> Glückauf 75 (1939) S. 505/11.

<sup>3)</sup> Statistische Uebersicht über die Kohlenwirtschaft im Jahre 1938. S. 7.

<sup>4)</sup> Vortrag, gehalten auf der 8. Technischen Tagung des Vereins für die bergbaulichen Interessen in Essen am 19. Juni 1939; s. auch Glückauf 75 (1939) S. 706/12.

<sup>5)</sup> Regul, R.: Glückauf 74 (1938) S. 837/42 u. 856/61.

von Jahr zu Jahr erweitert wird. Bild 1 zeigt die anteilmäßige Entwicklung am Verbrauch der wichtigsten Energieträger im deutschen Energiehaushalt für die Jahre 1913, 1930 und 1934 bis 1937<sup>6)</sup>.

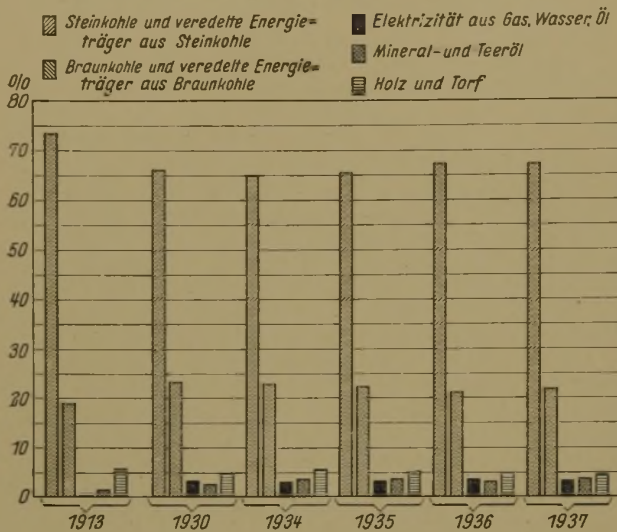


Bild 1. Anteilmäßige Entwicklung des deutschen Energieverbrauchs.

Die großen Anforderungen, die in den letzten Jahren an die Steinkohle als Verkaufserzeugnis und auch als weiter zu verarbeitenden Rohstoff gestellt wurden, führten zwangsläufig zu einer Weiterentwicklung altbewährter Verfahren oder ihre Ergänzung durch neue. Maßgebend blieb hierbei nach wie vor das Streben nach erhöhten Durchsatzmengen und Güteverbesserungen durch Erniedrigung des Aschengehaltes. Hinzu kommen die Aufgaben der Aufbereitung von Schlamm, Staub und Mittelprodukten.

In der Siebtechnik geht man von den üblichen Schwingensieben und Rättern zur Verwendung von Schnellschwingensieben, Resonanzschwingensieben und Zittersieben über, wobei man heute kleine Schwingensiebenweiten und hohe Schwingungszahlen bevorzugt. W. Gründer<sup>7)</sup> beschrieb einige derartige neuzeitliche Siebvorrichtungen, die bei völligem Schwungmassenausgleich und nahezu erschütterungsfreiem Lauf hohe Siebleistungen und günstige Kornreinheitsgrade erzielen. Ueber fliehkraftgesteuerte Freischwinger-Siebmaschinen berichtete F. Göbel<sup>8)</sup>.

In dem Bestreben nach einer Mechanisierung der Lesearbeit hat die Birtley Iron Co. einen selbsttätigen Kohlenklauber entwickelt, der die Unterschiede in der elektrischen Leitfähigkeit von Kohle und Schiefer ausnutzt<sup>9)</sup>. Gewisse Nachteile dieser mechanischen Klauberung ergeben sich bei wechselndem Feuchtigkeitsgehalt des Aufgabegutes, wodurch sich die Leitfähigkeit stark ändern kann; außerdem bieten verwachsene Stücke leicht Schwierigkeiten bei der Trennung. Eine weitere Ergänzung der handmäßigen Klauberung stellt das von E. Bierbrauer<sup>10)</sup> entwickelte Pickverfahren dar, das die Trennung grobkörniger Mineralgemische auf Grund der künstlich leicht wandelbaren Grenzflächeneigenschaften ermöglicht. Mit Hilfe dieses Aufbereitungsverfahrens sei es gelungen, die grundlegenden Vorteile der Schwimmaufbereitung, die in der Unabhängigkeit von vorhandenen Unterschieden in den physikalischen Eigenschaften der zu trennenden Stoffarten beruhen, erstmalig auf die Grobkornaufbereitung zu übertragen.

Besondere Beachtung findet nach wie vor namentlich in Amerika der Gedanke, die Kohle staubfest zu machen. Dieses Ziel wird entweder dadurch erreicht, daß man mit den staubbindenden Chemikalien die Herstellung einer flüssigen Schicht erstrebt oder die Kohleteilchen mit einem festen oder halbfesten Film umgibt, der beim Verdunsten oder Trocknen des angewandten Mittels zurückbleibt. Von den in Frage kommenden Mitteln scheinen die bisher angewandten Öle am günstigsten zu sein, die man über die auf einem Förderband weiterbewegte

Kohle sprüht<sup>11)</sup>. Ebenso hat sich die Anwendung von Öl-Wasser-Emulsionen in einer Reihe von Fällen als vorteilhaft erwiesen. Daneben wird in neuerer Zeit Paraffinwachs zum Staubbefestigen benutzt, das entweder mit Öl oder anderen Flüssigkeiten gemischt zugesetzt wird<sup>12)</sup>. Hand in Hand mit solchen Bestrebungen gehen die Arbeiten zu einer Vervollkommnung der Entstaubung selbst, da eine ungenügend entstaubte Kohle in der Setzmaschine die Ausgestaltung der Schlammwirtschaft erschwert. Gewöhnlich wird das Korn unter 0,3 oder 0,5 mm durch Windsichter entzogen. Ein Kaskadensichter, dessen Aufbau und Arbeitsweise A. Götte<sup>13)</sup> beschreibt, soll eine besonders sorgfältige Klassierung gewährleisten, so daß auch bei feuchter Kohle keine Verstopfungen zu befürchten sind. Weiterhin wird das Aufgabegut in den Arbeitszonen gleichmäßig verteilt, wobei eine mehrfache Wendung der Kohle sowie gründliche Sichtung erzielt wird.

A. Pelzer<sup>14)</sup> schildert die Vorzüge des Pulsator-Windsichters von Steinmetzer, der bei einfacher Bauart und Arbeitsweise eine scharfe Trenngrenze und somit einen günstigen Wirkungsgrad erzielen läßt. Eingehende Berechnungsgrundlagen über Wirblerentstauber hat E. Feifel durchgeführt<sup>15)</sup>.

Zur Raumentstaubung in Siebereien werden in verstärktem Umfange Schlauchfilter benutzt, die sich gut bewährt haben. Auch die elektrostatische Staubabscheidung findet in zunehmendem Umfange Eingang in den Aufbereitungsbetrieben<sup>16)</sup>.

Auf dem Gebiete der stofflichen Trennung sind weitere bemerkenswerte Fortschritte in den letzten drei Jahren zu verzeichnen. Diese Verbesserungen der Aufbereitungstechnik beruhen darauf, daß heute zahlreiche, in ihrer Arbeitsweise ganz verschiedene Verfahren zur Verfügung stehen, wobei der Beschaffenheit des Aufbereitungsgutes sowie den gewünschten Erzeugnissen entsprechend weitgehend Rechnung getragen wird.

Bei den Sortierungsverfahren beherrscht die Setzarbeit nach wie vor das Feld, wenn auch nicht zu verkennen ist, daß eine Reihe neuerer Verfahren stark im Aufkommen begriffen ist. Die Verbesserungen im Setzmaschinenbetrieb in den letzten Jahren erstrecken sich auf die bessere Durchbildung selbsttätiger Austragregler sowie auf vorteilhaftere Gestaltung des Antriebes<sup>17)</sup>.

Da das Fördergut der einzelnen Schachtanlagen im Hinblick auf die abweichende Beschaffenheit der Flöze sich in seiner Zusammensetzung vielfach ändert, erforderte die Wartung der Setzmaschinen große Aufmerksamkeit. An Stelle der Handregelung hat man daher selbsttätige Austragregler eingeführt, die sich gut bewährt haben<sup>18)</sup>. Nach J. Kratz<sup>19)</sup> soll der durch selbsttätige Austragregler erzielte Gewinn an Austragbeständigkeit nur bedingt und innerhalb bestimmter Grenzen nur auf den Abfluß leichter Fehlausträge mit den Bergen beschränkt sein.

Wegen der Gewinnung von Schwefelkies aus den Feinbergen ist die amerikanische Pulsator-Setzmaschine bemerkenswert, deren Hubzahl zwischen 300 und 600 je min schwankt<sup>20)</sup>.

Von den Horizontalstromwäschen hat das Rheo-Waschverfahren<sup>21)</sup> gewisse Verbreitung gefunden. Allerdings nimmt die Bedeutung dieses Verfahrens außer in U. S. A. ab wegen einer Reihe von Nachteilen, auf die R. Sembol<sup>22)</sup> hingewiesen hat. Eine Abart der Rheo-Wäsche, das Verfahren von H. Clouwez, das in Deutschland zu der heutigen Cascadyn-Wäsche ausgebaut worden ist, scheint dagegen künftig eine größere Verbreitung zu finden. Dieses Verfahren stellt eine Vereinigung der Vorteile der Vertikal- und Horizontalstromwäschen dar<sup>23)</sup>. Wichtig ist hierbei, daß im Gegensatz zur Rheo-Wäsche es kein Umlaufgut mehr gibt, der Aufbau der Anlage

<sup>11)</sup> Colliery Engng. 14 (1937) S. 182/83; Iron Coal Tr. Rev. 138 (1939) S. 200/01; Colliery Guard. 158 (1939) S. 153/56.

<sup>12)</sup> Fife, H. R., und P. W. Edeburn: Amer. Inst. metallurg. Engrs., Techn. Publ. Nr. 866, 1938, 14 S.

<sup>13)</sup> Glückauf 74 (1938) S. 1095.

<sup>14)</sup> Glückauf 73 (1937) S. 629/30.

<sup>15)</sup> Arch. Wärmewirtsch. 20 (1939) S. 15/18.

<sup>16)</sup> Blümel, E.: Querschlag 4 (1938) S. 43.

<sup>17)</sup> Gründer, W.: Kohle u. Erz 36 (1939) S. 616/19.

<sup>18)</sup> Götte, A.: Glückauf 74 (1938) S. 1097; Blümel, E.: Querschlag 4 (1938) S. 121.

<sup>19)</sup> Bergbau 50 (1937) S. 23/32.

<sup>20)</sup> Min. Mag., Lond., 57 (1937) S. 358 und Madel. H.: Metall u. Erz 35 (1938) S. 418/24 u. 450/55.

<sup>21)</sup> Griffen, J.: Fuel 16 (1937) S. 107/13.

<sup>22)</sup> Glückauf 73 (1937) S. 969/77 u. 993/97.

<sup>23)</sup> Preidt, P.: Z. Berg-, Hütt- u. Salinenw. 87 (1939) S. 72/79.

<sup>6)</sup> Schriften des Instituts für Konjunkturforschung: Energiequellen der Welt. Sonderheft 44. Berlin 1937. S. 29.

<sup>7)</sup> Kohle u. Erz 34 (1937) Sp. 85/94 u. 121/26.

<sup>8)</sup> Glückauf 75 (1939) S. 263/66; Mitt. Forsch.-Anst. Gutthoffn. 6 (1938) S. 180/94.

<sup>9)</sup> Colliery Engng. 14 (1937) S. 19/20.

<sup>10)</sup> Metall u. Erz 34 (1937) S. 599/610.



einfach ist und einen gewissen Ausgleich von Mengen- und Güteschwankungen in der Rohkohle gestattet.

Von den auf der Grundlage der laboratoriumsmäßigen Schwimm- und Sinkanalyse aufgebauten Schwerflüssigkeitsverfahren stehen drei im Vordergrund, das von K. Gröppel<sup>24)</sup> weiterentwickelte Sophia-Jakoba-Verfahren, das Verfahren von K. F. Tromp<sup>25)</sup> und das Staatsmijnen-Löss-Verfahren<sup>26)</sup>.

Während beim Sophia-Jakoba-Verfahren eine Stabilität der Schwerflüssigkeit erstrebt wird, zielt man beim holländischen Tromp-Verfahren darauf hin, ein labiles System zu erzeugen. Die Trennbäder bestehen hierbei aus einer Aufschlämmlung von fein gemahlenem Schwespat bzw. Magnetit oder aus gesinterten Kiesabbränden. Beide Verfahren sollen im großen und ganzen gleichwertig sein, wobei die untere Grenze der Anwendbarkeit bei etwa 5 mm liegt. Das Staatsmijnen-Löss-Verfahren arbeitet mit einer Löss-Schwerelösung von  $s = 1,45$  bis 1,6. Der Lössverbrauch beträgt weniger als 2 kg/t Aufgabegut, der Wasserverbrauch 150 l/t. Im Jahre 1938 wurde auf der Grube Emma eine Anlage von 40 t Stundenleistung für eine Körnung von 15 bis 90 mm in Betrieb genommen, weitere Betriebsergebnisse stehen noch aus.

Wegen der bereits vorhandenen und künftigen Mengen-anforderungen an Koks Kohle läßt sich eine Aufbereitung des aschenreichen Feinstkornes unter 0,5 mm auf breiter Grundlage nicht umgehen. Dieses Ziel kann am zweckmäßigsten durch die Schwimmaufbereitung erreicht werden, über deren Entwicklung und Bedeutung F. L. Kühlwein<sup>27)</sup> berichtet hat. Den Einwänden gegen hohe Betriebskosten, hohen Nässegehalt im Filterschlamm und Schwierigkeiten der Abschlammabscheidung steht als Vorteil gegenüber, daß sich die in Betrieb befindlichen Anlagen durch das erzielte Mehrerbringen von 5 bis 20 % verwertbarer Förderung bezahlt gemacht haben. Von großer Bedeutung ist die Schwimmaufbereitung weiter für die Herstellung schwefelarmen Koks sowie die Bestrebungen zur Verbesserung der Koksbeschaffenheit.

Nach wie vor sind die Aufgaben einer zufriedenstellenden Kohlentrocknung und Entwässerung noch nicht völlig gelöst. Deshalb hat die Schwimmaufbereitung noch nicht die gebührende Ausdehnung und Anwendung gefunden. Die Tatsache, daß der Reichskohlenrat<sup>28)</sup> den Fragen der Kohlentrocknung große Aufmerksamkeit schenkt, dürfte die zeitgemäße Bedeutung dieses Aufgabengebietes am besten beleuchten. P. Rzeza cz<sup>29)</sup> berichtete über die Entwässerung von Feinkohle durch Schleudern, wobei die Vorteile der heute meist mit Kratzvorrichtungen ausgerüsteten Maschinen beschrieben werden. Als solche wären zu erwähnen: Große Leistung auf verhältnismäßig kleinem Raum, ausgiebige Entwässerung, Unempfindlichkeit gegenüber Schwankungen in den Kohleneigenschaften, gleichmäßige Zusammensetzung der Erzeugnisse sowie Verringerung des Aschen- und Schwefelgehaltes.

Als Vorstufe der Trocknung feinkörniger Aufbereitungserzeugnisse im Wege der Filtrierung oder des Schleuderns nimmt die Vorentwässerung immer noch eine besondere Stellung ein. W. Petersen<sup>30)</sup> hat durch Versuche erneut nachgewiesen, daß man die Entwässerung von Steinkohlenschlämmlen und Schwimmkonzentrat durch Zusatz geringer Mengen von Flockungsmitteln verbessern kann. Vor allem erweisen sich Schutzkolloide in richtiger Menge als wirksam, während ein Uberschuß davon häufig das Gegenteil bewirkt. G. R. Gardner und K. B. Ray<sup>31)</sup> haben den Einfluß der Zubereitungsbedingungen organischer Flockungsmittel auf die Wasserklärung untersucht.

Bei der Sicherstellung der deutschen Rohstoffversorgung spielt u. a. der Schwefelkies als Ausgangsstoff für die Herstellung von Schwefelsäure eine besondere Rolle. Die in den Bergeabgängen der Aufbereitungsanlagen befindlichen Schwefelkiesmengen dürften mengenmäßig nicht zu unterschätzen sein, so daß ihre teilweise Gewinnung von großer wehrwirtschaftlicher Bedeutung ist. Mit der zweckmäßigsten Durchführung der gestellten

Aufgabe hat sich die chemische Industrie<sup>32)</sup> und auch der Ausschuß für Steinkohlenaufbereitung beim Verein für die bergbaulichen Interessen<sup>33)</sup> beschäftigt. Die bisherigen Untersuchungsergebnisse haben gezeigt, daß die Schwimmaufbereitung bei der Schwefelkiesgewinnung nicht ausgeschaltet werden soll. Ihre Heranziehung von vornherein ist insofern unzweckmäßig, da die Kohle wegen ihres geringen spezifischen Gewichtes zuerst ausgeschieden werden muß. Nach dem Vorschlag von Kühlwein ist es ratsam, nur die geeigneten Körnungen unzerkleinert durch eine Rinnenwäsche voranzureichern, die Vorkonzentrate in Zentralwäschen zu sammeln und nach einer Endzerkleinerung nach vorhergehender Entschlammung zu schäumen.

Der große Bedarf der deutschen Industrie an Elektroden bedingt im Rahmen der Bestrebungen zur Sicherstellung unserer Rohstoffversorgung eine stärkere Heranziehung aschenarmer Kohlen. Die Verbesserung einschlägiger Aufbereitungsverfahren ermöglicht eine beträchtliche Ausweitung dieser Rohstoffgrundlage. Die Aufbereitung mit Hilfe von Schwerflüssigkeiten, die Setzarbeit sowie die Schwimmaufbereitung ermöglichen es, je nach dem Gehalt der Rohkohle an Eigenasche, Reinkohlen mit sehr niedrigen Aschengehalten herzustellen. Die hieraus angefertigten Elektroden können bei der Leichtmetallerzeugung benutzt werden. Für Sonderzwecke käme der durch seinen niedrigen Aschengehalt bekannte Pechkoks<sup>33a)</sup> sowie der nach dem Pott-Broche-Verfahren hergestellte Extraktkoks in Frage. H. Mönig<sup>34)</sup> hat eine Reihe von Richtpunkten für die Herstellung von Elektroden aus Steinkohlenmischungen beschrieben. Ueber die vielfältigen Verwendungsmöglichkeiten deutscher Kunstkohle im Vierjahresplan berichtete E. Doetsch<sup>35)</sup>; die Beziehungen zwischen Kohlenmikrogefüge und Reinkohle wurden von F. L. Kühlwein<sup>36)</sup> untersucht, Angaben über die Herstellungskosten von Reinkohle machte C. W. Holmes<sup>37)</sup>.

Die Verwendung von Kohle-Oel-Mischungen (Fließkohle) als Brennstoff hat in den letzten Jahren eine gewisse Bedeutung erlangt. Fließkohle kann in verschiedener Weise hergestellt werden, wobei die Kohle von dem angewandten Brennöl in wirklicher Lösung, in kolloidaler Lösung oder in schwebendem Zustand aufgenommen wird. Von den bisher vorgeschlagenen Herstellungsarten hat das Verfahren von E. Blümner<sup>38)</sup> die größte Bedeutung erlangt. Um ein vollkommen beständiges, dem Kolloidalzustand sehr nahe kommendes Gemisch herzustellen, unterwirft Blümner das aus Staubkohle und Oel bestehende Brennstoffgemisch einem Druck von 25 bis 30 atü mit gleichzeitiger thermischer stufenweiser Behandlung, deren Endtemperatur bei etwa 450° liegt. Ueber die Wirtschaftlichkeit der Herstellung von Fließkohle sowie ihre Zukunftsaussichten berichtete W. Schöning<sup>39)</sup>.

Einzelheiten über den nach dem Cunard-Verfahren<sup>40)</sup> hergestellten kolloidalen Brennstoff sind bisher noch nicht bekannt geworden. Nach D. Brownlie<sup>41)</sup> wird der Brennstoff aller Wahrscheinlichkeit nach zunächst in einer Kolloid- oder Halbkolloidmühle gemahlen und dann mit hochsiedenden Steinkohlenteerölen gemischt, die eine Entmischung ausschließen sollen. Das Mischungsverhältnis Kohle : Oel ist 40 : 60.

Die im Jahre 1939 erfolgte neue Ausrichtung des Forschungswesens im Bergbau<sup>42)</sup> erstrebt Höchstleistungen bei einem Mindestmaß an Energie- und Zeitaufwand unter stetiger Fühlungnahme mit der Praxis. Bereits bei der ersten Verarbeitungsstufe der Steinkohlenveredelung, der Aufbereitung, haben die Ueberlegungen in Richtung auf eine bestmögliche volkswirtschaftliche Ausnutzung des geförderten Rohstoffes einzusetzen. Eine Reihe wertvoller Arbeiten der letzten Jahre dürfte zur Klärung anstehender Fragen beigetragen haben.

E. Blümel<sup>43)</sup> untersuchte die Genauigkeit von Waschkurven und gelangte zu der Forderung, daß man durch eine

<sup>32)</sup> Döring, A., und G. Erberich: Glückauf 74 (1938) S. 537/40.

<sup>33)</sup> Kühlwein, F. L., und G. Lohmann: Glückauf 74 (1938) S. 540/46.

<sup>33a)</sup> Hilgenstock, P.: Glückauf 73 (1937) S. 617/24 (Kokereiaussch. 68).

<sup>34)</sup> Glückauf 73 (1937) S. 359/61.

<sup>35)</sup> Chemiker-Ztg. 62 (1938) S. 173/76.

<sup>36)</sup> Berg- u. hüttenm. Jb. 85 (1937) S. 221/28.

<sup>37)</sup> Colliery Engng. 15 (1938) S. 148/50.

<sup>38)</sup> Siehe Thau, A.: Brennst.-Chemie 17 (1936) S. 361/66.

<sup>39)</sup> Arch. Wärmewirtsch. 18 (1937) S. 283/85.

<sup>40)</sup> Englisches Patent 396 432 (1931).

<sup>41)</sup> Chal. Ind. 19 (1938) S. 203/06.

<sup>42)</sup> Glückauf 75 (1939) S. 133/35 u. 305/06.

<sup>43)</sup> Glückauf 73 (1937) S. 77/88 u. 110/14.

<sup>24)</sup> Glückauf 70 (1934) S. 429/35.

<sup>25)</sup> Siehe Schäfer, O.: Glückauf 74 (1938) S. 581/86.

<sup>26)</sup> Verdinne, H.: Ann. Mines Belg. 40 (1939) S. 431/72; Driessens, G.: Rev. univ. Mines. 8. Sér., 15 (1939) S. 177/93; Génie civ. 114 (1939) S. 484/87.

<sup>27)</sup> Vortrag am 3. März 1939 im Haus der Technik, Essen; Kohle u. Erz 36 (1939) S. 248/52.

<sup>28)</sup> Die Trocknung und Entwässerung von Kohle nach dem heutigen Stand der Erkenntnis. Berlin 1936.

<sup>29)</sup> Glückauf 73 (1937) S. 496/507.

<sup>30)</sup> Metall u. Erz 34 (1937) S. 49/54; Glückauf 74 (1938) S. 493/503.

<sup>31)</sup> Colliery Guard. 159 (1939) S. 245/47.

engere Abstufung der Scheidebäder im wichtigsten Gebiet eine größere Anzahl von Fraktionen mit kleinem Gewichtsausbringen schaffen soll, um hier genauere Waschkurven zu erhalten. G. D. Coe<sup>44)</sup> gibt Richtlinien für die Aufstellung und Anwendung von Waschkurven, denen Schwimm- und Sinkanalysen nach Bird, Yancey und Gandrud zugrunde liegen.

Neue Wege für die Beurteilung der Aufbereitung von Steinkohlen schlug K. F. Tromp<sup>45)</sup> vor, wonach es richtiger ist, die üblich angewandten Kurven auf Dichtewerte statt auf Aschengehalte aufzubauen. Unter Berücksichtigung der Tatsache, daß von jeder Dichtestufe der Aufgabe unter denselben setztechnischen Verhältnissen immer ein bestimmter Teil, bezogen auf die Aufgabe, sinkt, wird aus dem Verlauf der Verteilungszahlenkurven eine neue Beurteilungsweise abgeleitet. Auf mathematischer Grundlage ist es demnach möglich, Form und Lage der Verteilungskurven bei vier bis sechs Trennungen nach dem spezifischen Gewicht zu bestimmen.

Nach H. Paul<sup>46)</sup> gibt die Güte der Aufbereitungserzeugnisse, d. h. Aschengehalt, Zusammensetzung nach dem spezifischen Gewicht oder der Dichteverteilung, noch kein klares Bild vom tatsächlichen Aufbereitungserfolg. Auf dieser Grundlage ist zwar eine genaue Ueberwachung des Betriebes möglich, nicht aber die einwandfreie Beurteilung und der Vergleich eines Aufbereitungsvorganges. Zu diesem Zweck muß die Trennschärfe der Maschine herangezogen werden, die durch die fehlaufgetragenen Anteile der Aufgabe und durch die Güte des Fehlglutes ausgedrückt werden kann. Legt man die Trenndichte, bei der die Maschine tatsächlich gearbeitet hat, zugrunde, so kann der Aufbereitungsvorgang durch Verwachsungskurven dargestellt werden.

Ein weiterer Vorschlag für die Beurteilung von Aufbereitungsvorgängen der Steinkohle stammt von W. Riebeck<sup>47)</sup>, der grundsätzlich die gleichen Gedankengänge wie Tromp und Paul anwendet, jedoch zu einer für die Praxis angeblich vorteilhafteren Darstellung des Aufbereitungserfolges kommt. Die vorgeschlagene neue bildliche Darstellung des Aufbereitungsvorganges gestattet genaue Kenntnisse über die wirtschaftlichste Zerlegung der Rohkohle auf der Betriebsmaschine, über die bei jedem beliebigen Ausbringen entstandene Trenndichte und über die auftretenden Fehlausträge.

Die bisher allgemein vertretene Auffassung, daß der Schwerpunkt der Trennung beim spezifischen Gewicht zu suchen ist, soll nach E. Blümel<sup>48)</sup> nicht ganz zutreffen, wenn man z. B. die Entwicklung der Schwimmaufbereitung betrachtet.

H. Meyer<sup>49)</sup> bringt bemerkenswerte Einzelheiten über die häufigsten Fehler in Steinkohlenaufbereitungen, ihre wirtschaftliche Bedeutung und ihre Bekämpfung. F. L. Kühlwein<sup>50)</sup> hat die beim Entwerfen von Kohlenaufbereitungsanlagen sowie bei ihrem Betrieb wichtigsten Richtpunkte erörtert. Demnach ist eine zweckmäßige Unterteilung der Wäschen auf mehrere Verfahren anzustreben, sofern merkliche Verschiedenheiten in der Kohle auftreten. Außerdem ist eine scharfe Sortierung unerlässlich. In derselben Richtung bewegen sich die Ansichten von R. Wüster<sup>51)</sup>.

Eng verknüpft mit den Bestrebungen, Reinkohle für Elektrotrennherzustellen, sind die Bemühungen, Kohlenstaub als Treibstoff unmittelbar, d. h. ohne den mit Verlusten verknüpften Umweg über die Dampferzeugung im Motor, in Energie umzuwandeln. Nachdem R. Pawlikowski, ein früherer Mitarbeiter R. Diesels, in jahrzehntelanger Arbeit den ersten betriebsreifen Kohlenstaubmotor entwickelt hat, wobei an erster Stelle Fragen der Aschenentfernung und der Herabsetzung des Verschleißes zu lösen waren, wird nunmehr bekannt, daß ein verdichterloser Kohlenstaubmotor in 4000stündigem Betrieb seine Eignung erwiesen hat<sup>52)</sup>. Bei Verwendung von Kohlenstaub mit normalem Aschengehalt wurde festgestellt, daß Abnutzung und Ausschleifungen sich auf einen Bruchteil der früher gemessenen Werte verminderten. Neben der Maschinenfabrik Kosmos, Görlitz, die den Rupa-Motor entwickelt hat, wäre die Firma Schichau G. m. b. H., Elbing, zu erwähnen, die den Auftrag auf Bau eines Mehrzylinder-Kohlenstaubmotors erhalten hat,

<sup>44)</sup> Bur. Mines, Inform. Circ. Nr. 7045 (1939).

<sup>45)</sup> Glückauf 73 (1937) S. 125/31 u. 151/56; Frielinghaus, G.: Glückauf 74 (1938) S. 223/25.

<sup>46)</sup> Glückauf 74 (1938) S. 277/84.

<sup>47)</sup> Glückauf 75 (1939) S. 213/19.

<sup>48)</sup> Metall u. Erz 35 (1938) S. 142/44.

<sup>49)</sup> Bergbau 50 (1937) S. 188/95.

<sup>50)</sup> Techn. Bl., Düsseld., 27 (1937) S. 318, 320.

<sup>51)</sup> Z. VDI 81 (1937) S. 1105/10.

<sup>52)</sup> Wahl, A.: Z. VDI 82 (1938) S. 1403.

der als erster überhaupt für Betriebszwecke bestimmt ist<sup>53)</sup>. Ueber Verbesserungen am Rupa-Motor berichtete R. Pawlikowski<sup>54)</sup>. Weitere Einzelheiten über Bau des Kohlenstaubmotors, seine wirtschaftlichen Aussichten sowie über die zweckmäßige Auswahl des Brennstoffes stammen von A. Jadot<sup>55)</sup>. Die Eignung der fast aschefreien Kohlenextrakte konnte durch Erhöhung ihres Schmelzpunktes infolge Nitrierung verbessert werden<sup>56)</sup>.

Paul Lameck und Wolfram Scheer.

[Fortsetzung folgt.]

### Die Herstellung eines Manganstahles mit 1,2 bis 1,6 % Mn für Bleche.

Die bei der Verarbeitung der Bleche eines Stahles mit 1,2 bis 1,6 % Mn und 0,2 bis 0,3 % C häufig wiederkehrenden Werkstofffehler veranlaßten F. N. Grigorjew und A. M. Ofengenden<sup>1)</sup> zu einer Untersuchung der Fehlerstellen und ihrer Ursachen.

Der Stahl wurde in Siemens-Martin-Oefen von 130 t Fassung, die mit Mischgas aus Koksofen- und Hochofengas und einem geringen Zusatz von Generatorgas beheizt wurden, erschmolzen. Der Einsatz bestand aus etwa 70 % flüssigem Roheisen und 30 % Schrott. Gegossen wurde im Gespann mit sechs Kokillen für 900- bis 2400-kg-Blöcke.

Die auf der Blechoberfläche nach der Verarbeitung sichtbaren Fehler, die chemischen und metallographischen Befunde, die Baumannabdrücke und die Laufzettel der Schmelzen zeigten, daß bei weitem die meisten Fehler durch Verunreinigungen mit nichtmetallischen Einschlüssen verursacht wurden. Die angestellten Untersuchungen ergaben, daß der Grund für die Verunreinigungen sowohl in der Behandlung des Bades während des Kochens und der Desoxydation, in der Zustellung der Gespanne, als auch in der Güte der Kanal- und Trichtersteine lag. Besonders zu hoher Phosphorgehalt des Stahles gab Veranlassung zu Seigerungen, die die Güte des Stahles beeinträchtigten. Von den beanstandeten Schmelzen waren nicht weniger als 60 % mit diesen Mängeln behaftet.

Der Einfluß des Schmelzvorganges und der Art des Vergießens auf die Stahlgüte.

Bei einem Stahl mit mehr als 1 % Mn ist die Gefahr zu hohen Phosphorgehaltes gegeben. Er hängt zum großen Teil von der Basizität der Schlacke ab. Die Auswertung ließ erkennen, daß ein noch zulässiger Phosphorhöchstgehalt von 0,045 % im Stahl zu erreichen ist, wenn beim Einlaufen der Schmelze das Verhältnis CaO : SiO<sub>2</sub> in der Schlacke über 1,5 lag. Diese anfängliche Zusammensetzung gewährleistet jedoch nicht das Endergebnis. Die ausschlaggebende Bedeutung für einen niedrigen Phosphorgehalt im Stahl liegt in der Basizität der Schlacke während des Kochens und vor der Desoxydation. Die Versuche zeigen, daß das Verhältnis CaO : SiO<sub>2</sub> vor der Desoxydation nicht unter 2 liegen darf, daß jedoch keine Notwendigkeit für eine Basizität über 2,5 vorhanden ist.

Die Sandstellen, Blasen und Schalen auf den Blechen rühren von den nichtmetallischen Einschlüssen her. Die Sandstellen geben den geringsten Ausfall; sie liegen nicht tief und es gelingt leicht, sie mit Schmirgelscheiben zu entfernen. Immerhin müssen eine Menge Bleche zum Nachteil der Wirtschaftlichkeit zu den Bearbeitungsstellen geschafft werden. Zu den Sandstellen können auch die, gewöhnlich von feuerfesten Einschlüssen begleiteteten, feinschuppigen Schälchen gerechnet werden. Der Grund dieser Verunreinigungen liegt in der Art des Fertigmachens der Gießgrube und in der Anwendung qualitativ ungenügender Kanal- und Trichtersteine. Als besonders unzulässig hat sich das Einbetten der Trichterrohre in Sand erwiesen.

Ein größerer Schaden entsteht durch Blasen und Schalen. Die Verfasser haben diese zwei Fehlerarten gemeinsam behandelt. Hierbei hat der Ofenzustand wesentlichen Einfluß (vgl. Zahlen-tafel 1). Danach sollte die Herstellung eines manganreichen

Zahlentafel 1. Einfluß des Ofenzustandes.

Alter des Siemens-Martin-Oefens	Art des Ausschusses					Bemerkung
	Risse	Blasen	Schalen	Sandstellen	zusammen	
Ofen Nr. 7 am Ende der Reise	1,03	14,6	8,53	0,47	24,63	Ofen arbeitete kalt
Ofen Nr. 7 am Anfang der Reise	3,60	2,62	0,95	0,16	7,33	Ofen arbeitete heiß

<sup>53)</sup> Dtsch. Kohlenztg. 56 (1938) S. 176.

<sup>54)</sup> ETZ 59 (1938) S. 1041/42.

<sup>55)</sup> Rev. univ. Mines, 8. Sér., 13 (1937) S. 259/64.

<sup>56)</sup> Wilke, W.: Autom.-techn. Z. 43 (1940) S. 196/98.

<sup>1)</sup> Teori. prakt. met. (1939) Nr. 12, S. 34/39.

Zahlentafel 2. Einfluß des Einlaufkohlenstoffgehaltes.

Einlaufkohlenstoffgehalt . . . %	1,0	1,01 bis 1,2	1,21 bis 1,5	1,50
Ausschuß . . . %	6,32	5,51	4,55	2,93

2. daß die Schlackenzähigkeit beim Einlaufen nicht weniger als 6 cm (Bild 3) und
  3. vor der Desoxydation 6 bis 8 cm betragen soll.
- Der Einfluß der verschiedenen Desoxydationsmittel auf den Ausfall durch Blasen und Schalen ist in Zahlentafel 3 dargestellt.

Zahlentafel 3. Einfluß der Desoxydationsmittel.

Schmelzen aus Ofen	Art der Desoxydation														
	mit Ferromangan					mit Ferromangan und Hochofenferrosilizium					mit Silikomangan				
	Ausschuß					Ausschuß					Ausschuß				
	Risse	Blasen	Schalen	Sand	Summe	Risse	Blasen	Schalen	Sand	Summe	Risse	Blase	Schalen	Sand	Summe
Nr. 7 . . . . .	4,25	2,98	0,95	0,08	8,13	3,93	1,88	0,80	0,37	6,98	4,4	0,53	3,92	—	8,9
Nr. 6 . . . . .	3,16	3,68	2,5	1,0	10,3										

Stahles, wie jedes anderen hochwertigen Stahles, nur in heißgehenden Ofen vorgenommen werden, da alle Umstände, die eine Entgasung und Abscheidung von Fremdkörpern fördern, den Ausschub vermindern. In dieser Richtung wirkt auch ein genügend hoher Einlaufkohlenstoffgehalt (s. Zahlentafel 2). Die durch den hohen Kohlenstoffgehalt erforderliche Erzzugabe verursacht bei heißem Ofengang eine erhöhte Bewegung des Bades und verbessert daher auch die Stahlgüte. Als nützlich hat sich eine Erzzugabe während des Kochens bis zu 5 % des Schmelzgewichtes erwiesen. Eine größere Menge wirkt dagegen schädlich (Bild 1). Mit einer Zunahme der Entkohlgeschwindigkeit bis zu 0,28 % C/h geht der Ausfall zurück.

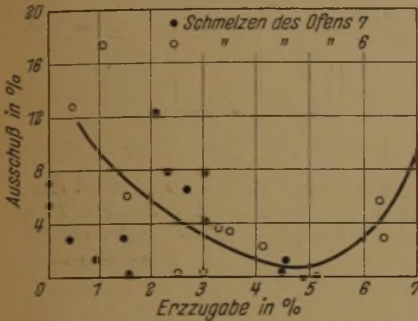


Bild 1. Einfluß des Erzzusatzes während des Fertigmachens auf Ausschub durch Schalen und Blasen.

Außer der Einwirkung auf äußerliche Fehler bei den Blechen ist die Entkohlgeschwindigkeit von Bedeutung für die Festigkeitseigenschaften. Der Stahl kann, wenn die Kochzeit ungenügend war, große Mengen Manganverbindungen (Sauerstoff und Schwefel) enthalten. Obgleich sich diese Einschlüsse beim Walzen in hohen Temperaturen verformen, ohne dem Stahlblech äußerlich zu schaden, vermindern sie, besonders in der Querrichtung, die Festigkeit des Werkstoffes.

Weitere Versuche galten der Frage, ob Zuschläge, die Wasserstoff in Form von Feuchtigkeit mit sich führen (Kalk, Bauxit), die Stahlgüte beeinträchtigen. Bei Kalk gelang es nicht, einen schädlichen Einfluß nachzuweisen; vielleicht aus dem Grunde, weil der Kalk 45 bis 60 min vor der Desoxydation zugegeben wurde. Bild 2 beweist, daß eine Bauxitzugabe bis 0,4 % des Schmelzgewichtes den Stahl nicht verschlechtert. Bei dieser Zusatzmenge überwiegt noch der Nutzen, den der Bauxit ausübt, indem er die Schlacke dünnflüssiger und damit reaktionsfähiger macht. Ein Verbrauch von mehr als 0,4 % zieht jedoch wahrscheinlich durch die eingeführte

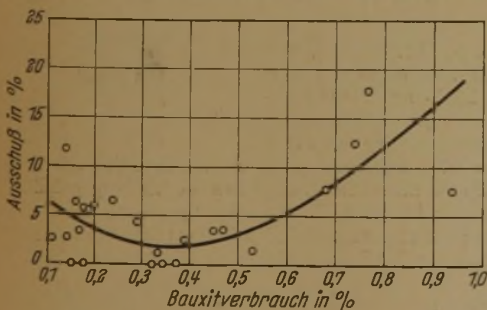


Bild 2. Einfluß des Bauxitverbrauches auf Ausschub durch Schalen und Blasen.

Die drei Versuchsreihen erstreckten sich 1. auf Ferromangan allein, 2. auf Ferromangan und Hochofenferrosilizium zusammen und 3. auf Silikomangan. Die beiden letzten erwiesen sich wirkungsvoller als Ferromangan allein. Bei Herstellung niedriggekohlten Stahles, z. B. mit 0,2 % C, brachte Silikomangan die besten Ergebnisse, denn der Kohlenstoffgehalt des Silikomangans ist drei- bis viermal geringer als im Ferromangan, und es läßt sich mit Silikomangan dahersicherer der geforderte niedrige Kohlenstoffgehalt einhalten. Für die Einhaltung des richtigen Mangangehaltes im Stahl ist zu beachten, daß der Abbrand bei Ferromangan im Mittel 40 % des Mangans beträgt, daß er dagegen bei der gemeinsamen Zugabe von Ferromangan und Hochofensilizium oder von Silikomangan nur zwischen 25 und 35 % schwankt.

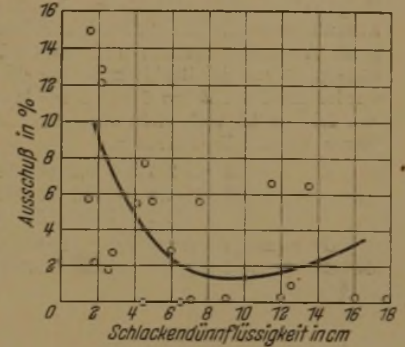


Bild 3. Einfluß der Schlackendünnflüssigkeit beim Einlaufen auf den Ausschub.

Der Einfluß der Gießbedingungen.

Der Stahl aus Ofen 6 wurde in einer, der des Ofens 7 in zwei Pfannen abgestochen. Den Unterschied im Ausbringen an gutem Stahl läßt Zahlentafel 4 erkennen. Die Verschiedenheit in den Ergebnissen wird vor allem der Zeit des Verbleibens und der Höhe des Stahles in der Pfanne zugeschrieben.

Zahlentafel 4. Einfluß der Gießart (zwei Pfannen oder eine Pfanne).

Schmelzen von	Risse	Blasen	Schalen	Sandstellen	Zusammen
Ofen 7 (2 Pfannen) . . .	3,60	2,63	0,95	0,16	7,34
Ofen 6 (1 Pfanne) . . .	4,96	2,85	4,88	0,45	13,14

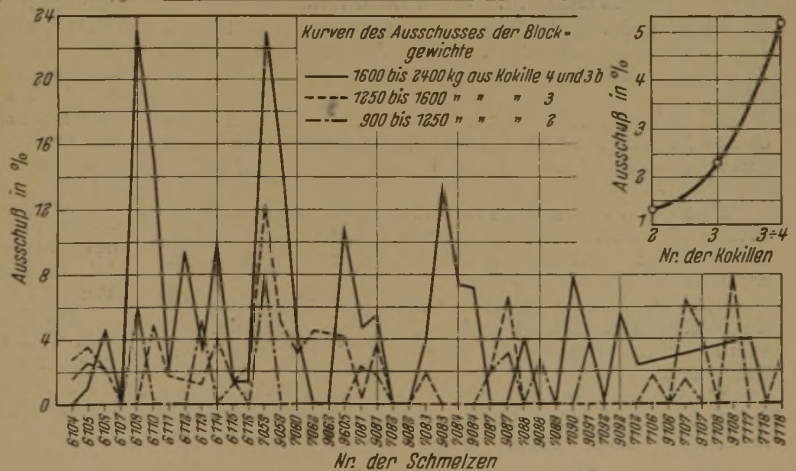


Bild 4. Einfluß des Blockgewichtes auf Ausschub dem äußeren Aussehen nach.

Wasserstoffmenge eine merkbare Verminderung des Ausbringens an guten Blechen nach sich.

Der Schlackenflüssigkeitsgrad wurde bei den Versuchen mit dem Viskosimeter von Herty ermittelt und dabei festgestellt, 1. daß die Schlackenzähigkeit vor der Desoxydation einen größeren Einfluß auf die Stahlgüte hat als zur Zeit des Einlaufens,

Die Untersuchung über den Einfluß der Blockgröße auf den Ausfall an Blechen ergab zunächst die in Bild 4 wiedergegebenen Kurven. Natürlich darf daraus nicht der Schluß gezogen werden, daß der kleine Block unter allen Umständen dem großen überlegen ist. Es folgt daraus nur, daß die durch die Gießgeschwindigkeit und Gießtemperatur bedingten Gießverhältnisse für den kleinen Block gut, für den großen ungünstig lagen.

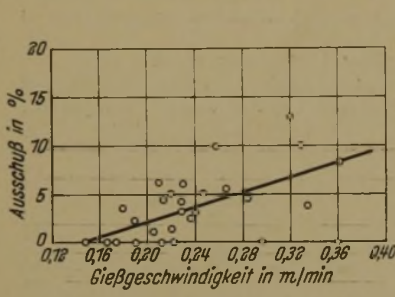


Bild 5. Einfluß der Gießgeschwindigkeit auf Ausschuß durch Risse (1,6- bis 2,4-t-Blöcke).

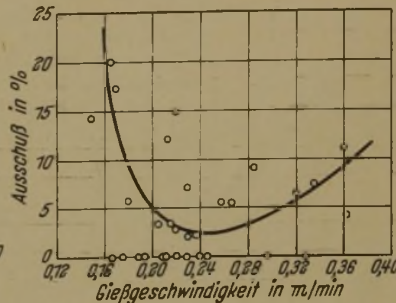


Bild 6. Einfluß der Gießgeschwindigkeit auf Ausschuß durch Schalen und Blasen.

Die Gießgeschwindigkeit wird einmal durch die lichte Weite des Ausgusses, zum andern durch die Stellung des Stopfens geregelt. An Ausgüssen standen für diesen Stahl solche mit 35 und 45 mm Oeffnung zur Verfügung. Beide waren mit Magnesiteinsätzen versehen. Die Ergebnisse mit dem kleinen Ausguß waren für den großen Block derart schlecht, daß nur der große Ausguß gebraucht und die Gießgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Stahltemperatur durch den Stopfen geregelt wurde. In den Bildern 5 und 6 ist das Ergebnis für die Blöcke von 1,2 bis 2,4 t Gewicht eingezeichnet. Zusammengefaßt beitragen sie für die Blöcke von

- 1,6 bis 2,4 t = 0,2 bis 0,25 m/min,
- 1,2 bis 1,5 t = 0,3 bis 0,35 m/min,
- 1,2 t = 0,3 bis 0,4 m/min.

Die günstigste Anfangsgießtemperatur wurde mit 1440 bis 1450° (unberichtigt) ermittelt. Der schädliche Einfluß einer zu

niedrigen Gießtemperatur zeigte sich bei folgendem Versuch. Ein Block von 1400 kg wurde auf dem dritten Gespann mit der Gießgeschwindigkeit von 0,43 m/min bei der Temperatur von 1440°, ein anderer von 1100 kg auf dem siebenten Gespann mit 0,31 m/min bei 1420° gegossen. Der Baumannabdruck des ersten war gut, der zweite zeigte viele Poren und Einschlüsse.

Jeder Temperatur entspricht eine beste Gießgeschwindigkeit. Der Versuch, diesen gekuppelten Einfluß auf den Ausschuß an Blechen durch Oberflächenfehler klarzulegen, ist in Zahlentafel 5 gemacht. Es zeigt sich, daß für eine bestimmte Blockgröße die besten Werte der Anfangsgießtemperatur im Bereiche von 1440 bis 1455° und einer Gießgeschwindigkeit von 0,26 bis 0,18 m/min liegen.

Zahlentafel 5. Einfluß der Stahltemperatur und Gießgeschwindigkeit.

Gießgeschwindigkeit für Kokille Nr. 4 m/min	Anfangsgießtemperatur auf dem 2. Gespann				
	1440°	von 1440 bis 1445°	von 1445 bis 1450°	von 1450 bis 1455°	von 1455 bis 1460°
1. < 0,180 . . . . .	—	12,71	—	—	28,86
2. 0,180 bis 0,220 . . . . .	—	6,9	5,11	5,40	—
3. 0,220 bis 0,26 . . . . .	—	—	—	—	9,09
4. 0,26 bis 0,32 . . . . .	—	—	—	—	—
5. 0,32 und > . . . . .	12,51	—	10,0	11,34	—

Die Erfahrungen dieser Untersuchungen wurden bei einer neuen Reihe von Schmelzen ausgenutzt mit dem Erfolg, daß mit diesen Schmelzen bedeutend günstigere Ergebnisse erzielt wurden.

Fritz Boettcher.

## Patentbericht.

### Deutsche Patentanmeldungen<sup>1</sup>).

(Patentblatt Nr. 1 vom 2. Januar 1941.)

Kl. 7 a, Gr. 3, D 76 341. Verfahren zum Walzen von U-förmigen Profilleisen, z. B. Spundwandisen. Erf.: Dipl.-Ing. Josef Meiser, Dortmund. Anm.: Dortmund-Hoerder Hüttenverein, A.-G., Dortmund.

Kl. 16, Gr. 3, K 154 945. Verfahren zum Entstauben und Körnen von Thomasmehl. Erf.: Dr. phil. Gerhard Trömel, Düsseldorf-Oberkassel, und Dr. phil. Hans Joachim Harkort, Düsseldorf. Anm.: Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung, e. V., Düsseldorf.

Kl. 48 b, Gr. 4, B 173 011. Verfahren zum Aufbringen eines korrosionssicheren Metallüberzuges auf die Innenwände eines Stahlrohres. Matthäus Braun, Frankfurt a. M.

Kl. 49 a, Gr. 36/02, R 102 908. Vorrichtung zur Messung der Schneidtemperatur bei spanabhebender Metallbearbeitung. Dr.-Ing. Walter Reichel, Rheydt (Rhld).

(Patentblatt Nr. 2 vom 9. Januar 1941.)

Kl. 18 b, Gr. 2, V 34 242. Verfahren zum Herstellen von Roheisen für basischen Thomasstahl. Vereinigte Hüttenwerke Burbach-Eich-Düdelingen, A.-G., Abtlg. Burbach, Köln-Mülheim.

Kl. 18 b, Gr. 14/05, B 188 478. Kühlvorrichtung für den Ofenkopf von insbesondere Siemens-Martin-Oefen. Erf.: Arthur Sprenger, Berlin. Anm.: H. A. Brassert & Co., Berlin-Charlottenburg.

Kl. 24 k, Gr. 5/01, O 24 161. Mauerwerk von Brenn- und anderen hochtemperaturbeanspruchten Oefen. Erf.: Paul Grewe, Bochum. Anm.: Dr. C. Otto & Comp., G. m. b. H., Bochum.

Kl. 40 b, Gr. 2, V 34 113. Verfahren zur Herstellung von Sinterlegierungen. Erf.: Dr. Hans Burkhardt, Oberursel i. T. Anm.: Vereinigte Deutsche Metallwerke, A.-G., Frankfurt a. M.-Heddernheim.

Kl. 40 b, Gr. 14, K 141 903. Verwendung von Nickel-Kupfer-Legierungen für magnetisch beanspruchte Gegenstände. Fried. Krupp A.-G., Essen.

### Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 1 vom 2. Januar 1941.)

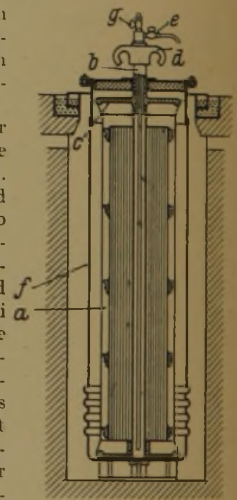
Kl. 49 c, Nr. 1 496 196. Vorrichtung zur Bearbeitung von Werkstücken auf spanabhebenden Werkzeugmaschinen. Heinz Kahlhofer, Wien XIV.

<sup>1</sup>) Die Anmeldungen liegen von dem angegebenen Tage an während dreier Monate für jedermann zur Einsicht und Einsprucherhebung im Patentamt zu Berlin aus.

### Deutsche Reichspatente.

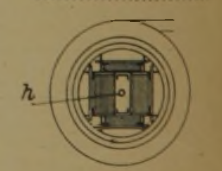
Kl. 18 c, Gr. 8<sub>90</sub>, Nr. 695 999, vom 3. März 1937; ausgegeben am 7. September 1940. Regnier Eickworth in Iserlohn. *Glühkopf mit Einsatzgestell.*

Das Gestell a besteht aus einer oder mehreren Taschen zur Aufnahme von langen zu glühenden Stäben, z. B. aus Bandstahl; die Taschen sind zwischen zwei durch ein Halterohr b verbundenen Rundscheiben c angeordnet. Das Halterohr hat einen aufschraubbaren Traghaken d und wird durch eine Verschraubung mit zwei Hähnen verschlossen, von denen Hahn e Schutzgas in den Innenraum des Glühtopfes f leitet und Hahn g mit Rohrverlängerung h die durch das Gas hinausgedrückte Luft ins Freie läßt und dann geschlossen wird. Der Glühkopf f ist an einem Deckel i lösbar befestigt, der auf dem Halterohr b verschiebbar und durch eine Stopfbüchse abgedichtet ist.



Kl. 42 l, Gr. 3<sub>53</sub>, Nr. 696 052, vom 9. Dezember 1938; ausgegeben am 9. September 1940. Dipl.-Ing. Rafael Wytslo in Essen. *Verfahren zur Durchführung der Funkenprüfung an Stahl.*

Das Funken wird mit einer porigen Schleifscheibe durchgeführt, deren Poren mit einer chemischen Verbindung gefüllt sind; diese gibt zur besseren Unterscheidung der chemischen Zusammensetzung des zu untersuchenden Stahles das notwendige Gas beim Funken ab, z. B. Kaliumchlorat, das Sauerstoff abgibt.



Kl. 18 d, Gr. 2<sub>40</sub>, Nr. 697 272, vom 11. September 1935; ausgegeben am 10. Oktober 1940. Stahlwerke Röchling-Buderus, A.-G., in Wetzlar. *Verwendung einer Chrom-Molybdän-Titan-Eisenlegierung.*

Als Werkstoff für Gegenstände, die gegen den Angriff von Lösungen mit Kalziumhypochlorit beständig sein sollen, wird eine Legierung verwendet, die weniger als 0,50% C, weniger als 1,0% Mn, weniger als 3,0% Si, 20 bis 30% Cr, 1,80 bis 4,0% Mo, 0,50 bis 3,50% Ti. Rest Eisen und die üblichen Verunreinigungen enthält.

## Statistisches und Wirtschaftliche Rundschau.

### Der Güteaufpreis für Siemens-Martin-Stahl.

In einem Erlaß an den Stahlwerksverband A.-G., Düsseldorf, vom 19. Dezember 1940 und in Abänderung früherer Erlasse hat der Reichskommissar für die Preisbildung die Berechnung des Güteaufpreises für Siemens-Martin-Stahl neu festgelegt. Die Bestimmungen gelten für alle Lieferungen, die nach dem 31. Dezember 1940 abgesandt werden. Der Erlaß gilt vorläufig nicht für die Reichsgaue der Ostmark. Die Bestimmungen lauten:

1. Bei Lieferung von Siemens-Martin-Stahl darf der Siemens-Martin-Aufpreis berechnet werden, auch wenn dieser Stahl am Stichtag der Preisstopverordnung ohne Berechnung des Siemens-Martin-Aufpreises geliefert worden ist. Der Aufpreis darf nicht berechnet werden, wenn ausdrücklich Thomasstahl bestellt worden ist.

2. Die Lieferwerke sind berechtigt, die Annahme der Bestellung von Thomasstahl von einer schriftlichen Versicherung des Bestellers abhängig zu machen, daß er technisch in der Lage ist, Thomasstahl für den Zweck zu verarbeiten, dem die Bestellung dient.

3. Der Siemens-Martin-Aufpreis darf auch bei Schiffbaumaterial berechnet werden, es sei denn, daß ausdrücklich Schiffbaumaterial in Thomasgüte bestellt worden ist.

4. Der Siemens-Martin-Aufpreis darf unbeschadet der Vorschrift der Ziffer 3 nicht berechnet werden bei folgenden Erzeugnissen: a) Qualitätsmaterial (Qualitätsformstahl, soweit der Verkauf durch die Lieferwerke unmittelbar erfolgt, Qualitätsstahl mit einem Güteaufpreis über 12,60  $\mathcal{R.M.}/t$ , Qualitätsbandstahl mit einem Aufpreis von 22,50  $\mathcal{R.M.}/t$  und darüber, Qualitätsuniversalstahl mit einem Aufpreis von 84  $\mathcal{R.M.}/t$  und darüber, Qualitätsgrobbleche mit einem Aufpreis von 84  $\mathcal{R.M.}/t$  und darüber, Qualitätsmittelbleche mit einem Aufpreis von 75  $\mathcal{R.M.}/t$  und darüber); b) Bleche in Kesselblechgüte; c) Feinbleche mit mehr als 85 kg Festigkeit, die einen Güteaufpreis von 60  $\mathcal{R.M.}/t$  und darüber haben; d) Bleche der Gütegruppen V bis X; e) Ausschub- und Abfallmaterial; f) Walzwerksergebnisse mit Effektivpreisen, soweit nicht die Berechnung des Siemens-Martin-Aufpreises für Lieferungen vor dem 1. Mai 1940 besonders vorgenommen wurde oder vorbehalten war; g) Walzwerksergebnisse mit besonderen Anforderungen, für die Listenpreise nicht festliegen, soweit der bisherige Preis den Siemens-Martin-Aufpreis enthielt; h) Walzwerksergebnisse, deren Güteaufpreis nach der Preisliste den Siemens-Martin-Aufpreis ausdrücklich einschließen.

5. Der listenmäßig festgelegte Güteaufpreis für Qualitätsstahl und Qualitätshalbzeug ermäßigt sich bei ausdrücklicher Bestellung in Thomasgüte bei den Stahlmarken, bei denen dies in der Liste „Aufpreis für Qualitätsstahl und Qualitätshalbzeug“ [Anlage zum Erlaß vom 17. Dezember 1940<sup>1)</sup>] vorgesehen ist, gemäß dieser Liste.

6. Grobbleche in Stärken von 200 mm und darüber auch in den Güten St 37.21 und St 42.21 müssen ohne Berechnung des Siemens-Martin-Aufpreises geliefert werden, wenn der Besteller ausdrücklich Thomasmaterial bestellt und die in Ziffer 2 erwähnte Versicherung abgibt.

7. Auch die reinen Siemens-Martin-Werke sind verpflichtet, auf Thomasstahl lautende Aufträge anzunehmen und ohne Berechnung des Siemens-Martin-Aufpreises auszuführen. Dies gilt auch für Qualitätsmaterial. Der Stahlwerks-Verband ist jedoch berechtigt, Aufträge auf Lieferung von Thomasmaterial auf

Thomaswerke zu überschreiben, wenn dadurch keine Verzögerung der Lieferung eintritt.

8. Bei Bestellung von Stahl ohne Gütebezeichnung darf Thomasstahl geliefert werden, auch wenn am Stichtag der Preisstopverordnung bei solchen Bestellungen Siemens-Martin-Stahl geliefert worden ist. Bestellungen auf Thomasstahl dürfen in der Lieferfrist gegenüber Bestellungen auf Siemens-Martin-Stahl oder auf Stahl ohne Gütebezeichnung nicht zurückgesetzt werden.

9. Für den Eisenhandel gelten beim Weiterverkauf die gleichen Grundsätze.

### Die Neuordnung der französischen Eisenwirtschaft<sup>1)</sup>.

Unter dem Titel „Comité d'organisation de l'Industrie du Tube d'acier“ wurde ein Organisationsausschuß geschaffen, der die Herstellung und den Verkauf von Stahlröhren der französischen Röhrenwerke regeln soll, und zwar auf Grund der ihm zu diesem Zwecke vom Staate übertragenen Vollmachten. Es wird angenommen, daß auch die französische Röhrenindustrie der besetzten Gebiete unter Zustimmung der Besetzungsbehörden erfaßt werden soll.

### Schwedens Bergwerks- und Eisenindustrie im Jahre 1939.

Die schwedische Industriestatistik für das Jahr 1939 ist aus verschiedenen Gründen bisher noch nicht erschienen. Die jetzt veröffentlichten vorläufigen Erzeugungszahlen für 1939<sup>2)</sup> lassen im allgemeinen eine gewisse Erholung erkennen nach dem Rückgang der industriellen Tätigkeit, der für 1938 festzustellen war. Allerdings brachte der Krieg besonders für die Ausfuhrindustrien einige Schwierigkeiten, z. B. durch erhöhte Fracht- und Versicherungskosten, die Bannwarenbestimmungen der Kriegführenden usw., mit sich, doch scheinen diese Hindernisse nicht in höherem Maße das Jahresergebnis nach unten beeinflußt zu haben.

Die Eisenerzförderung hielt sich fast auf der Höhe des Vorjahres. Auch die Roheisenerzeugung verminderte sich gegenüber den Höchstleistungen im Jahre 1938 nur unwesentlich. Dagegen nahm die Herstellung an Eisenlegierungen zu. Auch die Erzeugung von Schweiseseisen stieg von 22 688 t im Jahre 1938 auf 28 255 t im Jahre 1939. Die Stahlerzeugung, die 1938 nach ununterbrochenem Anstieg in den Vorjahren zurückgegangen war, erreichte 1939 mit 1 151 914 t eine neue Spitzenleistung. Ebenso zeigen geschmiedetes und gewalztes Eisen und Stahl eine Steigerung nach dem Rückgang im Jahre 1938. Im einzelnen wurden gewonnen oder erzeugt:

	1938 t	1939 t
Steinkohlen . . . . .	431 030	443 695
Koks . . . . .	579 496	590 817
Eisenerz (einschließlich Schlich) . . . . .	13 928 023	13 787 202
Roheisen . . . . .	667 909	644 038
Eisenlegierungen . . . . .	45 670	47 364
Robstahl . . . . .	972 021	1 151 914
Geschmiedetes und warmgewalztes Eisen und Stahl	715 064	830 534
Gußwaren . . . . .	172 554	194 136
Gezogener Draht . . . . .	102 105	120 892
Nägel und Drahtstifte . . . . .	34 531	44 945
Bolzen, Mutttern und Schrauben . . . . .	18 681	21 405
Bleche und Blechwaren . . . . .	46 344	56 044

<sup>1)</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 22.

<sup>2)</sup> Kommersiella Meddelanden 27 (1940) Nr. 12, S. 572/76. — Für das Jahr 1938 zum Teil berichtigte Zahlen. — Vgl. Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 743.

### Aus der Eisen- und Stahlindustrie der Vereinigten Staaten von Nordamerika.

Die Roheisenerzeugung der Vereinigten Staaten belief sich im Oktober 1940 auf 3 977 253 t; gegenüber dem September mit 3 785 255 t bedeutet das eine Zunahme um 5 %. Die tägliche Erzeugung war mit 128 299 t um 1,68 % größer als im Vormonat (126 035 t). Gemessen an der jedesmaligen Leistungsfähigkeit der Hochofenwerke stellte sich die tatsächliche Roheisenerzeugung im Oktober<sup>1)</sup> auf 93 % gegen 85,2 % im gleichen Monat des Jahres 1939<sup>2)</sup>, 48 % 1938<sup>3)</sup> und 68,4 % 1937<sup>4)</sup>. Die Zahl der unter Feuer stehenden Hochofen betrug am

31. Oktober 1940 196 oder 4 mehr als Ende September und war damit die höchste seit Oktober 1929, wo 203 Hochofen betrieben wurden.

In den Monaten Januar bis Oktober wurden 34 382 689 t Roheisen erzeugt; gegenüber der gleichen Zeit des Vorjahres (24 424 744 t) bedeutet das eine Zunahme um 41 % und gegenüber der des Jahres 1938 (14 624 126 t) um 135 %.

Die Gewinnung von Stahlblöcken erreichte nach den Ermittlungen des „American Iron and Steel Institute“ im Oktober mit 5 865 733 t einen neuen Höchststand. Sie lag damit um ungefähr 10 % über der Erzeugung des Septembers mit 5 348 036 t und um mehr als 5 % über der früheren Höchstleistung von 5 577 146 t im November 1939.

<sup>1)</sup> Leistungsfähigkeit am 31. Dezember 1939 50 464 663 t.

<sup>2)</sup> Leistungsfähigkeit am 31. Dezember 1938 51 004 192 t.

<sup>3)</sup> Leistungsfähigkeit am 31. Dezember 1937 51 418 208 t.

<sup>4)</sup> Leistungsfähigkeit am 30. Juni 1937 50 465 450 t.

Erzeugt wurden in den Monaten Januar bis Oktober:

1940	Stahlblöcke insgesamt	davon		Wöchent- liche Erzeugung	% der Leistungs- fähigkeit
		Siemens- Martin- t	Bessemer- Robblöcke		
Januar . . .	5 130 389	4 871 195	259 194	1 158 101	84,11
Februar . . .	3 999 788	3 813 338	186 450	966 132	70,16
März . . .	3 868 900	3 695 122	173 778	873 341	63,42
April . . .	3 605 774	3 445 806	159 968	840 607	61,04
Mai . . .	4 392 024	4 157 328	234 696	991 427	72,00
Juni . . .	5 019 345	4 743 217	276 128	1 170 011	84,97
Juli . . .	5 075 736	4 783 295	292 440	1 148 357	83,40
August . . .	5 473 051	5 137 690	335 361	1 235 451	89,72
September . . .	5 348 037	5 016 745	331 291	1 249 542	90,75
Oktober . . .	5 862 105	5 491 927	370 178	1 323 274	96,10
Zusammen	47 775 149	45 155 663	2 619 484	1 096 513	79,64

Für die Monate November und Dezember betrug nach vorläufigen Angaben die Roheisenerzeugung 3,99 und 4,0 Mill. t, die Stahlerzeugung 5,7 und 5,72 Mill. t. Das würde für das ganze Jahr 1940 eine Erzeugung an Roheisen von 42 Mill. t und an Stahl von 59,2 Mill. t bedeuten. Die Roheisenerzeugung weist damit gegen das Vorjahr (32,1 Mill. t) eine Zunahme um 30 % auf, die Stahlerzeugung (46,5 Mill. t) eine solche um 27 %. Die bisherige Jahreshöchstleistung (1929 mit 57,3 Mill. t) wurde 1940 noch um 3,3 % übertroffen. Der durchschnittliche Beschäftigungsgrad der Stahlindustrie im Jahre 1940 wird auf 82,75 % der Leistungsfähigkeit berechnet. Die Leistungsfähigkeit der Stahlwerke stellt sich nach Angaben des Amerikanischen Eisen- und Stahlinstituts Ende 1940 auf etwa 72 Mill. t, das sind 15 % mehr als 1929 und 38 % mehr als 1918. Die durchschnittliche Arbeiterzahl der Stahlindustrie im Berichtsjahr wird mit 550 000 angegeben.

Die Herstellung von Halbzeug und Fertigerzeugnissen für den Verkauf stieg im September auf 4 033 826 t an und blieb damit hinter dem August-Ergebnis um 183 713 t zurück. In den ersten 9 Monaten 1940 wurden insgesamt an Halbzeug und Fertigerzeugnissen hergestellt 30 810 545 t oder 50 % mehr als in der entsprechenden Zeit des Vorjahres (20 477 369 t). Die Leistungsfähigkeit der Walzwerke war im September zu 95,4 % ausgenutzt und für die ersten 9 Monate mit 79,7 %. Die erste Stelle in der Erzeugung nahmen Bleche ein mit 849 828 t, es folgte Stabstahl mit 693 172 t, Grobbleche mit 334 463 t und schwerer Formstahl mit 282 082 t. Die Ausfuhr belief sich im September auf 863 232 t oder 21,4 % der Erzeugung. In den ersten 9 Monaten 1940 wurden insgesamt 5 101 164 t oder 16,5 % der Herstellung ausgeführt. Im ganzen Jahr 1939 betrug der Anteil der Ausfuhr an der Erzeugung 7 %.

Ueber die Frage, inwieweit die amerikanische Stahlindustrie über eine ausreichende Leistungsfähigkeit verfügt, gehen die Meinungen augenblicklich ziemlich stark auseinander. Regierungskreise schätzen, daß die Stahlnachfrage im Finanzjahre von Ende Juni 1941 bis Ende Juni 1942 durch folgende Bedürfnisse bestimmt wird: 67 Mill. t für normalen heimischen Bedarf, 13,6 Mill. t für die Ausfuhr, 4,1 Mill. t für die Rüstung. Da die Leistungsfähigkeit zur Zeit 72 Mill. t ausmacht, ergäbe sich demnach eine Fehlmenge von mehr als 12 Mill. t. Andererseits wird in manchen privaten Berechnungen angenommen, daß sich im Kalenderjahr 1941 ein Stahlüberschuß von 5,4 Mill. t ergeben werde, so daß Betriebsausdehnungen vorläufig unnötig seien. Die Abneigung gegen Uebersteigerung der Leistungsfähigkeit in Unternehmerkreisen wird nicht nur durch die Furcht vor Beschäftigungsmangel im Falle des plötzlichen Abflauens der Kriegskonjunktur hervorgerufen, sondern auch durch die Erwartung, daß allzu starke Ausdehnung mit Hilfe der Regierung eine Bevormundung der Wirtschaft zur Folge haben werde. Dies erklärt, warum die Industrie nur zögernd an Betriebserweiterungen herangeht.

Im Oktober ging die Stahlausfuhr der Vereinigten Staaten (ohne Schrott) abermals gegenüber dem Vormonat zurück und sank um 12,3 % auf 768 004 t. Besonders scharf war der Rückgang in Roheisen und unlegierten Blöcken, ferner in Baustahl und Schienen. Bei der Ausfuhr von Blöcken zeigte sich eine gewisse Umschichtung zugunsten von Legierungsstahl, dessen Ausfuhr (überwiegend nach England) sich verdreifachte. Ebenso stieg legierter Stabstahl, wie überhaupt die Tendenz zur Steigerung von Stahllegierungen in Halbzeug und Fertigstahl stark ist. Z. B. erhöhte sich gegenüber dem Vormonat die Ausfuhr von Legierungsfeinblechen auf das Zwölfwache des Vormonats. Aehnliche Entwicklung zeigen Grobbleche. Die Ausfuhr von Fertigstahl konnte sich im ganzen besser behaupten und nahm in einzelnen Erzeugnissen, wie Röhren und einzelnen Drahtsorten, Drahtseilen, Stacheldraht usw., stark zu. Der

Gesamtrückgang hängt mit dem Mangel an britischem Frachtraum zusammen. Innerhalb des verfügbaren Frachtraums scheinen die Engländer aber Fertigstahl den Vorzug gegeben zu haben, während Blöcke, Roheisen usw. zurückgestellt wurden. Im einzelnen ergibt sich für Oktober 1940 folgendes Bild:

Unlegierte Stahlblöcke:

Ausfuhr insgesamt . . . . .	188 693 t
davon nach England . . . . .	150 592 t
Kanada . . . . .	17 073 t
Japan . . . . .	11 691 t

Legierte Stahlblöcke:

Ausfuhr insgesamt . . . . .	100 363 t
davon nach England . . . . .	96 430 t

Baustahl:

Ausfuhr insgesamt . . . . .	50 065 t
davon nach England . . . . .	27 491 t
Kanada . . . . .	11 577 t

Grobbleche:

Ausfuhr insgesamt . . . . .	47 113 t
davon nach England . . . . .	14 119 t
Kanada . . . . .	16 384 t

Von der Gesamtausfuhr in Höhe von 768 004 t gingen 418 645 t nach England gegen 551 503 t im September. Daß der Rückgang ausschließlich durch den Schiffsmangel verursacht worden ist, beweist die Tatsache, daß die Ausfuhr nach Kanada von 96 100 t auf 114 332 t stieg.

Ausfuhr nach	1940	
	Oktober	September
Großbritannien . . . . .	418 645	551 503
Kanada . . . . .	111 332	96 100
Japan . . . . .	41 367	49 762
Union Südafrika . . . . .	16 170	31 075
Argentinien . . . . .	17 695	12 863

Von Januar bis Oktober 1940 erreichte die Stahlausfuhr nach England rd. 2,09 Mill. t bei einer Gesamtausfuhr von 5,7 Mill. t, d. h. ein Drittel ging nach England, während seit September/Oktober bereits mehr als die Hälfte auf britische Rechnung entfiel. Es ist deshalb anzunehmen, daß für das Jahr 1940 die Ausfuhr nach England mindestens 2,7 Mill. t erreicht. Bislang bestand diese Ausfuhr weitgehend aus Halbzeug, und zwar in Höhe von etwa 1,4 Mill. t in den ersten zehn Monaten. Hinzu kommen etwa 31 800 t Roheisen. Kanada bezog in den ersten zehn Monaten rd. 435 000 t und dürfte bei der Steigerung seiner Bezüge seit September für 1940 mindestens 590 000 t abnehmen, so daß sich die britisch-kanadischen Stahlbezüge auf rd. 3,4 Mill. t belaufen würden bei einer Gesamtausfuhr von voraussichtlich etwa 7,3 Mill. t. Im Vergleich hierzu spielt die Ausfuhr nach Japan eine untergeordnete Rolle. Sie erreichte in den ersten zehn Monaten 172 000 t.

Seit Januar 1933 sind mehr als 19,5 Mill. t Eisen- und Stahlschrott von den Vereinigten Staaten ausgeführt worden, wovon über die Hälfte nach Japan ging. Insgesamt wurde seit 1933 mehr als fünfmal soviel Schrott ausgeführt wie in den vorhergehenden 32 Jahren zusammen. Vor 1900 war kaum eine Schrottausfuhr vorhanden. Die Sperrung der Schrottverschiffungen nach allen Ländern ausgenommen Großbritannien und die Staaten der westlichen Halbkugel hatte natürlich einen merklichen Rückgang der Alteisenausfuhr zur Folge. Japan war bis zur Mitte des Jahres 1940 der hauptsächlichste Bezieher amerikanischen Schrotts gewesen. Von den in den ersten fünf Monaten 1940 ausgeführten 1,17 Mill. t Schrott waren 31 % nach Japan gegangen und 26 % nach Großbritannien. Die übrigen europäischen Länder, vornehmlich Frankreich und Italien, hatten 31 % erhalten, Kanada 9 %. Von Juni bis August 1940 waren rd. 1 Mill. t ausgeführt worden oder 43 % monatlich mehr als in den ersten fünf Monaten. Japan erhielt unverändert 31 %, rückte damit aber an die zweite Stelle hinter Großbritannien, das 44 % bezog. Kanadas Anteil stieg scharf an auf 17 %, während an das europäische Festland seit Mitte Juni praktisch nichts mehr geliefert wurde. Im September sank die Ausfuhr auf 232 000 und im Oktober auf 231 000 t. Von Januar bis Oktober erfuhr sie gegenüber dem gleichen Zeitraum des Vorjahres eine Abnahme von 2,82 Mill. t auf 2,41 Mill. t.

Der Beschäftigungsgrad der amerikanischen Stahlindustrie bewegte sich auch in den beiden letzten Monaten des Jahres 1940 auf der alten Höhe. So stellte sich die Meßzahl am 30. Dezember 1940 auf 95,9 % der Leistungsfähigkeit, nachdem in der Weihnachtswoche der übliche Rückgang auf 80,8 % zu verzeichnen war. Der Auftragsseingang hielt sich im Dezember auf der alten Höhe. Der laufende Auftragsseingang entspricht etwa 140 % der Erzeugung, so daß die Lieferrückstände stark zugenommen und die Lieferfristen sich weiter ausgedehnt haben, so bei Feinblechen auf 40 Wochen und bei Grobblechen sogar auf 20 bis 24 Wochen. Unter den Aufträgen sind die für die Aufrüstung nach wie vor besonders hervorzuheben. Auch die Eisenbahngesellschaften kaufen leb-

haft, und die Umsätze auf dem Baustahlmarkt werden mit 1 475 000 t auf 325 000 t höher als im Jahre 1939 geschätzt. Etwas zurückgegangen ist der Bedarf der Kraftwagenindustrie. Fortgesetzt schwache Nachfrage besteht dagegen nach Weißblechen, so daß verschiedene Weißblechwerke dazu übergegangen sind, Feinbleche zu walzen.

Der hohe Erzeugungsstand hat natürlich eine starke Anspannung auf den Rohstoffmärkten zur Folge. Die Kokspreise sind gestiegen. Am Schrottmarkt hat sich die Lage fühlbar verschärft. Die Lieferungen von Eisenerz haben außerordentlich stark zugenommen. Trotzdem macht sich eine ständig zunehmende Knappheit an Roheisen fühlbar. Insbesondere wächst die heimische Nachfrage, wodurch die Deckung

des bedeutenden britischen Bedarfes ernstlich in Frage gestellt wird. England soll bereits 30 \$ je t anbieten gegen 20 \$ in den letzten Monaten.

Die Stahlpreise sind im Inlande für das erste Vierteljahr 1941 unverändert geblieben. Ob die Bemühungen der Regierung und auch der Stahlindustrie, die gegenwärtig gültigen Preise für das zweite Vierteljahr ebenfalls beizubehalten, von Erfolg gekrönt sein werden, erscheint zweifelhaft. Die Ausfuhrpreise für Stahlerzeugnisse wurden Mitte Dezember 1940 mit sofortiger Wirkung durchschnittlich um 2 \$ die Tonne erhöht. So stellen sich Grobbleche jetzt auf 2,45 c je lb. frei Verschiffungshafen, Feinbleche auf 3,25 c, Stabstahl auf 2,45 c. Die Preise für Halbzeug blieben unverändert.

## Buchbesprechungen.

**Der Chemie-Ingenieur.** Ein Handbuch der physikalischen Arbeitsmethoden in chemischen und verwandten Industriebetrieben. Unter Mitarbeit zahlr. Fachgenossen hrsg. von A. Eucken, Göttingen, und M. Jakob, Berlin. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 8<sup>o</sup>.

Bd. 3: Chemische Operationen. T. 5: Hochtemperatur-Operationen. Hrsg. von A. Eucken. Mit 377 Fig. im Text und Generalregister für Bd. 3. 1940. (XVI, 676 S.) 56 *R.M.*, geb. 58 *R.M.*

Ein großer Teil des Leserkreises dieser Zeitschrift wird diesem Band<sup>1)</sup> besondere Aufmerksamkeit entgegenbringen, denn die wesentlichsten Fertigungsstätten des Eisenhüttenwesens arbeiten bei hohen Temperaturen und befassen sich fast ausschließlich mit chemischen Vorgängen.

Im ersten Abschnitt wird von W. Steger die Gewinnung, Herrichtung und Verarbeitung der keramischen Massen behandelt. Besonders eingehend werden dabei die Eigenschaften und die mechanische, chemische und wärmetechnische Prüfung besprochen. Aus den physikalischen und chemischen Eigenschaften in Wechselwirkung mit den Beanspruchungsstoffen ergeben sich die Anwendungsmöglichkeiten und ihre Grenzen.

In seinem Beitrag über die Wärmetechnik der Industrieöfen beschreibt A. Schack in knapper, besonders klarer Weise die Vorgänge bei der Wärmeübertragung in den Industrieöfen und gibt weiter eine eingehende Anleitung zur Aufstellung der technisch-wirtschaftlich so bedeutsamen Wärmebilanzen von Öfen. Auch demjenigen, der die grundlegenden Arbeiten und Werke von Schack bereits kennt, wird aus diesem Kapitel Nutzen ziehen, zumal da auch neue Formeln (S. 66) mitgeteilt werden.

Das von G. Damköhler bearbeitete Gebiet der Umsetzungen zwischen Gasen ist unter besonderer Betonung der Werkstofffragen, ihrer Auswahl und Gestaltung zwecks Erhöhung der Haltbarkeit bei Sonderbeanspruchung geschrieben worden. Gerade diese Gesichtspunkte, die für die Durchführung neuzeitlicher chemischer Großverfahren von Bedeutung sind, berühren eng die Fragen der Zusammensetzung, der Auswahl und des Schutzes von Stählen. Für eine richtige Anpassung und Auswahl des Werkstoffes ist die Kenntnis der chemischen Vorgänge unerlässlich, die in diesem Abschnitt behandelt werden.

Der weitaus größte Teil des Bandes umfaßt die Hochtemperatur-Verfahren zur Verarbeitung fester Stoffe. Er enthält folgende Unterabschnitte: Entgasung und Vergasung fester Körper, insbesondere Kohle (W. Fitz), Vorrichtungen zur Verkokung bei hohen und tiefen Temperaturen, Schwelung; Thermische Zinkgewinnung (H. Wendeborn); Roheisengewinnung durch den Hochofenprozeß (W. Baukloh); Kalziumkarbid und seine Herstellung (G. Hoffmann); Herstellung von Kalkstickstoff (K. Heilmann); Sonstige Verfahren unter Verwendung von Schacht- und Drehrohröfen (K. Guthmann).

Von diesen Beiträgen ist neben dem von H. Wendeborn bearbeiteten Abschnitt, der u. a. die Saugzugsinterverfahren physikalisch-chemisch und wärmetechnisch behandelt und die Röstvorgänge von Eisenerzen einschließlich der magnetisierenden Röstung beschreibt, besonders die Abhandlung von K. Guthmann zu beachten. Einer eingehenden Beschreibung der Verfahren und Vorrichtungen zum Brennen, Kalzinieren, Rösten und Sintern schließt sich eine umfassende Behandlung der Umschmelz- und Schmelzöfen für verschiedene Zwecke an. Die Vorrichtungen zur unmittelbaren Eisengewinnung sowie zur Manganabtrennung werden in einem Sonderabschnitt besprochen.

Mit dem Erscheinen des letzten Teiles vom dritten Bande ist das groß angelegte Sammelwerk nach einer Erscheinungzeit von zehn Jahren zum Abschluß gekommen. Das Ziel der Heraus-

geber war, den heutigen Stand der chemischen Technologie zu beschreiben, und zwar unter starker Betonung der ingenieurmäßigen Behandlung des Gebietes und unter gleichzeitiger Darstellung der theoretischen Grundlagen der verschiedenen Verfahren. Durch diese Zielsetzung wird einmal deutlich gezeigt, wie stark die Anforderungen an das Wissen des Praktikers und des Wissenschaftlers durch die schnelle Entwicklung von Technik und Wissenschaft gesteigert werden. Das Lesen der Fachzeitschriften, das den einzelnen schon stark belastet, wird bestenfalls nur ein etwas einseitiges Wissen vermitteln können. Denn ein genaues Eindringen in die Nachbargebiete, das sich so oft als fruchtbar erwiesen hat, ist auf Grund des Studiums der entsprechenden Fachzeitschriften nicht immer möglich. Hier kommt das vorliegende Werk durch die zusammenfassende Darstellung des heute Erreichten zu Hilfe. Die von den Herausgebern geäußerte Hoffnung, daß das Werk durch seine neuartige Darstellung der chemischen Technologie und durch die Reichhaltigkeit seines Inhalts der chemischen Technik Deutschlands förderlich sein möge, wird sicher in Erfüllung gehen.

Gerhard Naeser.

**Hermanns, Hubert: Werkstoffe der Anderen.** Werkstofftechnik und Werkstoffverarbeitung im Auslande. Berlin: Otto Elsner, Verlagsgesellschaft, 1940. (251 S.) 8<sup>o</sup>. Kart. 8 *R.M.*, geb. 9,40 *R.M.*

Das Buch stellt eine Aneinanderreihung von Auszügen oder von „freien, nicht durch die Ursprache gebundenen“ Uebersetzungen aus etwa 150 nichtdeutschen — vornehmlich amerikanischen und englischen — Zeitschriftenaufsätzen dar, die in der Zeit von 1934 bis Anfang 1939 erschienen sind. Dabei sind Urveröffentlichungen ausgeschieden worden, „aus denen sich erkennen ließ, daß Schutzrechte zu berücksichtigen seien“. Es ist zu bezweifeln, ob eine derartige Auswertung ausländischen Schrifttums einen großen Wirkungsgrad hat. Soll eine Berichterstattung über Zeitschriftenaufsätze eines längeren Zeitraumes in Buchform Zweck haben, dann kann sie es im Gegensatz zum Vorwort und zur Einführung des Verfassers nur, wenn Vollständigkeit angestrebt, eine straffe Gliederung des Textes vorgenommen und die notwendige fachmännische Kritik angelegt wird. Diese Dinge vermißt man in dem Buch, dessen Titel sowieso viel mehr erwarten läßt, als nach dem Vorwort geboten werden soll.

Hans Schmitz.

**Jahrbuch 1939.** Hrsg. vom Arbeitswissenschaftlichen Institut der Deutschen Arbeitsfront, Berlin. Berlin C 2: Verlag der Deutschen Arbeitsfront, G. m. b. H., 1940. 4<sup>o</sup>. 28 *R.M.* Bd. 1. (491 S.) Bd. 2. (653 S.)

Der vorliegende Jahrgang, für den die bewährte Einteilung in „Untersuchungen und Denkschriften“ und „Materialien und Berichte“ beibehalten worden ist, steht im Zeichen der Eingliederung der Ostgebiete, durch die sich die wirtschaftliche und soziale Stellung für das deutsche Volk von Grund auf gewandelt hat.

Neben Fragen allgemeiner und umfassender Art — es sei beispielsweise auf den Abschnitt „Gemeinschaft oder Kollektivismus“ hingewiesen — werden auch Einzelbegriffe mit wissenschaftlicher Genauigkeit untersucht und dargestellt. Die kleinste sozialpolitische Frage wird gewissenhaft untersucht, ohne daß dabei das Gefühl für große geschichtliche Zusammenhänge verlorengeht. Von besonderer Bedeutung ist die Behandlung heute im Vordergrund der Sozialwirtschaft stehender Fragen wie die der Altersversorgung und des Wohnungsbaues oder auch die der industriellen Umsiedlung.

Als eine weitere wesentliche Aufgabe sieht das Jahrbuch die Erforschung der Wechselbeziehungen zwischen dem schaffenden

<sup>1)</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 352.

den Menschen und der von ihm zu leistenden Arbeit an und die sinnvolle Verwertung dieser Ergebnisse für die Arbeitsgestaltung. Ein besonderer Abschnitt ist der Praxis der Rechnungslegung, der freiwilligen Sozialaufwendungen bei den industriellen Unternehmungen gewidmet. Schließlich sei noch erwähnt, daß auch die Auswirkung des Krieges auf die Sozialpolitik in Frankreich und England an Hand von Unterlagen gewürdigt wird. Besonders die „Berichte und Materialien“ stellen eine reichhaltige Stoffsammlung dar, wie man sie sonst im Schrifttum nicht

findet. Die hinter allen diesen Untersuchungen stehende Forschungsarbeit verdient rückhaltlose Anerkennung.

Die einzelnen Darstellungen sind fließend geschrieben und werden durch reiche Anschauungsbelege unterstützt. Der vorliegende Jahrgang kann ebenso wie sein Vorgänger als richtunggebend für die Lösung sozialwirtschaftlicher Zukunftsaufgaben angesehen werden. Jeder Wirtschafts- und Sozialpolitiker wird das Jahrbuch daher gern zur Hand nehmen und darin Anregungen für seine Arbeit finden.

Walter Reinecke.

## Vereins-Nachrichten.

### Verein Deutscher Eisenhüttenleute.

#### Änderungen in der Mitgliederliste.

- Becker, C. H., Ingenieur, Direktor, Mannesmannröhren-Werke. Hauptverwaltung, Düsseldorf 1; Wohnung: Düsseldorf-Oberkassel, Wildenbruchstr. 77. 20 006
- Czizek, August, Dipl.-Ing., Direktor i. R., Wien 1, Stubenbastei 10/9. 39 134
- Genuit, Paul, Hütteningenieur, Betriebsleiter der Edelmetall-Vergüterei der Eisen- u. Hüttenwerke A.-G., Werk Bochum. Bochum; Wohnung: Witten-Annem. Rudolf-König-Str. 23. 40 026
- Haissig, Karl, Handlungsbevollmächtigter, Gebr. Böhler & Co. A.-G., Wien 1, Elisabethstr. 12. 40 360
- Hezcko, Theodor, Dr. phil., Chefchemiker-Stellvertreter, Eisenwerke Oberdonau G. m. b. H., Dortmund-Hörde; Wohnung: Bochum, Hattinger Str. 313. 29 067
- Henneke, Hermann, Betriebsführer, Vacuum Oil Comp., Tschechowitz (Post Dzieditz/Oberschles.); Wohnung: Hainischstr. 78. 37 165
- Hofmeister, Hans, Oberingenieur, Demag A.-G., Duisburg; Wohnung: Karl-Lehr-Str. 17. 24 034
- Jacobs, Werner, Betriebsingenieur, Messerschmitt A.-G., Augsburg; Wohnung: Reisingerstr. 39. 35 247
- Jellinghaus, Alfred, Dipl.-Ing., Hüttendirektor, Berg- u. Hüttenwerksgesellschaft Karwin-Trzynietz A.-G., Eisenwerk Trzynietz, Trzynietz (Oberschles.); Wohnung: Haus 416. 29 086
- Kaspers, Ludwig, Dr.-Ing., Leiter der Energiewirtschaftsstelle der Werksgruppe Bismarckhütte, Bismarckhütte (Oberschles.); Wohnung: Lentzstr. 7. 38 263
- Kern, Sepp, Direktor, Rottenmanner Eisenwerke K.-G., Rottenmann (Obersteiermark). 38 228
- Knickenberg, Albert, Dipl.-Ing., Klöckner-Humboldt-Deutz A.-G., Abt. Gießerei, Köln-Deutz; Wohnung: Leverkusener-Schlebusch, Waldsiedlung Saarbrücker Str. 3. 33 065
- Lankhorst, Ernst, Prokurist, Siemens-Siemens Maschinenbau A.-G., Dahlbruch über Kreuztal (Kr. Siegen); Wohnung: Weidenau (Sieg), Alleestr. 1. 41 020
- Meyer, Otto Günther, Dr.-Ing., Walzwerkschef, Rombacher Hüttenwerke, Rombach (Lothringen); Wohnung: Hüttenstr. 5. 35 363
- Möller, Alfred, Dipl.-Ing., Hochofenbetriebsassistent, August-Thyssen-Hütte A.-G., Werk Thyssenhütte, Duisburg-Hamborn; Wohnung: Franz-Lenze-Straße 2. 35 367
- Vorwerk, Waldemar, Düsseldorf-Oberkassel, Kaiser-Friedrich-Ring 2. 10 120
- Vofsnacke, Karl, Dipl.-Ing., Oberingenieur, Stahlwerkschef, Mitteldeutsche Stahlwerke A.-G., Lauchhammerwerk Gröditz, Gröditz über Riesa. 27 294
- Wawra, Walter, Dipl.-Ing., Oberingenieur, Vereinigte Oberschles. Hüttenwerke A.-G., Abt. Stahl- und Preßwerk, Gleiwitz; Wohnung: Raudner Str. 60. 37 462
- Wenner, Günther, Ingenieur, Walzwerkschef, Friedrich Thomée A.-G., Werdohl; Wohnung: Ernststr. 5. 28 196

#### Gestorben:

- Behling, Fritz, Direktor, Berlin. \* 19. 7. 1876, † 4. 1. 1941. 17 003
- Froitzheim, Hubert, Dr.-Ing., Betriebsdirektor, Dortmund. \* 6. 1. 1886, † 6. 1. 1941. 19 031
- Mayer, Otto, Dipl.-Ing., Essen. \* 16. 11. 1908, † 5. 1. 1941. 36 278

#### Neue Mitglieder.

- Barnstedt, Hans, Dr. jur., Dipl.-Ing., Referent, Oberkommando des Heeres, Berlin W 35, Margaretenstr. 2—3; Wohnung: Berlin-Halensee, Mansfelder Str. 48 a. 41 063
- Baumann, Konrad, cand. rer. met., Aachen, Turmstr. 3. 41 064
- Druminski, Friedrich, Leiter des Chemischen Laboratoriums der Bandeisenwalzwerke A.-G., Dinslaken (Niederrhein); Wohnung: Thyssenstr. 102. 41 065
- Müller, Helmut, cand. rer. met., Eschweiler, Parkstr. 14. 41 066

- Müller, Josef, „Mühlig-Union“ Glasindustrie A.-G., Settenz über Teplitz-Schönau (Sudetenland); Wohnung: Teplitz-Schönau (Sudetenland), Alleegasse 67. 41 067
- Paus, Heinrich, Dipl.-Ing., Kokereibetriebsleiter, I.-G. Kattowitz, Königshütte und Laurahütte, Betriebsführung Röchling, Königshütte (Oberschles.); Wohnung: Kattowitzer Straße 12. 41 068
- Philipp, Wolfgang, Dipl.-Ing., Konstrukteur, Mannesmannröhren-Werke Komotau A.-G., Werk Schönbrunn, Schönbrunn (Ostsudetenland); Wohnung: Gudrunstr. 464. 41 069
- Piwke, Paul, Betriebsingenieur, Martin Beilhack G. m. b. H., Rosenheim; Wohnung: Schloßberg über Rosenheim, Sternstraße 4. 41 070
- Plein, Franz, Metallograph, Klöckner-Werke A.-G., Werk Osnabrück, Osnabrück; Wohnung: Tannenburgerstr. 13. 41 071
- Sauer, Gerhard, Dipl.-Ing., Betriebsleiter, Preßwerk G. m. b. H., Laband (Oberschles.); Wohnung: Gleiwitz, Heinzemühlstr. 6. 41 072
- Schall, Lorenz, Oberingenieur, A.-G. der Dillinger Hüttenwerke, Dillingen (Saar); Wohnung: Gathmannstr. 5. 41 073
- Seith, Wolfgang, Dr., Professor, Institut für Metall- u. Kohlechemie, Münster (Westf.), Johannisstr. 10. 41 038
- Sohn, Günther, stud. rer. met., Berlin-Charlottenburg 2, Englische Str. 17. 41 074
- Stein, Fritz, Dipl.-Volkswirt, Handlungsbevollmächtigter, Mannesmannröhren-Werke, Düsseldorf; Wohnung: Düsseldorf 10, Roßstr. 16. 41 075
- Wysocki, Helmut, cand. rer. met., Breslau, Am Ohlauufer 34. 41 076

#### Arbeitsgruppe Prag

##### der Eisenhütte Südost des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.

Um dem Wunsche der unserem Vereine angehörenden Eisenhüttenleute im Protektorat nach einem engeren örtlichen Zusammenschluß zu entsprechen und um die Gemeinschaftsarbeit damit zugleich auf eine noch breitere Grundlage zu stellen, soll in Uebereinstimmung aller Beteiligten im Rahmen der Eisenhütte Südost eine neue Arbeitsgruppe mit dem Sitz in Prag ins Leben gerufen werden. Die

##### Gründungssitzung der Arbeitsgruppe Prag

findet am Samstag, dem 25. Januar 1941, um 15.30 Uhr in den Räumen der Deutschen Gesellschaft der Wirtschaft, Prag, Gräben Nr. 12, statt.

Die Kreisverwaltung Prag des NS.-Bundes Deutscher Technik und der Vorsitzende der neuen Arbeitsgruppe Prag der Eisenhütte Südost laden zu dieser Eröffnungssitzung ein mit nachfolgender

##### Tagesordnung:

1. Eröffnung.
2. Oberbaurat Dipl.-Ing. O. Kallina, Karlsbad, Gauwalder des NSBDT und Wehrkreisbeauftragter für das Protektorat Böhmen und Mähren des Reichsministers für Bewaffnung und Munition; Partei, Technik und Vierjahresplan.
3. Dr. B. Adolf, Prag, Beauftragter des Reichsprotektors beim Zentralverband der Industrie für Böhmen und Mähren: Die Bedeutung der Eisenindustrie im Protektorat.
4. Dr.-Ing. W. Schwarz, Kladno: Ein neuer Weg zur Werkstoffprüfung.

Im Anschluß an die Vorträge findet ein zwangloses Beisammensein in den Räumen der Deutschen Gesellschaft der Wirtschaft statt.

Wir hoffen gern, daß nicht nur unsere Mitglieder im Protektorat vollzählig an dieser Veranstaltung teilnehmen werden, sondern auch darüber hinaus viele Mitglieder aus den angrenzenden Gebieten, um auch an dieser Stelle ihren Willen zur Gemeinschaftsarbeit an den großen Aufgaben, die dem deutschen Eisenhüttenmann gestellt sind, zu bekunden.