

# 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 23

8. JUNI 1939

59. JAHRGANG

### Ueber die Abhängigkeit der Temperatur-Zähigkeits- Beziehungen saurer Hochofenschlacken von der chemischen Zusammensetzung.

Von Kurd Endell und Rudolf Kley in Berlin.

[Mitteilung aus dem Laboratorium für bauwissenschaftliche Technologie der Technischen Hochschule zu Berlin\*].

(Frühere Arbeiten. Fehlerquellen bisheriger Messungen. Temperaturzähigkeitsbeziehungen saurer Hochofenschlacken. Wirkung verschiedener Metalloxyde auf die Zähigkeit synthetischer saurer Schlacken. Aufstellung einer Zähigkeitskennzahl. Innerer Aufbau glasiger bzw. flüssiger Hochofenschlacken sowie Ursachen der Zähigkeitserniedrigung durch Metalloxyde.)

Der Uebergang vom basischen zum sauren Schmelzen im Hochofen erfordert eine bessere Kenntnis des Flüssigkeitsgrades der dabei anfallenden Hochofenschlacken sowie ihrer Abhängigkeit von chemischer Zusammensetzung und Arbeitstemperatur. Nach M. Paschke<sup>1)</sup> stellt die bei der Verarbeitung von Doggererz anfallende Schlacke mit 42 bis 45 % SiO<sub>2</sub>, 18 bis 20 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 28 bis 30 % CaO, 5 % MgO (CaO : SiO<sub>2</sub> = 0,6 bis 0,7) das Vorbild einer leicht flüssigen Schlacke dar. Die in Corby anfallenden Schlacken von der mittleren Zusammensetzung: 32 % SiO<sub>2</sub>, 25 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 32 % CaO, 5 % MgO, 2,35 % CaS, 1,9 % MnS (CaO : SiO<sub>2</sub> = 1) bezeichnet T. P. Colelough<sup>2)</sup> unterhalb 1450° als gut dünnflüssig. Bemerkenswert bei den Corby-Schlacken ist der hohe Tonerdegehalt, dessen Einfluß auf den Flüssigkeitsgrad zur Zeit noch nicht näher untersucht ist.

Absolutmessungen der Temperaturzähigkeitsbeziehungen saurer Schlacken bringt zum ersten Mal F. Hartmann<sup>3)</sup>, der auch den Einfluß der verschiedenen Metalloxyde auf den Flüssigkeitsgrad und die Temperatur gleicher Zähigkeit untersucht. Seine Messungen bestätigen im allgemeinen die Beobachtungen der Praxis und zeigen im besonderen eine Aufweitung des Flüssigkeitsbereichs über ein größeres Temperaturgebiet, was aus betriebstechnischen Gründen erwünscht ist. In der Erörterung hatte K. Endell bereits auf den Einfluß der Kristallisation sowie der Auflösung des Tiegelwerkstoffes auf die Zähigkeitswerte hingewiesen.

Wegen der Wichtigkeit einer einwandfreien Kenntnis des Flüssigkeitsgrades bei steigender Verwendung saurer deutscher Erze erschienen neue Untersuchungen in einem einwandfreien Tiegelwerkstoff wie Platin-Iridium mit 20% Ir oder Platin-Rhodium mit 30% Rh, der sich bei Zähigkeitsuntersuchungen von Siemens-Martin-Schlacken bereits bewährt hatte<sup>4)</sup>, notwendig. Ueber diese Untersuchungen, welche die von Hartmann gefundenen Werte zum Teil bestätigen, zum Teil erweitern, sowie einen anschließenden

Deutungsversuch der wahren Ursachen der Abhängigkeit des Flüssigkeitsgrades von der chemischen Zusammensetzung soll nachstehend berichtet werden.

#### Meßtechnisches.

Als Meßvorrichtung des Flüssigkeitsgrades der Schlacken bei hohen Temperaturen wurde das Kugelziehviskosimeter von W. Hänlein benutzt, das gegenüber der ersten Ausführungsform<sup>5)</sup> verbessert wurde und in Bild 1 wiedergegeben ist.

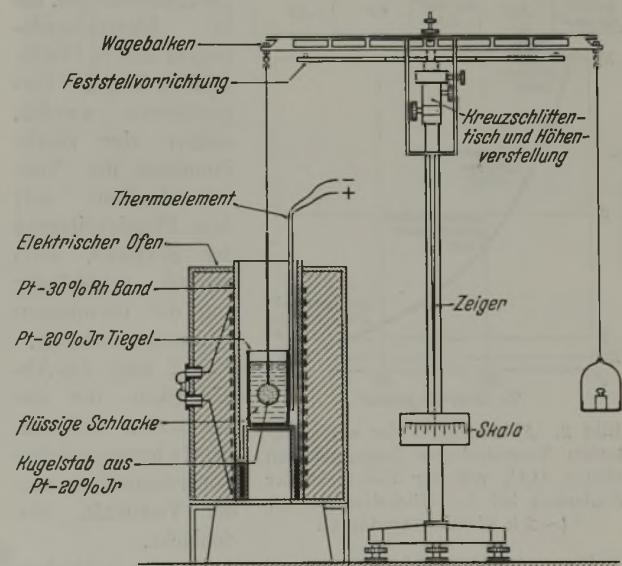


Bild 1. Gerät zur Bestimmung des Flüssigkeitsgrades von Schlacken bei hohen Temperaturen (schematisch).

In der Zone gleichbleibender Temperatur eines elektrischen Ofens befindet sich auf einem Sockel der Tiegel mit der Schlacke. Eine Kugel, die in einen Stab übergeht, ist in dem in der Spitze gelagerten linken Gehänge eines langarmigen Waagebalkens befestigt. Diese Kugel und der Tiegel selbst bestehen, da Tiegel aus gesinterter Tonerde bei hohen Temperaturen stark aufgelöst wurden, aus einer Platinlegierung mit 20% Ir. Diese ist bei höheren

\*) Dr.-Ing.-Dissert. von R. Kley, Techn. Hochschule Berlin-Charlottenburg 1939.

<sup>1)</sup> Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 1115 (Hochofenaussch. 162).

<sup>2)</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 1368.

<sup>3)</sup> Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 1033 (Hochofenaussch. 175).

<sup>4)</sup> Endell, K., G. Heidtkamp, L. Hax: Arch. Eisenhüttenw. 10 (1936/37) S. 86.

<sup>5)</sup> Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 663.

Temperaturen mechanisch fester als reines Platin und anscheinend sogar noch etwas besser als Platin mit einem Zusatz von 30 % Rh. Gemessen wird die Zeit, die von der Kugel bei einem gewissen Uebergewicht zum Durchlaufen einer Strecke von 1 cm benötigt wird. Geeicht wurde die Einrichtung mit Eichölen, deren Zähigkeit von der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt gemessen war.

Vergleichsmessungen an wohlbekannten Gläsern und Doppelbestimmungen an Schlacken zeigten, daß die Fehlergrenzen bei etwa 1400° in einem Viskositätsbereich zwischen 5 und 150 CGS-Einheiten  $\pm 5\%$  nicht überschreiten. Das Kugelziehviskosimeter kann in der vorliegenden Ausführungsform in dem Zähigkeitsbereich von etwa 5 CGS bis zu 10 000 CGS benutzt werden. Wird die Zähigkeit geringer als 5 CGS, so kann es wegen der Kürze der zu messenden Zeit nicht mehr verwandt werden; dann wird mit dem Schwingviskosimeter von G. Heidtkamp gearbeitet<sup>4)</sup>.

Als Tiegelwerkstoff diente ursprünglich genau wie bei Hartmann gesinterte Tonerde. Es zeigte sich jedoch, daß bereits beim Klarschmelzen der Schlacke, sicher aber oberhalb 1400° bei längerer Einwirkung erhebliche Mengen Tonerde aus dem Tiegel in die flüssige Schlacke gingen. Da aber die Aufgabe gestellt war, den besonderen Einfluß der einzelnen Metalloxyde

	saure Hochofenschlacke vor-nachher	Mischer-Schlacke vor-nachher	basische Hochofenschlacke vor-nachher	basische S.-H.-Stahlschlacke vor-nachher
SiO <sub>2</sub>	43,0	40,8	37,8	3,6
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	77,0 72,0	3,4 3,9	25,5 25,5	7,5 30,8
FeO	3,9	18,7	2,3	18,3
MnO	7,0	76,6	7,0	8,6
CaO	28,4	3,5	42,7	43,9
MgO	4,5	3,8	4,4	6,5
Alkalien	3,7	4,7	n. b.	n. b.
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> aufgel. %	2,0	6,5	70,0	29,3
$\eta$ (CGS) bei 1500°	70,0	bei 7400° 6,3	4,0	0,3

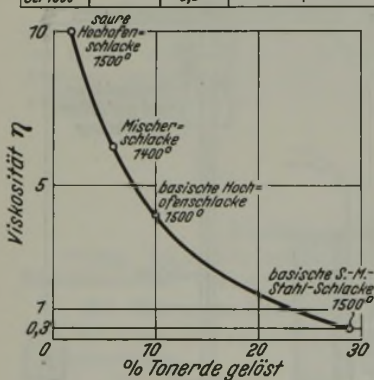


Bild 2. Abhängigkeit der aus gesinterten Tonerdetiegeln herausgelösten Menge Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> von der Viskosität der Schlacken bei der Höchsttemperatur (~ 2 h Einwirkungsdauer).

Da auch die Tiegelauflösung selbst bei sauren Schlacken nachweisbar (bis 2 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> gelöst) und bei basischen Hochofenschlacken (bis 10 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> gelöst) erheblich war, wurden die Tiegel aus gesintertem Tonerde verlassen und ausschließlich mit Platin-Iridium-Tiegeln gearbeitet, die sich bestens bewährt haben. Die Atmosphäre des Ofens war neutral bis oxydierend. Mit reduzierender Atmosphäre konnte man nicht arbeiten, weil dadurch der Tiegel zerstört worden wäre. Der Fehler, der möglicherweise durch diese gegebene Atmosphäre entsteht, ist wahrscheinlich geringer als bei der Verwendung von Tonerdetiegeln in reduzierender Atmosphäre. Wie gezeigt werden wird, verändert Tonerde erheblich den Flüssigkeitsgrad und täuscht daher falsche Zähigkeitswerte vor.

Die Hochofenschlacken im Anlieferungszustand und die später noch zu beschreibenden synthetischen Mischungen aus mehreren Stoffen wurden bei 1450 bis 1500° zusammengeschmolzen und mehrere Stunden geläutert, bis die Schmelze praktisch blasenfrei war.

Nachdem die Schlacke klar war, wurde der Kugelstab eingeführt und das Gleichgewicht eingestellt. Gemessen wurden die Viskositätswerte zwischen 1300 und 1500° im Abstand von je 50°. Im nachfolgenden werden nicht einzelne bestimmte Viskositätswerte dargestellt, sondern der Zähigkeitsverlauf der Schlacke in dem genannten Temperaturbereich, da auf die Weise jederzeit die zu einer bestimmten Temperatur gehörige Viskosität abgelesen werden kann. Die Beschränkung auf einzelne Viskositätswerte, z. B. 5, 50, 150 Poise, hat außerdem den Nachteil, daß eine derartige Auswahl immer nur für bestimmte Schlackensorten, z. B. basische oder saure Hochofenschlacken, sinnvoll ist. Außerdem wurden zur Zusammenfassung der verschiedenen Einzelergebnisse auch die Temperaturen gleicher Viskositäten (Isoviskositäten) sowie die absolute Veränderung der Viskosität in Prozent der Viskosität der Normalschlacke durch Metalloxydzusätze übersichtlich dargestellt.

Auf einen möglichen Fehler, der die Meßergebnisse fälschen kann, sei im folgenden ausdrücklich hingewiesen. Bei der Messung der Zähigkeit basischer Hochofenschlacke sowie bei sauren Schlacken mit überhöhtem Gehalt an Natriumoxyd machte sich bei einer bestimmten Temperatur eine starke Viskositätszunahme bemerkbar, die auf eine Kristallausscheidung schließen ließ. Diese Kristallisation konnte einwandfrei durch folgende Beobachtungen festgestellt werden:

Beim Kugelziehviskosimeter wird vor jeder Messung das Gleichgewicht eingestellt, das bei der Meßtemperatur unveränderlich bleibt. Sobald nun die Temperatur in das beobachtete Gebiet der Kristallausscheidung kam, änderte sich das Gewicht der Kugel dauernd, und zwar wurde es durch ausgeschiedene Kristalle, die sich an der Kugel festgesetzt hatten, schwerer. Durch die Bauart des empfindlichen Viskosimeters war es auf diese Weise möglich, den Vorgang unmittelbar zu beobachten. Beim Herausziehen der Kugel zeigte sich dann, daß ein erheblicher Teil der im Tiegel befindlichen Schlacke sich an der Kugel ankrustet hatte. Es handelt sich hierbei nicht etwa um die Bildung von Kristallen während des Abkühlungsvorganges, da bei glasig erstarrenden Schlacken unter gleichen Bedingungen stets nur ein glatter, durchsichtiger, konzentrischer Ueberzug erhalten wird. Die Annahme von F. Hartmann<sup>3)</sup>, daß nur Zwei- oder Dreistoffsysteme in dieser Art kristallisieren, trifft also nicht zu, wenn sich die Kristallausscheidung auch bei dem von ihm benutzten Gerät anscheinend nicht bemerkbar macht. Die Größenordnung des Fehlers kann recht erheblich sein, da bei Ausscheidung von Kristallen die Viskosität sprunghaft zunimmt, wie K. Endell und C. Wens<sup>6)</sup> bei Modellversuchen mit Rizinusöl und Koks gezeigt hatten. Sie kann leicht mehrere Zehnerpotenzen betragen.

**Meßergebnisse.**

Bild 3 zeigt die in der angegebenen Weise gemessene Abhängigkeit der Zähigkeit von der Temperatur für 10 verschiedene Hochofenschlacken, deren nähere Bezeichnung und chemische Analysen in *Zahlentafel 1* enthalten sind. In diesem Bild ist u. a. die Mansfelder Kupferschlacke, eine alte Eisenschlacke aus Schönau (Pfalz) und eine schwedische Elektrohochofenschlacke enthalten. Mit steigendem

<sup>6)</sup> Angew. Chem. 48 (1935) Beiheft 12. Endell, K.: Ber. dtsh. keram. Ges. 19 (1938) S. 503.

Kieselsäuregehalt, also abnehmendem Verhältnis CaO : SiO<sub>2</sub>, nimmt die Zähigkeit im allgemeinen zu. Die alte Schönau-Schlacke ist ungewöhnlich zähflüssig. Wenn man aber berücksichtigt, daß die normalen Fenstergläser, die ja auch aus der großen Schmelzwanne in die Vorwanne fließen, nach

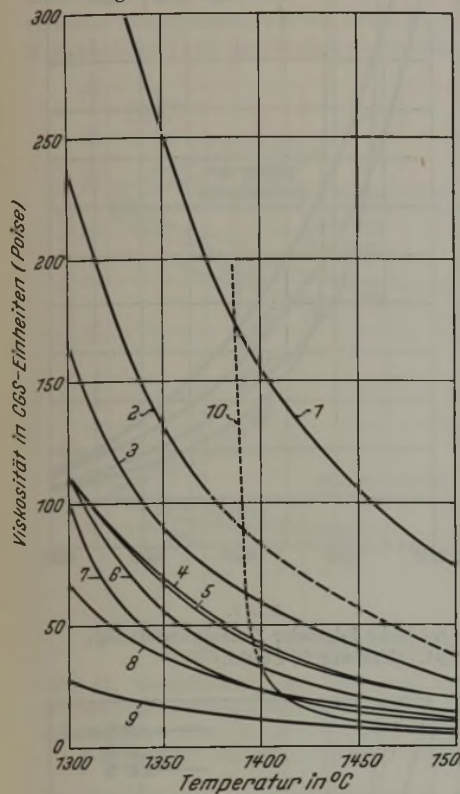


Bild 3. Temperatur-Zähigkeits-Beziehungen einiger Hochofenschlacken.

Fließen aus dem Hochofen als obere Zähigkeitsgrenze etwa 75 CGS annehmen können.

Sehr kennzeichnend in Bild 3 ist das völlig verschiedene Verhalten der Temperatur-Zähigkeits-Kurven der 9 sauren

den Untersuchungen von W. Müllensiefen und K. Endell<sup>7)</sup> durchschnittlich bei 1400° eine Zähigkeit von 100 bis 200 CGS haben, so liegt kein Grund dafür vor, daß jene Schlacke nicht auch, wenn auch langsam, aus dem Ofen geflossen ist.

Die sauren Hochofenschlacken, wie sie bei der Verhüttung von sauren deutschen Erzen zu erwarten sein werden, zeigen selbst bis zum Verhältnis von CaO : SiO<sub>2</sub> = 0,4 herab bei 1400° noch Zähigkeiten unter 60 CGS. Man wird also für hinreichendes

Schlacken und der basischen liegt darin, daß die basische Schlacke beim Abkühlen unterhalb 1400° sofort kristallisiert, wie in dem gestrichelten senkrechten Ast der plötzlichen starken Zunahme der Zähigkeit unmittelbar unterhalb 1400° sichtbar wird. Die sauren Schlacken erstarren bei üblicher Abkühlung stets glasig, ihre Zähigkeit nimmt stetig mit sinkender Temperatur zu.

Für die Zähigkeit ist das Verhältnis CaO zu SiO<sub>2</sub> nur in weiten Grenzen maßgebend, da die in jeder Schlacke vorhandenen Metalloxyde einen unterschiedlichen Einfluß auf die Viskosität haben, wie noch gezeigt wird. Auf Grund der später folgenden Versuchsergebnisse erschien es zweckmäßiger, einen Bruch zu bilden aus

den viskositätserniedrigenden und den viskositätserhöhenden

Metalloxyden. Die Sulfide dürften auch die Zähigkeit erniedrigen und wären also, solange ihr Einfluß nicht genau erforscht ist, der Summe der die Zähigkeit erniedrigenden Oxyde zuzuzählen. In Bild 4 ist die Zähigkeit der in

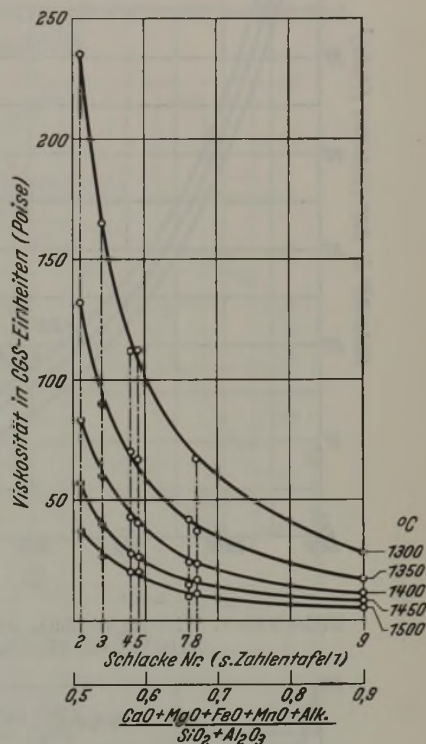


Bild 4. Abhängigkeit der Zähigkeit von sieben sauren Hochofenschlacken vom Verhältnis CaO + MgO + FeO + MnO + Alk. SiO<sub>2</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> bei verschiedenen Temperaturen. (Messungen in Platin.)

Zahlentafel 1. Analysen von Eisenhochofenschlacken (und Mansfelder Kupferhochofenschlacke).

Bezeichnung der Schlacke	Chemische Zusammensetzung								Summe der erniedrigenden Oxyde in % CaO + MgO + FeO + MnO + Alkalien	Summe der erhöhenden Oxyde in % SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO + MgO + FeO + MnO + Alkalien : SiO <sub>2</sub> + Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> = Schlacken-Zähigkeitskennzahl	Zähigkeit η in CGS bei	
	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	FeO	MnO	Alkalien	CaO : SiO <sub>2</sub>				1400°	1450°
1. Schönau (Pfalz); 100 Jahre alte Schlacke	21,6	60,2	4,9	1,9	7,6	1,3	2,2	0,36	34,6	65,1	0,53	155	106
2. Mansfelder Kupferhochofenschlacke	18,6	47,3	18,8	7,6	2,7	—	4,6	0,39	33,5	66,1	0,51	83	57
3. Werk A	17,5	46,3	18,4	4,8	7,5	2,1	2,8	0,38	34,7	64,7	0,54	60	40
4. Schwedische Elektrohochofenschlacke Trollhättan 1921	18,2	48,3	10,7	3,3	7,7	2,7	2,2	0,38	34,1	59,0	0,58	43	28
5. Werk B 1	26,8	48,8	17,2	4,6	3,3	0,4	2,3	0,59	37,4	63,0	0,59	41	27
6. Synthetische Schlacke II	31,2	46,1	18,5	5,0	—	—	—	0,68	36,2	64,6	0,56	33	20
7. Werk B 2	29,4	43,0	17,0	4,5	1,9	0,6	3,1	0,69	39,5	60,0	0,66	24	15
8. Synthetische Salzgiterschlacke	30,0	41,2	18,5	4,1	2,5	1,0	2,2	0,73	39,8	59,7	0,67	23	17
9. Werk C	34,5	39,2	13,1	4,6	3,9	2,1	1,7	0,88	46,8	52,3	0,90	11	8
10. Werk B 3	42,7	32,0	15,5	4,4	1,8	1,2	n. b.	1,33	50,1	47,5	1,05	32	10

Schlacken im Gegensatz zu der einen basischen Schlacke, die aus vielen andern Untersuchungen basischer Schlacken ausgesucht wurde. Der Unterschied zwischen den sauren

gestellt. Die Schlacke Nr. 1 (Schönau) und die synthetische Schlacke II (Nr. 6) wurden weggelassen, da jene einen überaus hohen Kieselsäuregehalt aufweist und bei der synthetischen Schlacke gerade die die Zähigkeit stark er-

<sup>7)</sup> Glastechn. Ber. 11 (1933) S. 164.

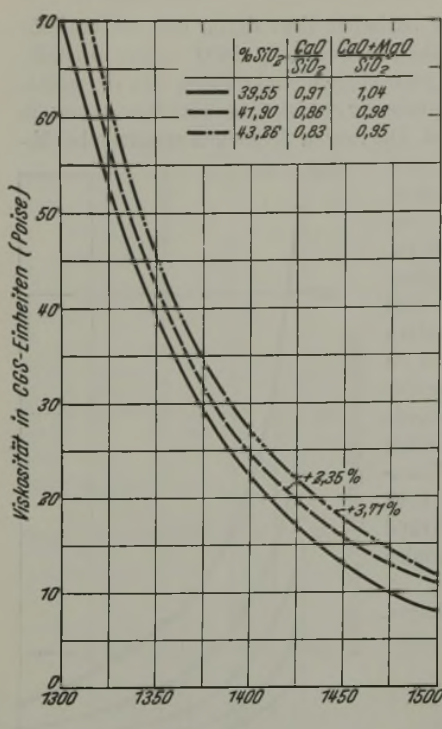


Bild 5.

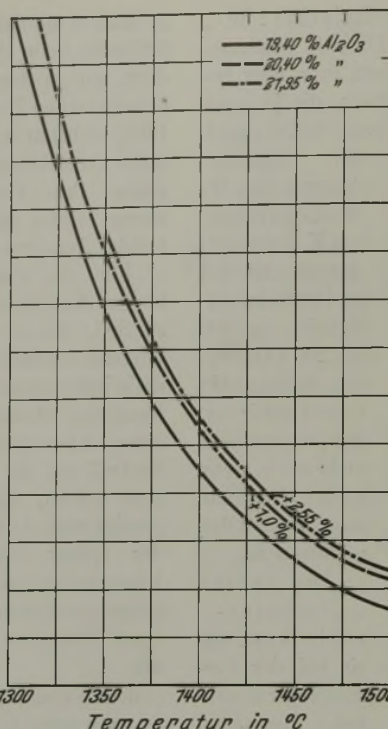


Bild 6.

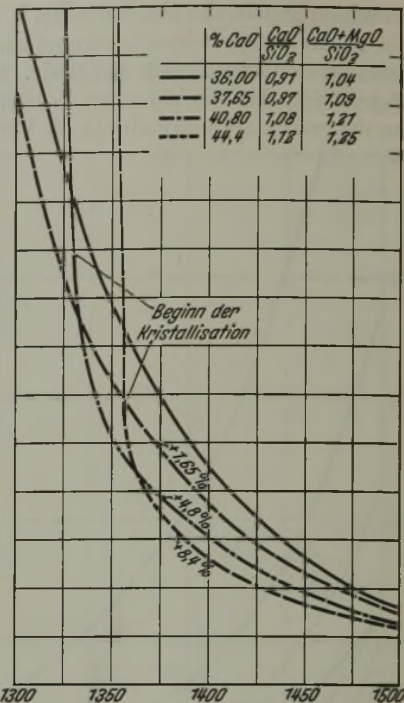


Bild 7.

Bilder 5 bis 7. Wirkung von SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> und CaO auf die Viskosität einer synthetischen Schlacke folgender Zusammensetzung: 36,00% CaO, 39,55% SiO<sub>2</sub>, 19,40% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 5,04% MgO · CaO/SiO<sub>2</sub> = 0,91. (Messung in Platin.)

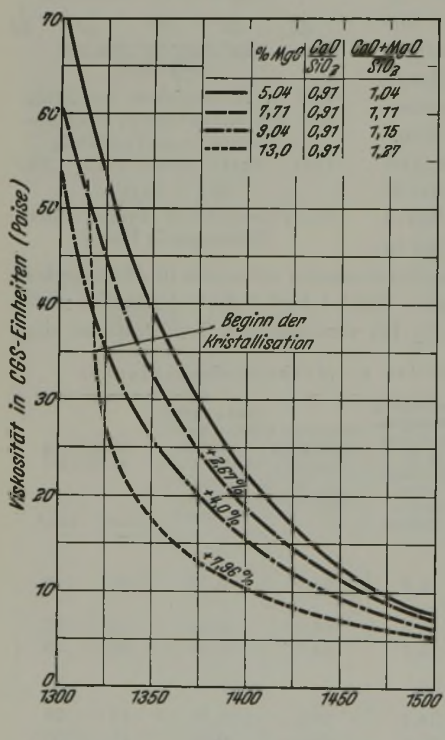


Bild 8.

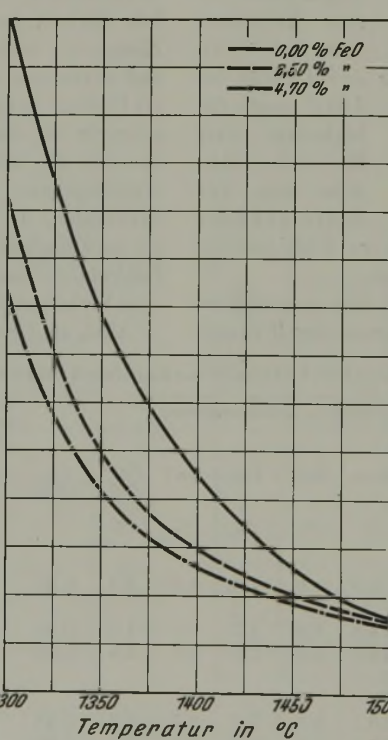


Bild 9.

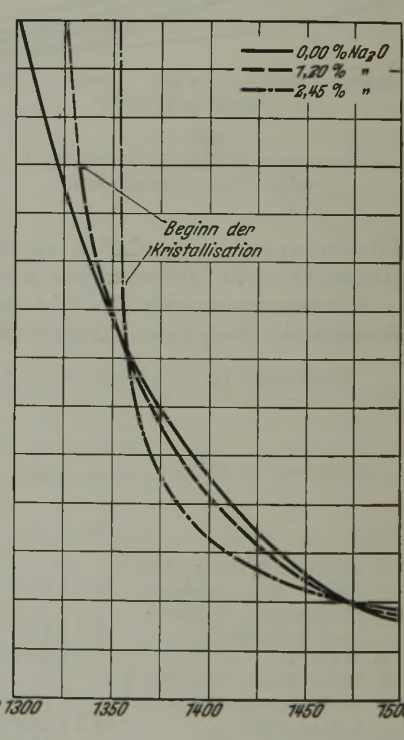


Bild 10.

Bilder 8 bis 10. Wirkung von MgO, FeO und Na<sub>2</sub>O auf die Viskosität einer synthetischen Schlacke folgender Zusammensetzung: 36,00% CaO, 39,55% SiO<sub>2</sub>, 19,40% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 5,04% MgO · CaO/SiO<sub>2</sub> = 0,91. (Messung in Platin.)

niedrigenden Metalloxyde Eisenoxydul und Alkalien fehlen. Bei den übrigen Schlacken zeigt sich eindeutig ein Zusammenhang zwischen der Zähigkeit bei den in Frage kommenden Temperaturen und dem Verhältnis CaO + MgO + FeO + MnO + Alkalien:SiO<sub>2</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, welches als Zähigkeitskennzahl bezeichnet werden könnte. Je größer diese Kennzahl wird, um so geringer ist die Zähigkeit zwischen 1300 und 1500°.

Die Zähigkeitskennzahl entspricht ungefähr der Platzschen Schlackenziffer. Der Unterschied liegt darin, daß B. Platz<sup>8)</sup> den Alkalienghalt nicht berücksichtigt. Dazu kommt noch die Verschiedenheit der Anwendung. Während die Schlackenziffer der Möllerberechnung dient, ermöglicht die Zähigkeitskennzahl eine Voraussage über die Viskosität einer sauren Schlacke.

<sup>8)</sup> Stahl u. Eisen 12 (1892) S. 2/8.

Die zahlreichen und veränderlichen Gefügebestandteile der tatsächlichen Hochofenschlacken lassen es schwierig erscheinen, den Einfluß der einzelnen Metalloxyde auf die Zähigkeit einwandfrei zu erkennen. Um den Einfluß dieser Metalloxyde scharf zu erfassen, wurde von Vierstoffsystemen ausgegangen, wie sie schon R. S. McCaffery und Mitarbeiter<sup>9)</sup> sehr ausführlich untersucht haben, und zwar

eintritt, wurden bei sämtlichen Schmelzen nach dem Versuch die überhöhten Metalloxydbestandteile analytisch bestimmt und dieser Wert in die zeichnerischen Darstellungen eingetragen.

Die einzelnen Ergebnisse der Temperaturzähigkeitskurven für die saure Schlacke mit  $\text{CaO} : \text{SiO}_2 = 0,91$  sind in den Bildern 5 bis 10 dargestellt.

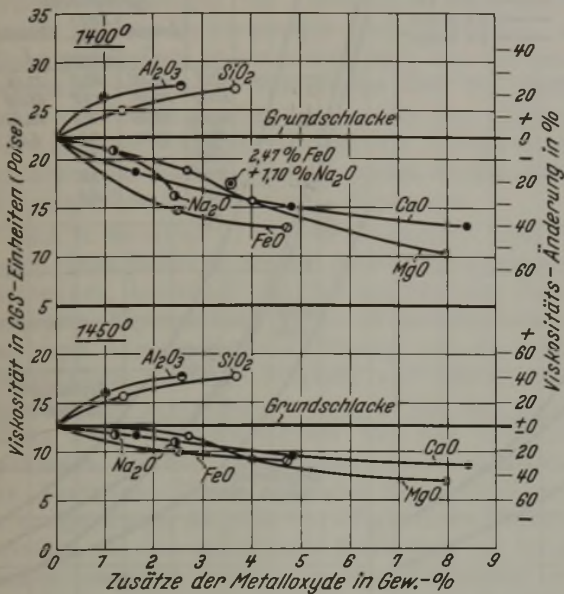


Bild 11. Beeinflussung der Viskosität einer synthetischen Schlacke durch Zusätze von Metalloxyden. Zusammensetzung der Schlacke: 36,00 %  $\text{CaO}$ , 39,55 %  $\text{SiO}_2$ , 19,40 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 5,04 %  $\text{MgO}$  ·  $\text{CaO}/\text{SiO}_2 = 0,91$ . (Messung in Platin.)

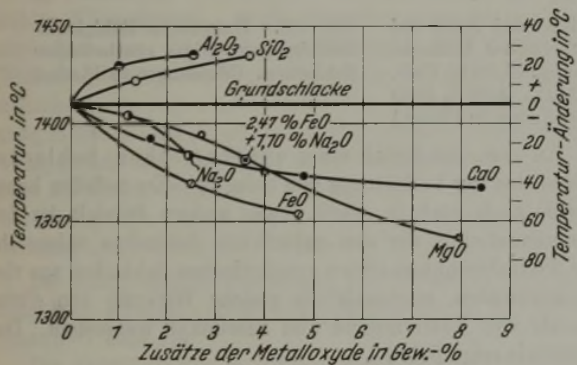


Bild 12. Beeinflussung der Temperatur gleicher Viskosität von 20 Poise durch Zusätze von Metalloxyden zu einer synthetischen Schlacke folgender Zusammensetzung: 36,00 %  $\text{CaO}$ , 39,55 %  $\text{SiO}_2$ , 19,40 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 5,04 %  $\text{MgO}$  ·  $\text{CaO}/\text{SiO}_2 = 0,91$ . (Messung in Platin.)

von zwei verschiedenen Mischungen, die aus reinen Stoffen hergestellt nach dem Zusammenschmelzen folgende chemische Zusammensetzungen aufwiesen.

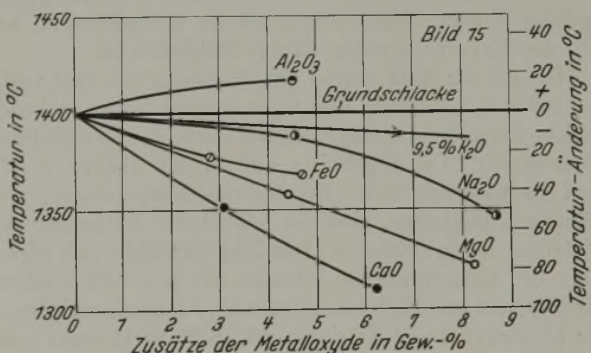
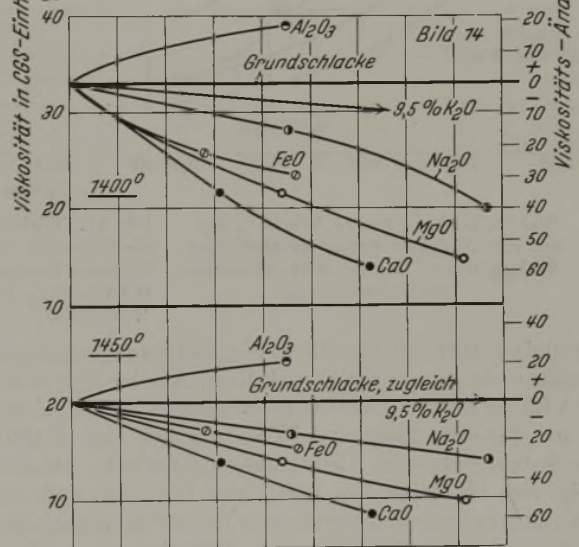
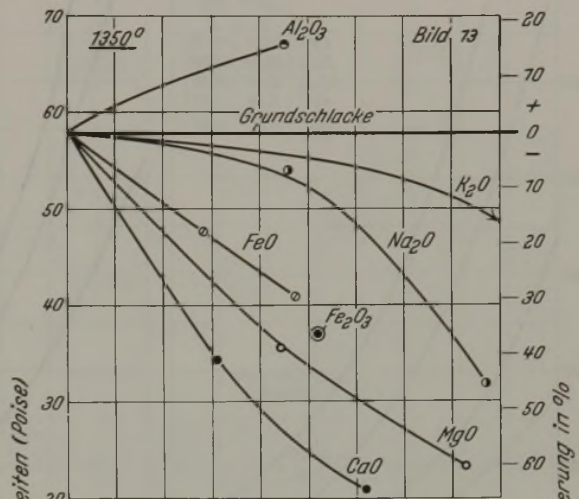
Zahlentafel 2.

Zusammensetzung der synthetischen Schlacken.

CaO: SiO <sub>2</sub> = 0,91	sauer		stark sauer		CaO: SiO <sub>2</sub> = 0,91	sauer		stark sauer	
	%		%			%		%	
SiO <sub>2</sub>	39,55	46,08	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,4	18,50	CaO	36,0	31,19	5,00
CaO	36,0	31,19	MgO	5,04	5,00				

Diesen beiden synthetischen Schlacken wurden in steigenden Mengen etwa 2,5, 5, 7,5, 10 % verschiedene Metalloxyde zugesetzt. Da bei der Zugabe notwendigerweise ein gewisser Stoffverlust durch Verstäuben bei der Einführung

<sup>9)</sup> Trans. Amer. Inst. min. metallurg. Engrs., Iron Steel Div., 100 (1932) S. 64/140; vgl. Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 1030/32.



Bilder 13 bis 15. Beeinflussung der Viskosität einer synthetischen Schlacke durch Zusätze von Metalloxyden. Zusammensetzung der Schlacke: 31,19 %  $\text{CaO}$ , 46,08 %  $\text{SiO}_2$ , 18,50 %  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 5,00 %  $\text{MgO}$  ·  $\text{CaO}/\text{SiO}_2 = 0,68$ . (Messungen in Platin.)

In übersichtlicher Weise zeigt Bild 11 die Beeinflussung der Viskosität dieser Grundschlacke bei 1400° und bei 1450° durch die einzelnen überhöhten Metalloxyde, während Bild 12 die Beeinflussung der zu einer Viskosität von 20 CGS gehörenden Temperatur durch die Zusätze erkennen läßt.

Aus den beiden letzten Bildern 11 und 12 ergibt sich, daß bei dieser synthetischen sauren Schlacke eine Ansteifung durch Kieselsäure, noch stärker durch Tonerde erfolgt. Bei 1400° z. B. wird diese Schlackenart dünnflüssiger nach steigender Wirkung geordnet durch geringe Zusätze von Natriumoxyd ~ Kalk ~ Magnesia < Eisenoxydul. Eisen-

Natrium- und Kaliumoxyd zeigt Bild 17. Kaliumoxyd erniedrigt die Zähigkeit weniger als Natriumoxyd, was man auch aus den Untersuchungen von F. Hartmann<sup>9)</sup> ablesen kann und was auch bereits bei Gläsern durch G. Gehlhoff und M. Thomas<sup>10)</sup> für die Viskosität von 1000 CGS gleichfalls nachgewiesen wurde.

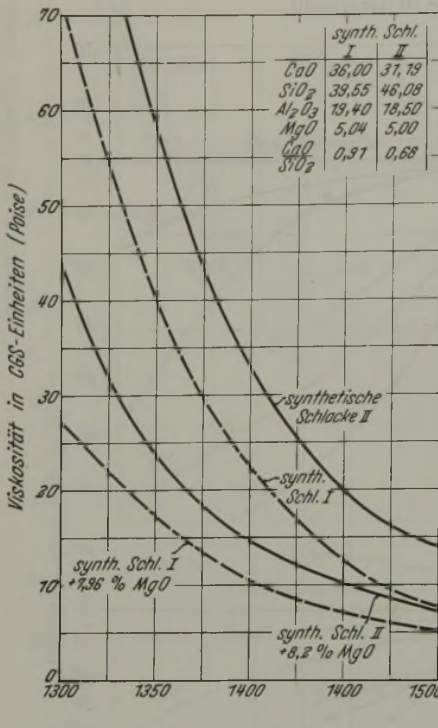


Bild 16. Wirkung von rd. 8 Gew.-% MgO auf die Zähigkeit zweier synthetischer Schlacken von der im Bild stehenden Zusammensetzung.

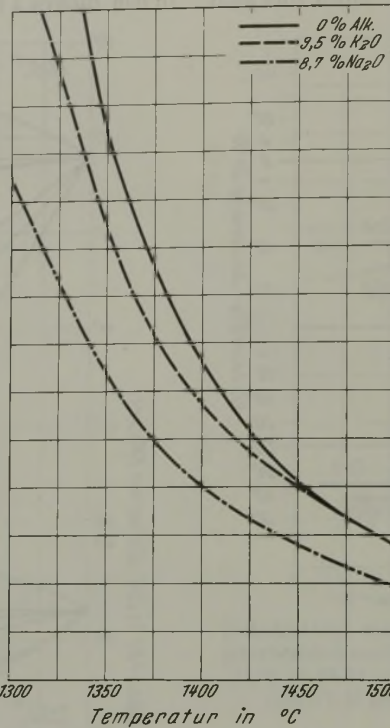


Bild 17. Wirkung von K<sub>2</sub>O und Na<sub>2</sub>O auf die Viskosität einer synthetischen Schlacke folgender Zusammensetzung: 31,19 % CaO, 46,08 % SiO<sub>2</sub>, 18,50 % Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 5,00 % MgO × CaO/SiO<sub>2</sub> = 0,68. (Messungen in Platin.)

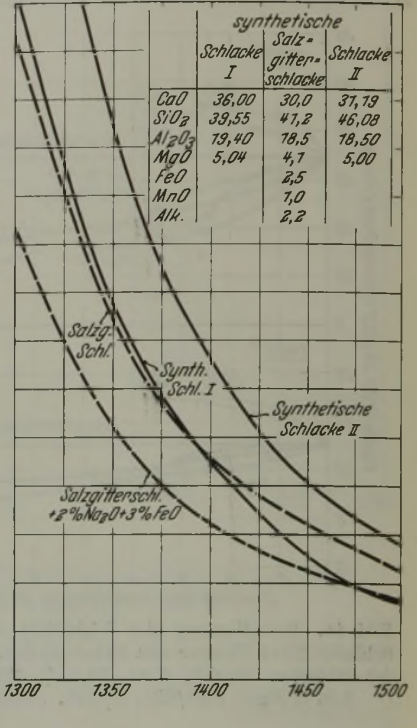


Bild 18. Temperatur-Zähigkeits-Beziehungen einiger synthetischer Schlacken. (Messungen in Platin.)

oxydul verflüssigt am stärksten. Bei etwa 8prozentigem Zusatz wirkt Magnesia stärker als Kalk. Aus den Bildern läßt sich für die Kristallisation noch folgendes ablesen: Kieselsäure, Tonerde, Eisenoxydul sind praktisch ohne Einfluß, wenigstens soweit das Gebiet untersucht wurde. Dagegen zeigt sich bei steigendem Zusatz von Magnesia, Kalk und Natriumoxyd eine in der genannten Reihenfolge zunehmende Wirkung auf die Kristallisation. Besonders stark wirken geringe Mengen Natriumoxyd auf die Kristallisation, wie aus den Kurvenscharen in Bild 10 ersichtlich ist.

Die bei der stark sauren Grundschlacke mit CaO : SiO<sub>2</sub> = 0,68 durchgeführten Messungen ergaben im wesentlichen gleiche Beeinflussung der Zähigkeit durch die verschiedenen Metalloxyde. Die Ergebnisse sind in den Bildern 13, 14 und 15 wiedergegeben. Bei tieferen Temperaturen, also höheren Zähigkeiten, sind die besonderen Wirkungen der Metalloxyde am stärksten. Das Bild verschiebt sich gegenüber der weniger sauren Schlacke mit p = 0,91 insofern, als Magnesia und Kalk hier stärker die Zähigkeit erniedrigen als Eisenoxydul und Natriumoxyd. Kalk wirkt sogar mehr als Magnesia.

Ein Vergleich der Wirkung von Magnesia auf die saure und die stark saure synthetische Schlacke bei Mengen von 8 % zeigt Bild 16. Die verflüssigende Wirkung macht sich bei der stark sauren Schlacke bei hohen Temperaturen stärker bemerkbar als bei der sauren, was wahrscheinlich damit zusammenhängt, daß in der sauren Schlacke von vornherein ja schon mehr die Zähigkeit erniedrigende Gefügebestandteile enthalten sind. Den Unterschied von

An dem Sonderfall einer synthetischen Schlacke, wie sie bei der Verhüttung von Salzgitter-Erz anfallen kann, wurde auch noch in einem etwas andern Bereich der Zusammensetzung, der den natürlichen Schlacken nähersteht als die bisher untersuchten synthetischen Schlacken aus vier Komponenten, nochmals die gleiche Wirkung von einem Zusatz von Natriumoxyd und Eisenoxyd festgestellt. Das Ergebnis zeigt Bild 18.

**Innerer Aufbau der Hochofenschlacken und Ursachen der Zähigkeitserniedrigung durch Metalloxyde.**

Ueber den inneren Aufbau von Hochofenschlacke ist nur in dem Fall Sicheres bekannt, wenn die Schlacken nach dem Abkühlen kristallisiert sind. Mit Hilfe der üblichen mineralogischen Verfahren werden dann Gefügebestandteile festgestellt, die auch in natürlichen Gesteinen oder binären und ternären Systemen ähnlicher Metalloxyde schon erforscht sind<sup>11)</sup>. Rückschlüsse auf den glasigen oder gar flüssigen Zustand dieser Schlacken sind daraus nicht möglich. Vor allem sagen die Schmelzschaubilder nichts aus über die Viskosität der flüssigen Phase. Ebenso wenig besteht irgendein Zusammenhang zwischen Höhe der Schmelztemperatur und Viskosität der Schmelze. Alle derartigen Hinweise im metallurgischen Schrifttum er-

<sup>10)</sup> Z. techn. Phys. 7 (1926) S. 272.

<sup>11)</sup> Rüsberg, F. W.: Mineralogisch-chemische Untersuchungen an Olivin- und Melilithkristallen in Hochofenschlacken. Phil. Diss. Univers. Münster 1912. Durrer, R.: Die Metallurgie des Eisens. Aus Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie, 8. Aufl. Berlin 1934, S. 480.

scheinen in streng wissenschaftlichem Sinne nicht haltbar. Auf keinen Fall sind in Schlacken im glasigen, geschweige denn im flüssigen Zustand Verbindungen, wie sie in dem kristallisierten Zustand bekannt sind, mit Sicherheit nachgewiesen.

Ueber den festen glasigen Zustand und auch über den flüssigen Zustand des Glases sind im letzten Jahrzehnt wertvolle Aufklärungen von Glasforschern aller Länder erbracht worden. Da die glasigen Hochofenschlacken den Gläsern physikalisch gleichzuachten sind und nur unter Verwertung dieser neuen Erkenntnisse über den inneren Aufbau von Gläsern Deutungsversuche der Wirkung der einzelnen Metalloxyde auf die Zähigkeit der Schlacken im flüssigen Zustand gewagt werden dürfen, sei kurz auf diese Zusammenhänge eingegangen.

Nach G. Gehlhoff<sup>12)</sup> ist „der Werkstoff Glas im technischen Sinne ein aus dem Schmelzfluß entstehender homogener, isotroper Körper mit folgenden charakteristischen Eigenschaften: Hohe Widerstandsfähigkeit gegen Atmosphärien, Wasser und die meisten Chemikalien, große Festigkeit und Härte, gutes elektrisches Isolationsvermögen, bei den meisten Gläsern hohe Durchlässigkeit für das sichtbare Spektrum, leichte Verformbarkeit im zähflüssigen Zustande. Diesen wertvollen Eigenschaften steht als einziger Mangel die große Sprödigkeit des Werkstoffs gegenüber, die eine spanbildende Bearbeitung wie bei den Metallen unmöglich macht; die Hauptformgebung muß vielmehr im zähflüssigen Zustande bei hoher Temperatur erfolgen und kann im festen Zustande im wesentlichen nur durch Schleifen und Aetzen erweitert werden“.

G. Tammann<sup>13)</sup> betrachtet die Silikatgläser als unterkühlte Flüssigkeiten. Beide Begriffsbestimmungen gelten, abgesehen von der Lichtdurchlässigkeit und chemischen Widerstandsfähigkeit, auch für glasig erstarrte Hochofenschlacken. Sie sagen aber nichts aus über die Atomanordnung in diesen Gläsern im festen oder flüssigen Zustand. Wie wenig gerade über die Natur von Flüssigkeiten bekannt ist, zeigt die jüngst abgehaltene Tagung der Deutschen Bunsengesellschaft mit der Aussprache über „Uebergänge zwischen Ordnung und Unordnung in festen und flüssigen Phasen“<sup>14)</sup>.

Die schaubildliche Anordnung der Atome in zwei Richtungen im Kristall und im Glase zeigt nach W. H. Zachariasen<sup>15)</sup> Bild 19.

Die Atome werden in Gläsern durch ähnliche Kräfte wie in Kristallen zusammengehalten. In großen Temperaturgebieten schwingen die Atome um eine bestimmte Ruhelage. Im Kristall (Bild 19, links) werden dreidimensionale Gitter gebildet, die in dem Bild 19 zweidimensional dargestellt sind, wobei der grundlegende Unterschied zwischen Kristall und Glas darin besteht, daß im Kristall die Anordnung der Atome gleichmäßig und wiederholt ist, während im Glaszustand keine Gleichordnung und Wiederholung vorhanden ist (Bild 19, rechts). Der verschiedene Zustand der Atome im Glas bedingt es, daß Gläser gegenüber den durch einen genau bekannten Schmelzpunkt ausgezeichneten Kristallen nur ein Schmelzgebiet aufweisen.

Dieser Auffassung entspricht auch die Tatsache, daß Gläser im Röntgenbild statt scharfer Kristallinterferenzen nur verwaschene Ringe zeigen. Durch Auswertung der-

artiger Röntgenbilder einfacher Gläser nach der Fourier-Analyse und unter Berücksichtigung der von Zachariasen entwickelten Vorstellung hat B. E. Warren<sup>16)</sup> das Gefügebild eines Natron-Kieselsäure-Glases (Bild 20) entworfen.

Da das tatsächliche Gefüge in drei Richtungen vorliegt, sind gewisse Vereinfachungen bei dieser schaubildlichen Darstellung in zwei Richtungen notwendig. In drei Rich-

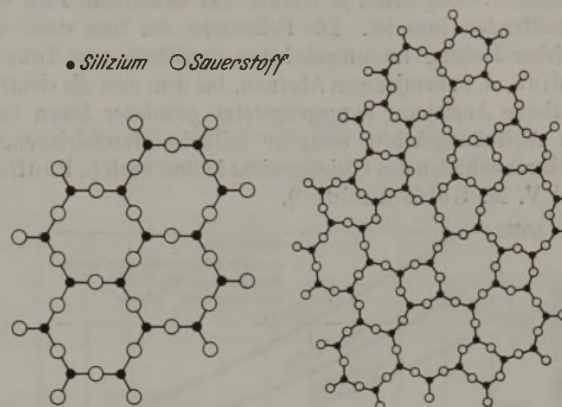


Bild 19. Schematische Darstellung in zwei Richtungen des Unterschieds in der Struktur zwischen einem Kristall (links) und einem Glase (rechts) nach Zachariasen.

tungen ist jedes Siliziumatom tetraedrisch von vier Sauerstoffatomen umgeben, während bei der zweidimensionalen Darstellung in Bild 20 jedes Siliziumatom nur an drei Sauerstoffatome gebunden dargestellt ist. Die Lage der Sauerstoffatome ist richtig dargestellt. Manche sind zwischen zwei Siliziumatomen eingebunden, andere hängen nur an einem Siliziumatom. Die Natriumionen  $\text{Na}^+$  befinden sich in den Löchern des unregelmäßigen Silizium-Sauerstoff-Netzwerkes. Dieses Bild stellt in recht guter Form den wesentlichen Gefügebau im Natrium-Silikat-Glas dar. Es herrscht ein bestimmtes Gesetz der Zuordnung.

Im Raum ist jedes Siliziumatom tetraedrisch von vier Sauerstoffatomen umgeben, die gleichfalls zum Teil zwischen zwei Siliziumatomen oder nur an eines gebunden sind. Die Natriumionen dagegen befinden sich in den verschiedenen Löchern des Silizium-Sauerstoff-Netzwerkes und sind im Durchschnitt von sechs Sauerstoffatomen umgeben. Obwohl dies ein ausgezeichnetes Gefügebild ist, liegt doch keine regelmäßige Wiederholung der Lage vor, mit andern Worten: das Gefüge ist nicht kristallin, sondern amorph.

Unter der berechtigten Annahme, daß die Warrensche Vorstellung der Atomanordnung in Gläsern auch für höhere Temperaturen im wesentlichen gültig bleibt, und unter Berücksichtigung der weitgehenden Aufteilung des Netzwerkes der Gläser bei höheren Temperaturen in kleinere Aggregate sowie der größeren Beweglichkeit der Ionen, die aus der Zunahme ihrer elektrischen Leitfähigkeit mit der

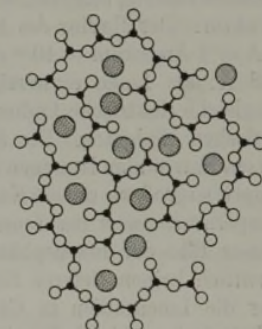


Bild 20. Schematische Darstellung in zwei Richtungen des Gefüges eines Natron-Kieselsäure-Glases nach Warren und Bischoe.

<sup>12)</sup> Lehrbuch der technischen Physik, Bd. 3. Leipzig 1929. S. 342.

<sup>13)</sup> Der Glaszustand. Leipzig 1933.

<sup>14)</sup> Vgl. Angew. Chem. 51 (1938) S. 923/26.

<sup>15)</sup> J. Amer. chem. Soc. 54 (1932) S. 3841/51; Glastechn. Ber. 11 (1933) S. 120/23.

<sup>16)</sup> Warren, B. E., und A. D. Loring: J. Amer. ceram. Soc. 18 (1935) S. 269/76; Warren, B. E., und J. Bischoe: J. Amer. ceram. Soc. 21 (1938) S. 259/65; Morey, G. W.: The Properties of Glass (New York 1938) S. 518 f.; Nowacki, W.: Schweizer Arch. angew. Wiss. Techn. 4 (1938) S. 197/203.

Temperatur<sup>17)</sup> folgt, kann man den besonderen Einfluß verschiedener Ionen auf das Zähigkeitsverhalten flüssiger Gläser, also auch Hochofenschlacken, verstehen, worauf zuerst W. Weyl<sup>18)</sup> hinwies. Eingelagerte Ionen müssen je nach der Stärke ihres elektrischen Feldes die Verkettung der  $\text{SiO}_4$ -Tetraeder im Glase lockern. Dies wird um so stärker der Fall sein, je mehr Ionen eingeführt werden und, gleiche Mengen vorausgesetzt, je stärker das elektrische Feld des betreffenden Ions ist. Die Feldstärke des Ions steht bei gleicher Ladung im umgekehrten Verhältnis zum Ionenradius, d. h. demjenigen Abstand, bei dem sich die elektrostatische Anziehung entgegengesetzt geladener Ionen und die Abstoßungskräfte einander teilweise durchdringender Elektronenhüllen das Gleichgewicht halten nach L. Pauling und V. M. Goldschmidt<sup>19)</sup>.

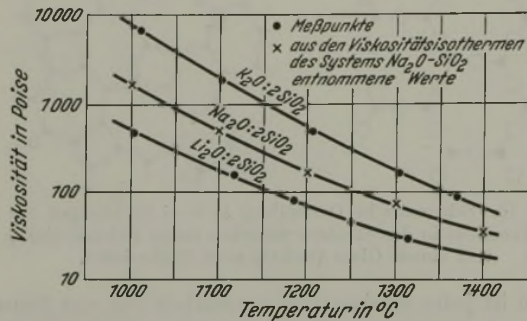


Bild 21. Temperatur-Zähigkeits-Beziehungen der binären Gläser  $2 \text{SiO}_2 : \text{Li}_2\text{O}$  ( $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ).

Die im nachfolgenden angegebenen Ionenradien gelten für den Fall, daß jedes Ion von sechs Nachbarn entgegengesetzter Ladung umgeben wird, und zwar in Natriumchlorid-Struktur. Der Radius des Kaliumions z. B. beträgt  $1,33 \text{ \AA}$  ( $1 \text{ \AA} = 1 \text{ \AAngström} = 10^{-8} \text{ cm} = 0,1 \mu\mu$ ), der eines Na-Ions  $0,98 \text{ \AA}$ ; als Ionen einwertiger Kationen haben sie beide die gleiche elektrische Ladung von je  $4,775 \times 10^{-10}$  elektrostatischen Einheiten. Die Stärke des elektrischen Feldes um ein Natriumion ist wegen seines kleineren Radius ungefähr doppelt so groß wie um ein Kaliumion<sup>20)</sup>. Wenn auch über den Temperaturbeiwert des Ionenradius nichts bekannt ist und „dieses Bild der Ionensphäre wellenmechanisch betrachtet eigentlich keinen tieferen Sinn mehr besitzt“<sup>21)</sup> und auch über die Ionenradien in Glasstruktur nichts bekannt ist, so hat doch wohl W. Weyl<sup>18)</sup> die Wirkung der einzelnen Ionen in Gläsern dahin richtig gedeutet, daß bei gleicher Ladung Ionen mit stärkeren Feldkräften wie z. B.  $\text{Na}^+$  die  $\text{SiO}_4$ -Tetraeder stärker voneinander trennen müssen als  $\text{K}^+$ . Daher sind Natriumgläser dünnflüssiger als Kaliumgläser.

Für den Fall der Alkali-Disilikate erbrachten G. Heidtkamp und K. Endell<sup>22)</sup> den Beweis.

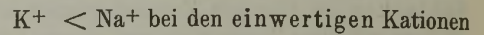
Aus Bild 21 geht deutlich hervor, daß mit fallendem Ionenradius ( $\text{K} = 1,33$ ,  $\text{Na} = 0,98$ ,  $\text{Li} = 0,78 \text{ \AA}$ ) des glasbildenden Kations die Gläser dünnflüssiger werden.

Dieses Verhalten ist um so beachtlicher, als in Gewichtsprozenten ausgedrückt das Lithiumglas 80, das Natriumglas 67, das Kaliumglas 56 %  $\text{SiO}_2$  enthalten. Trotz erheb-

lich größerem Kieselsäuregehalt ist das Lithiumglas dünnflüssiger als das Kaliumglas, woraus der Einfluß des Kations mit dem kleinsten Ionenradius auf die Dünnflüssigkeit klar hervorgeht.

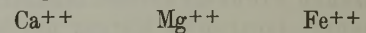
Unter Benutzung dieser Vorstellung kann auch der gemessene Einfluß der verschiedenen Metalloxyde auf die Zähigkeit von sauren Hochofenschlacken wenigstens in erster Näherung gedeutet werden, der besonders stark bei den synthetischen Schlacken in Erscheinung tritt (vgl. Bilder 11 bis 15). Die gemessenen Zähigkeiten besonders bei der stark sauren Schlacke (Bild 13 und 14) entsprechen folgender Reihenfolge:

Der Flüssigkeitsgrad wird erhöht durch



Ionenradius in  $\text{ \AA}$   $1,33 > 0,98$ .

Bei den zweiwertigen Kationen



Ionenradius in  $\text{ \AA}$   $1,06 \quad 0,78 \quad 0,83$

ist der Einfluß auf den Flüssigkeitsgrad nicht so klar zu erkennen, was vielleicht mit der doppelten elektrischen Ladung und den geringeren Unterschieden der Ionenradien unter sich zusammenhängen mag.

In jedem Fall erhöht sich aber bei Verdoppelung der elektrischen Ladung, d. h. beim Uebergang von einwertigen zu zweiwertigen Kationen, die trennende Wirkung dieser zugesetzten Kationen auf die  $\text{SiO}_4$ -Tetraeder.

Durch diese theoretischen Vorstellungen werden somit die gefundenen praktischen Ergebnisse bestätigt, daß unter den zugesetzten einwertigen Kationen  $\text{Na}^+$ , unter den zweiwertigen im allgemeinen  $\text{Mg}^{++}$  und  $\text{Fe}^{++}$  am stärksten bei gleicher Temperatur die Zähigkeit der sauren Schlacken erniedrigen, den Flüssigkeitsgrad also erhöhen.

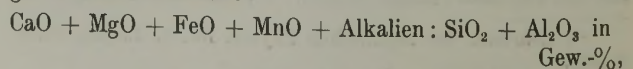
#### Zusammenfassung.

Die Messung der Zähigkeit von sieben sauren Hochofenschlacken, deren Verhältnis  $\text{CaO} : \text{SiO}_2$  zwischen 0,39 und 0,86 lag, ergab bei  $1400^\circ$  absolute Zähigkeiten zwischen 83 und 11 CGS-Einheiten (Poise). Eine Zähigkeit von 75 CGS bei  $1400^\circ$  entspricht noch einem guten Fließen aus dem Hochofen. Mit steigender Temperatur werden alle Schlacken auch oberhalb  $1400^\circ$  noch dünnflüssiger.

Ueberhöhung der einzelnen Metalloxyde in synthetischen Schlacken des Vierstoffsystems  $\text{SiO}_2 - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{CaO} - \text{MgO}$  im Verhältnis  $\text{CaO} : \text{SiO}_2 = 0,91$  bzw.  $0,68$  zeigte in beiden Fällen folgende Ergebnisse:

Bei Temperaturen zwischen  $1350$  und  $1500^\circ$  werden diese synthetischen Schlacken dünnflüssiger nach steigender Wirkung geordnet durch geringe Zusätze von Kaliumoxyd  $<$  Natriumoxyd  $<$  Kalk  $\sim$  Magnesia  $\sim$  Eisenoxydul. Bei 8% Zusatz wirkt bei der sauren Schlacke Magnesia stärker als Kalk, während bei der hochsauren diese Beziehung sich umkehrt. Die gleichen Schlacken werden zähflüssiger durch geringe Zusätze von Kieselsäure, noch stärker durch solche von Tonerde.

Bei den im Betrieb angefallenen und auf Zähigkeit untersuchten sieben sauren Schlacken zeigte sich ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem Verhältnis der Summe aller die Zähigkeit erniedrigenden Metalloxyde zu der Summe der die Zähigkeit erhöhenden Metalloxyde. Je größer dies Verhältnis



das als Zähigkeitskennzahl für saure Schlacken gelten kann, zwischen  $1300$  und  $1500^\circ$  wird ( $0,5$  bis  $0,9$ ), um so geringer wird die Zähigkeit.

<sup>17)</sup> Boeke, H.: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Beilagen-Bd. 39 (Stuttgart 1914) S. 64; Gehlhoff, G., und M. Thomas: Z. techn. Phys. 6 (1925) S. 544/54.

<sup>18)</sup> Glastechn. Ber. 10 (1932) S. 541/56.

<sup>19)</sup> Fortschr. Min. 15 (1931) S. 73/146.

<sup>20)</sup> Arkel, A. E. van, und J. H. de Boer: Chemische Bindung als elektrostatische Erscheinung. Leipzig 1931.

<sup>21)</sup> Vgl. J. A. Hedvall: Reaktionsfähigkeit fester Stoffe. Leipzig 1938. S. 11.

<sup>22)</sup> Glastechn. Ber. 14 (1936) S. 99.



Die heute herrschende Vorstellung vom inneren Aufbau fester und flüssiger Gläser, denen die sauren Hochofenschlacken physikalisch gleichzuachten sind, ermöglicht eine Deutung der Ursache der Wirkung der einzelnen Metalloxyde auf das Zähigkeitsverhalten.

Für die Praxis ergibt sich folgendes: Als oberste Grenze für gutes Fließen aus dem Ofen wird aus dem Verhalten von sieben sauren Betriebsschlacken eine Zähigkeit von unter 75 CGS bei 1400° festgelegt. Wenn die Zähigkeitskennzahl über 0,6 gehalten wird, dann wird die Zähigkeit der sauren Schlacke bei 1400° kleiner als 50 CGS sein. Eine Erniedrigung der Zähigkeit der Schlacke wird auf chemischem Wege, abgesehen von einer der Zähigkeitskennzahl entsprechenden Erhöhung der die Zähigkeit erniedrigenden Oxyde, bei der sauren Schlacke mit  $p = 0,91$  am ehesten durch Ueberhöhung von Natriumoxyd und Magnesia oder Eisenoxydul, bei der hochsauren mit  $p = 0,68$  durch Ueberhöhung von Kalk oder Magnesia zu erreichen sein. Im letzten Fall steigt natürlich bei Kalk die Kennzahl  $p$  bald wieder auf 0,9 und höher.

## Die Beheizung großer Hallen.

Von Arthur Schulze in Dresden.

[Mitteilung Nr. 269 der Wärmestelle des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute\*].

(Erfahrungen über die Zweckmäßigkeit der Hallenbeheizung mit Oefen, Dampf-, Wasser-, Gas- und Abwärmebeheizung.)

Die Beheizung der auf fast allen Eisenhütten- und verwandten Industrierwerken überall und mehrfach vorkommenden großen Hallen von meist beträchtlicher Ausdehnung in sogenannter „leichter“ Bauweise erfordert erheblichen Wärmeeinsatz und hohe Kosten.

H. Jordan und A. Schulze<sup>1)</sup> brachten schon früher Anhaltswerte für den Wärmebedarf zur Beheizung von leichten und massiven Hüttenwerksbauten, sie gaben auch an, welche Gebäude als „leicht“ oder „massiv“ anzusehen sind. Da erstere gegenwärtig in großer Zahl und Ausdehnung gebaut werden — für Hüttenwerke, Autowerke, Maschinenfabriken u. a. —, ihre Beheizung aber von jeher sehr nebensächlich behandelt wird, soll auf die praktische Ausführung solcher Heizanlagen etwas ausführlicher eingegangen werden. Sie sind die Großverbraucher der Heizwärme eines Eisenhüttenwerkes. Es gibt Werke, bei denen diese Bauten weit überwiegen, z. B. besteht das Werk K der Zahlentafel 2 in Mitt. Wärmestelle 111<sup>1)</sup> zu 90% aus beheizten Leichtbauten. Nach Art der Werke ist dieser Anteil sehr verschieden. Im Mittel werden bei Eisenhüttenwerken und ähnlichen Betrieben etwa 60% des gesamten Heizwärme-Verbrauches für Leichtbauten und Hallen, da diese gewöhnlich auch nachts in Benutzung sind, aufgewendet werden müssen. Wenn ein Werk z. B. jährlich für 100 000 *R.M.* Heizwärme verbraucht (ohne Bedienung und Unterhaltung), so entfallen bei nur 60% Anteil von Hallen und hallenähnlichen Leichtbauten auf diese schon 60 000 *R.M.* Diese ziemlich fixen Kosten bedürfen dringend der Verminderung.

### Block- und Kokskorbbeheizung.

Es ist selbstverständlich, daß alle Hallen, in denen eine Kaltbearbeitung stattfindet, mit einer Heizungsanlage versehen sein sollten. Zwar werden durch die Bearbeitung selbst Wärmemengen erzeugt, die durchaus nicht unbedeutend sind, und man findet auch heute noch mitunter Hallen, in denen diese bei durchgehendem Betrieb ent-

Falls die genannten Zusätze wirtschaftlich untragbar sind, so zeigen alle Zähigkeitsmessungen eine erhebliche Zunahme des Flüssigkeitsgrades, wenn die Abstichtemperatur des Hochofens von 1400 auf beispielsweise 1500° erhöht wird. Bei 1500° erreicht sogar die alte sehr zähe Schönau-Schlacke mit rd. 60%  $\text{SiO}_2$  und  $p = 0,36$  eine Viskosität von nur 75 CGS, die als höchstzulässige Grenze für ein gutes Fließen aus dem Ofen bei 1400° festgestellt wurde. 1500° ist aber wohl nur durch Sauerstoff angereicherten Gebläsewind mit Sicherheit erreichbar.

\* \* \*

Die Verfasser danken den Röchling'schen Eisen- und Stahlwerken, besonders Herrn Kommerzienrat Dr. H. Röchling in Völklingen, sowie den Reichswerken Akt.-Ges. für Erzbergbau und Eisenhütten „Hermann Göring“ in Berlin und Salzgitter für ihre Förderung dieser Arbeiten.

Der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der Helmholtz-Gesellschaft sei gleichzeitig für die Bereitstellung von Mitteln zur Durchführung dieser Arbeit herzlichst gedankt.

wickelte Wärme so groß ist, daß nur an sehr kalten Tagen eine Zusatzbeheizung für notwendig erachtet wird.

Eine notdürftige Erwärmung wird an kalten Tagen durch Einbringen warmer Blöcke oder durch Aufstellen von Kokskörben vorgenommen. Neben schlechter Wärmeverteilung, Feuergefahr und schlechter Ueberwachungsmöglichkeit des Koksverbrauchs ist hierbei ein überall beobachteter Nachteil der durch die großen Temperaturunterschiede und die mit Kokskörben verbundene Luftverschlechterung, Verschmutzung und Verstaubung bedingte höhere Krankenstand der Belegschaft solcher Hallen. In der Nähe der Wärmestrahler schwitzen die Leute, weiter davon frieren sie; überall, besonders in der Nähe der Eingänge, tritt starker Zug auf. Höherer Krankenstand und geringe Leistung zusammen erhöhen aber die Erzeugungskosten.

### Ofenheizung.

Eine kleine Verbesserung stellen die in manchen Hallen noch zu findenden Ofenheizungen dar, bei denen wenigstens die Verbrennungsgase über das Dach geführt werden. Viel geringer ist die Staubplage durch Kohle und Asche aber auch nicht. Die Ungleichheit der Temperaturen besteht ebenfalls, auch werden durch die Bedienung Hallenarbeiter in Anspruch genommen. Zur Beheizung dient hochwertiger Brennstoff.

Die Oefen stehen in der Mitte der Hallen, wo sich die Rauchrohre ohne Störung über Dach führen lassen, und nehmen oft wertvollen Platz in Anspruch, die Umgebung der Ofenglut geht als Arbeitsplatz verloren. Wenn in veralteten Betrieben noch dazu solche Oefen und Rauchrohre in schlechtem Zustande sind, etwa zersprungen, verrostet, verbeult, geflickt, so wird nicht nur der Brennstoffverbrauch erhöht, sondern ein Zustand geschaffen, der dem Begriff „Schönheit der Arbeit“ widerspricht.

Als Vorteil der Kokskorb- und Ofenheizung ist nur die billige Anlage und die Steigerbarkeit bei außergewöhnlicher Kälte anzusehen, ferner können einzelne Hallenteile nach Bedarf, etwa nachts oder an Feiertagen, für sich allein beheizt werden.

\*) Sonderdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

<sup>1)</sup> Arch. Eisenhüttenw. 1 (1927/28) S. 699/706 (Wärmestelle 111).

### Zentralheizung.

Für diese kann jede in dem Werk verfügbare Wärme und jede Heizungsart angewendet werden. Die Zentralheizung allein vermeidet alle Uebelstände der primitiven Heizungsformen, sie erfordert wenig oder gar keine Bedienung und gestattet die Verwendung billigster oder fast kostenloser Wärme. Nachteilig sind die höheren Anlagekosten, die begrenzte Wärmeleistung und die etwas schwierigere Teilheizung.

Als Heizmittel kommen in großen Hallen Koks, Kohle, Gas und Oel vor, als Wärmeträger Dampf, Wasser und Luft. Elektrischer Strom ist in den erforderlichen großen Mengen nicht zu haben. Die höchsten Betriebskosten ergeben sich bei Zentralheizungen mit Frischwärme, fast kostenlos lassen sich Abwärmeheizungen betreiben.

### Dampfheizung.

Dampf wird auf den verschiedensten Druckstufen, als Hochdruckdampf, Niederdruckdampf bis 0,50 atü und als Unterdruckdampf verwendet. Die letzte Heizungsart ist merkwürdigerweise auf Hüttenwerken wenig angewendet worden. Sie hat fast keine Betriebskosten als Hallenheizung mit Vakuumabdampf im Anschluß an Dampfmaschinen oder Dampfturbinen, bei denen das Vakuum für die Zeit größten Wärmebedarfs vorübergehend etwas verschlechtert wird; die wirtschaftlich zulässige Grenze ist in jedem Falle vorher zu suchen<sup>2)</sup>.

Vielfach ausgeführt werden Heizungen mit Zwischendampf von Dampfmaschinen oder Entnahmedampf aus Dampfturbinen, der dann entsprechend der daraus gewonnenen Arbeit gegenüber Frischdampf schon stark verbilligt ist und auf dem Wege der „Restrechnung“ nur mit etwa 50 bis 60% des Frischdampfes zu bewerten ist. Vorhandene Mehrzylindermaschinen lassen sich nach Indizierung und Prüfung auf ihre Leistung gewöhnlich für Dampfentnahme umändern.

Immer soll bei Dampfheizung die Sammlung und Rückspeisung des Kondenswassers angestrebt werden, auch wenn diese mit Schwierigkeiten und Kosten verbunden ist, sie lohnt sich meist. Bei Vakuumdampf ist sie unvermeidlich und erfordert besondere Vorkehrungen, weil alles unter Unterdruck steht.

Die Dampfheizung sollte stets, besonders bei Hochdruck, als geschlossener Kreislauf ohne Kondenstöpfe gebaut werden, so daß das Kondensat nicht mit der Atmosphäre in Verbindung kommt, nicht druckentlastet wird und nicht nachverdampfen kann und diese Wärme nicht verlorengeht. Die ewige Instandsetzungsarbeit an Kondenstöpfen und der viele Aerger über diese würden dann aufhören.

### Wasserheizung.

Wasser wird mit Temperaturen über und unter 100° als Heißwasserheizung oder Warmwasserheizung verwendet. Die Aufnahme des Wasserzuwachses infolge der Erwärmung in drucklosen Behältern bei beliebiger Aufstellung derselben bereitet keine Schwierigkeiten, und große Entfernungen lassen sich überwinden. Auch Wasserheizungen lassen sich mit Abwärme betreiben; ist die Temperatur zu niedrig, so wird sie durch Nachwärmen gesteigert, z. B. bei Kühlwässern von Oefen und an Oefen, Gaserzeugern, Gasmaschinen, Fundamentkühlungen, Rückkühlungen u. dgl.

Wegen der großen Rohrdurchmesser für Hin- und Rückleitung des Wassers und des großen toten Wasserinhaltes sind entsprechende Unterwegs- und Stillstandsverluste un-

vermeidlich, soweit sie nicht der beheizten Halle wieder zugute kommen.

Ein besonderer Vorteil des Wasserkreislaufes gegenüber dem Dampfkreislauf besteht nicht; dieser ist immer einfacher und billiger in Anlage und Betrieb und gewährt viel größeren Spielraum, ist auch betriebssicherer und von fremden Kräften unabhängig; die Einfriergefahr ist gering und erfordert nur wenig Vorsicht; die bei Wasser auf die Dauer recht erheblichen, den Gewinn durch Abwärmeverwertung vermindernenden Umwälzkosten fallen ganz fort.

Durchaus falsch ist die Meinung, eine Heizung lasse sich nur von unten nach oben betreiben, d. h. die Wärmequelle müsse immer tiefer stehen als die Wärmeabgeber. Das trifft weder für die Dampf- noch Wasserheizungen zu, beide können auch von oben nach unten betrieben werden, je nachdem es die Verhältnisse erfordern. Hierdurch sind häufig große Ersparnisse an Anlagekosten möglich.

### Luftheizung.

Die Luftheizung großer Hallen ist eine Zusammenfassung von Einzelluftheizern an einer oder mehreren Stellen der Halle, wobei Luft als Wärmeträger durch Kanäle oder Rohre mit Ventilatoren im Raume verteilt werden muß. Es ergeben sich, da bei der geringen spezifischen Wärme der Luft große Mengen auf große Entfernungen befördert werden müssen, weite Rohre und starke Motoren, auch viel bauliche Nebenarbeiten, so daß bei dieser Heizung die Gesamtanlage und der Betrieb nicht billig werden.

Ein Vorteil der Luftheizung ist die Möglichkeit der Lufterneuerung, der Klimatisierung und der Schaffung von Ueberdruck im Hallenraum, durch welchen der Eintritt kalter Luft, auch bei Windanfall, abgehalten werden kann. Die Annehmlichkeit strahlender Wärme ist aber bei Luftheizung nicht gegeben oder verschwindend gering. Sie wird aus allen diesen Gründen in Hallen selten ausgeführt.

### Abhitzegegewinnung.

Dampf- oder Wasserheizungen lassen sich unter Zwischenschaltung von Abhitzekeesseln mit der Abhitze von Gasmaschinen, Oefen jeder Art (Siemens-Martin-Oefen, Tieföfen, Wärmöfen u. a.) fast kostenlos betreiben.

Bei der Aufstellung von Abhitzekeesseln sind früher viele Fehler gemacht worden. Es kamen ungeeignete Kesselformen zur Anwendung, es lagen keine genauen Messungen über Menge und Temperatur der Abgase vor, auch die Frischgasmengen und deren Heizwert sowie der zeitlich immer wechselnde Gasbedarf waren nicht bekannt, vieles wurde geschätzt. Es fehlten auch die notwendigsten Unterlagen für die Berechnung der Abhitzeheizflächen, auch gab es noch keine sicher verwendbaren Zahlen für die Wärmedurchgangsberechnung (k-Zahlen)<sup>3)</sup>. Besonders wurde keine Rücksicht auf das Zusammenstimmen von Wärmeangebot und -verbrauch genommen, entsprechende Regeleinrichtungen fehlten oder konnten bei ihrem außerordentlich hohen Preis nicht verwendet werden, z. B. zur Umgehung der Abhitzekeessel bei geringerem Bedarf oder bei größerem Wärmeanfall, Temperaturregelungen für die Absaugventilatoren, Regelungen auf gleichmäßigen Ofenbetrieb u. a. Hinzu kam, daß organisatorische Maßnahmen für das Zusammenarbeiten von Oefen und Abhitzekeesseln nicht beachtet wurden, der Sinn für die Gesamtwirtschaftlichkeit der Werke fehlte,

<sup>3)</sup> Vgl. Schack, A., und K. Rummel: Mitt. Wärmestelle Nr. 51 (1923). — Bansen, H., und W. Heiligenstaedt: Mitt. Wärmestelle Nr. 91 (1926). — Schulze, E.: Arch. Eisenhüttenw. 2 (1928/29) S. 223/44 (Wärmestelle 117). — Schack, A.: Der industrielle Wärmeübergang. Düsseldorf 1929.

<sup>2)</sup> A. Schulze: Mitt. Wärmestelle Nr. 52 (1926).

jeder Betrieb wollte in völliger Unabhängigkeit arbeiten. Messungen und Ratschläge der Werkswärmestellen wurden nicht beachtet, sogar bekämpft, offenbare Uebelstände an Öfen wurden nicht beseitigt, undichte Rauchkanäle nicht gedichtet, die Abwärmeverwertung trotz ihrer großen Gewinnmöglichkeiten von den Betrieben vernachlässigt. Mühsam vorgenommene Einstellungen wurden verändert, jeder Ofenmann konnte sich beliebig daran vergreifen. Unter solchen Verhältnissen ist natürlich eine reibungslos und ohne ständige Aufsicht arbeitende Abwärmeverwertung ganz unmöglich.

Nachdem aber durch einfache, billige Regler ein störungsfreies Zusammenarbeiten zwischen Wärmelieferung und Wärmeentnahme möglich ist, auch zuverlässige Messungen und Berechnungen gemacht werden können und sich der große wirtschaftliche Gemeinschaftsgedanke, daß Gemeinnutz vor Eigennutz geht, durchgesetzt hat, lassen sich Abwärmegewinnungsanlagen, auch für Heizungen, in jedem Maße zufriedenstellend betreiben.

Folgende Berechnung zeigt die Verbilligung der Beheizung, z. B. einer Halle mit 64 000 m<sup>3</sup> Inhalt (200 × 40 × 8 m<sup>3</sup>). Diese Halle benötigt bei -15° Außentemperatur und 12° Innentemperatur ( $\Delta = 27^\circ$ ) stündlich  $0,54 \cdot 27 \cdot 64000 = 933000 \text{ kcal}^1$ ). Für offenstehende Türen und Tore und sonstige unberechenbare Verluste werde ein Zuschlag von 30% gemacht. Der schließliche Wärmebedarf, für welchen die Heizung zu bemessen ist, beträgt dann  $1,21 \cdot 10^6 \text{ kcal/h}$  und der Jahresbedarf bei dreischichtigem Betrieb etwa  $2,5 \cdot 10^6 \text{ kcal}$ . Mit Frischdampf bei einem Tonnenpreis von nur 3  $\mathcal{R}\mathcal{M}$  beheizt, würde diese eine Halle jährlich 18 000  $\mathcal{R}\mathcal{M}$  erfordern, die bei Betrieb mit Abhitze-dampf fast ganz wegfallen.

Ueber die bei den verschiedenen Hüttenwerksöfen, bei Gasmaschinen, Dampfmaschinen u. a. zu gewinnenden Abwärmemengen und deren Temperaturen, ferner über Verbrennungstemperaturen, Gasmengen u. dgl. enthalten die „Anhaltzahlen für den Energieverbrauch in Eisenhüttenwerken“<sup>2)</sup> alle erforderlichen Unterlagen.

Beispiel: Berechnung der Heizfläche eines Wasserrohr-Abhitzekessels einer Wärmofengruppe, mit Querstrom der Gase, Rohrreihen versetzt.

Verbrauch der Öfen in 24 h (Koksofengas)	40 000 Nm <sup>3</sup>	
H <sub>0</sub> . . . . .	4 000 kcal/Nm <sup>3</sup>	
Nutzwärme, Verbrennungsverluste, Abkühlungsverluste, Ausflammlerluste . . . . .	} von der Gesamt-wärme	70%
In den Abgasen enthalten . . . . .		30%
Eintrittstemperatur der Abgase in den Kessel	650°	
Austrittstemperatur der Abgase aus dem Kessel . . . . .	150°	
Wärmewirkungsgrad des Abhitzekessels . . . . .	70%	
Speisewassertemperatur . . . . .	10°	
Dampf Temperatur (Niederdruck) . . . . .	105°	
Mittleres Temperaturgefälle Gase/Kessel . . . . .	275°	
Wärmedurchgangszahl k bei w = 6 m/s <sup>3)</sup> . . . . .	35 kcal/m <sup>2</sup> ° h.	

Die erforderliche Heizfläche des Abhitzekessels wird dann:

$$F = \frac{40\,000 \cdot 4000}{24} \cdot 0,30 \cdot \frac{0,70}{35 \cdot 275} = 145 \text{ m}^2.$$

Mit Rücksicht auf Verstaubung, ungleichmäßige Beaufschlagung der Rohre, gelegentliche Wärmestöße, besseren Ofenbetrieb, etwaige Zunahme der Erzeugung, größeren Luftüberschuß und geringere Abgastemperatur u. a. gebe man dem Abhitzekessel 175 m<sup>2</sup> Heizfläche.

<sup>1)</sup> Vgl. Fußnote 1, Abb. 1.

<sup>2)</sup> Düsseldorf 1925.

<sup>3)</sup> Siehe A. Schack: Der industrielle Wärmeübergang, S. 155.

Der Kessel liefert dann stündlich 2,25 t Dampf (fast 13 kg/m<sup>2</sup>), mit welchem eine Halle mit 80 000 m<sup>3</sup> Luftraum (200 × 40 × 8 m<sup>3</sup> groß) richtig ohne jeden Frischwärme-Zusatz kostenlos beheizt werden kann. Die jährliche Ersparnis gegenüber Frischdampf beträgt 18 000  $\mathcal{R}\mathcal{M}$ , die gesamten Anlagekosten betragen rd. 25 000  $\mathcal{R}\mathcal{M}$ .

Zur vollen Ausnutzung der Abwärme während der ganzen Heizzeit würde man aber noch weiter gehen und kann bis 148 000 m<sup>3</sup> Hallen- oder Leichtbau-Raum bei mittlerer Wintertemperatur beheizen, das wäre mehr eine Halle mit 48 000 m<sup>3</sup> (150 × 40 × 8 m<sup>3</sup> groß). In der kurzen Zeit des Spitzenbedarfs bei strenger Kälte - 15 Tage je 20 Stunden - müßte dann Frischwärme zugegeben werden, was 2000  $\mathcal{R}\mathcal{M}$  erfordert. Die jährliche Ersparnis steigt dann auf 18 000 + 12 800 - 2000 = 28 800  $\mathcal{R}\mathcal{M}$ , wobei die Anlagekosten für die Abhitzekesselanlage die gleichen bleiben. Die größere Ersparnis folgt aus der vollen Ausnutzung der Abwärme während der ganzen Heizzeit, sie erhöht sich weiter, wenn auch Warmwasserbereitungen mit ihrem Sommerbedarf mit angeschlossen werden können.

Der Taupunkt der Abgase darf an keiner Stelle des Abhitzekessels unterschritten werden, Niederschläge von Feuchtigkeit würden seine rasche Zerstörung zur Folge haben.

Die Kosten der Abhitzekessel je m<sup>2</sup> Heizfläche sind mit 85  $\mathcal{R}\mathcal{M}$  anzunehmen, einschließlich allgemeiner Unkosten.

Die Gesamtanlage eines Abwärmehetzwerkes innerhalb des gesamten Wärme- und Energiebereichs eines Werkes soll so getroffen werden, daß nur Wärmequellen ausgenutzt werden, die von langer Lebensdauer sind und nicht bei den ständigen Veränderungen und Umbauten in absehbarer Zeit wieder verschwinden.

Die verschiedensten Verbindungen der überall auftretenden Wärmen sind möglich, besonders für den „tieftemperaturlichen“ Zweck des Heizens. Es ist ausgeschlossen, hier alle Möglichkeiten anzuführen. Bild 1 zeigt deutlich, wie die verschiedenen Betriebe im Wärmeaustausch miteinander verbunden werden können, so daß nirgends Wärme verloren gehen kann. Für Heizungen, auch für Hallenheizungen mit ihrem großen Bedarf, wird von allen Seiten kostenlose Abwärme zur Verfügung stehen.

Der Fortfall der Dampfbetriebe und der Uebergang zum Gas- und Strombezug erfordert bei manchen Werken ganz neue Maßnahmen.

### Gasheizung.

Hochofenwerke mit Gichtgasüberschuß verwendeten dieses schon immer zur billigen Beheizung ihrer Hallen, meistens in Luftheizungen, aber auch in Dampf- oder Wasserheizungen. Diese waren häufig von Koks- oder Kohlenheizung unter Beibehaltung der nur mit Gasreglern versehenen Kessel auf Gichtgas umgestellt worden. Für kleineren Verbrauch wurde auch Koksofengas abgezapft, manchmal heimlich und unbefugt.

Mit der Ausbreitung der Gasfernversorgung sind auch größere Hallen mit Ferngas beheizt worden, was unter Ausnutzung der bekannten Annehmlichkeiten des Gases (Fortfall von Kesselräumen, Brennstofflagern, Bunkern, Anfuhrn, Asche, ferner Sauberkeit, leichte Regelbarkeit, Bezahlung erst nach Verwendung, Ersparnis der Unkosten der Lagerhaltung u. a. m.) tragbar erscheint, wenn auch die Gasbeheizung rein kalorienmäßig noch erheblich teurer ist als eine thermostatisch gut geregelte und sparsam betriebene Koks- oder Kohlenheizung oder gar Abwärmehheizung.

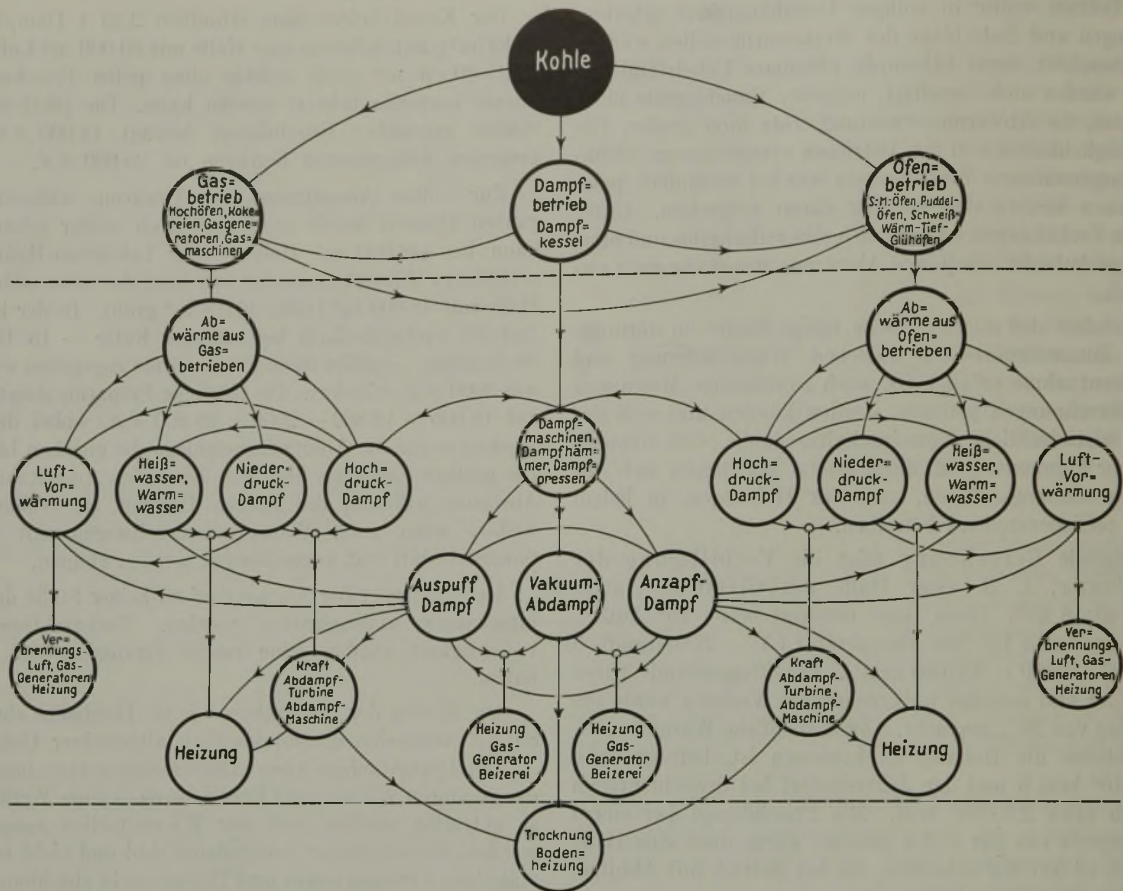


Bild 1. Stammbaum der Wärmewirtschaft eines Eisenhüttenwerkes.

So würde die Beheizung der Halle mit 64 000 m<sup>3</sup> Inhalt mit Ruhrgas bei 3,5 R<sub>sp</sub>/Nm<sup>3</sup> und  $\eta_{th} = 0,85$  jährlich etwa 24 000 R<sub>M</sub> kosten.

Wo aber die Werke aus besonderen Gründen zum Gasbezug übergehen und die eigenen Dampfbetriebe stilllegen, werden die Mehrkosten der Gasbeheizung in Kauf genommen.

Gas läßt sich in den Hallen direkt oder indirekt verwenden, indem entweder Gasöfen aufgestellt werden oder erst Dampf oder Warmwasser erzeugt wird (Gas-Dampf-Heizung, Gas-Warmwasser-Heizung). Das erste Verfahren ist einfach, soweit die Gasöfen überall aufgestellt werden können. Nicht gut möglich ist das entlang von Außenwänden oder unter Fenstern, wo die Beheizung oft notwendig ist, um kalten Zug zu vermeiden, z. B. bei feineren Arbeiten. Auch läßt sich eine einmal bestehende örtliche Gasheizung nicht auf andere Brennstoffe umstellen, falls die Gaslieferung eingestellt oder gedrosselt werden oder die Gaspreise erhöht werden sollten. Jeder Einzelgasofen muß mit reichlich weitem Abzugsrohr mit Unterbrecher und mit Regler und Sicherheitsvorkehrungen versehen sein, was die Anlage, auch wegen der vielen baulichen Nebenarbeiten, verteuert. Die vielen Brennstellen brauchen ständig Aufsicht und Bedienung, wenn nicht eine mangelhafte Verbrennung oder Gasverschwendung durch Zuvielheizung eintreten soll.

Der hohe Preis der Gaswärme erfordert deshalb eine selbsttätige Regelung nach der Temperatur der Halle, die aber in ihrer Wirkung nach unten begrenzt ist, da bei starker Drosselung der Zufuhr einzelne Öfen verlöschen. Auch würde eine solche Regelung vieler Brennstellen bei dem hohen Preis dieser Einrichtungen unwirtschaftlich teuer werden. Es bleibt also nur die Regelung durch Auslöschen und

Anzünden von Öfen, wie dies auch tatsächlich gehandhabt wird.

Die direkten Gas-Lufterhitzer werden von den meisten Firmen nur für höchstens 100 000 kcal/h gebaut, darüber hinaus werden sie sehr teuer, umfangreich, und die Aufstellung macht Schwierigkeiten.

Als weitere Nachteile der bei großen Hallen in die Hunderte gehenden Zahl von — mitunter schwer zugänglichen — Öfen mit eigener Brennstelle wurden beobachtet: Schwitzwasser, Versagen der Sicherheitseinrichtungen, hohe Anschaffungskosten für alle Nebeneinrichtungen, auch der elektrischen bei Lufterhitzern mit Ventilatoren, Verlust unverbrannter Gase, da die Ueberwachung der vielen Brennstellen auf vollkommene Verbrennung nicht durchführbar ist. Beim Versagen der Sicherheitseinrichtungen besteht Vergiftungs- oder Knallgefahr.

Vorteile der direkten Gasofeneinzelheizung sind dagegen: Einfachheit der Aufstellung, Verlegung nur einer Zuführungsleitung, Wegfall von Leitungsverlusten, sofortige Betriebsbereitschaft, Beheizung von einzelnen Arbeitsplätzen (z. B. bei Feierschichten).

Bei der indirekten Gasheizung wird als Wärmeträger Dampf oder Warmwasser in Kesseln erzeugt. Diese sollten aber für den Fall einer Störung immer mit einer Notfeuerung für Koks, Kohle oder Oel versehen werden, da die Hallen schon nach kurzen Unterbrechungen auskühlen und das Arbeiten dann behindert wird. Außer dieser Betriebssicherheit sind weitere Vorteile: Die Raumheizkörper sind billiger, es sind keine Sicherungen an ihnen erforderlich, ebenso keine Abzugsrohre. Die Bedienung und Regelung ist sehr einfach und läßt sich leicht zentralisieren. Schwitzwasser kann nicht auftreten. Die beste Verbrennung

des Gases in den Kesseln läßt sich nach einem Abgasgerät überwachen und einstellen. Die gesamten Anlagekosten sind trotz der Kessel nicht höher als bei direkter Gasheizung. Nachteilig sind dieser gegenüber: Platzbedarf für die Kessel, Notwendigkeit einer Rückleitung, gegebenenfalls Fußbodenkanäle, wenn kein Keller vorhanden ist. Leitungsverluste treten auf, kommen aber größtenteils der beheizten Halle wieder zugute. Die Betriebsbereitschaft ist geringer.

Nach Abwägen der Vorteile und Nachteile muß in jedem Falle die Entscheidung über direkte oder indirekte Verwendung des Gases getroffen werden.

Die Gasverteilungsleitungen sollen nur für geringen Druckabfall berechnet werden<sup>7)</sup>, so daß auch an den entferntesten Heizstellen immer noch so viel Druck vorhanden ist, daß die Brenner nicht verlöschen. Andernfalls wird die Gasleitung zu empfindlich gegen die unvermeidlich hineingelangenden Druckschwankungen und ermöglicht keine zentrale Regelung der Gasverteilung. Sie müssen also, auch mit Rücksicht auf innere Verschmutzungen, reichlich weit angelegt werden.

#### Sonderfälle der Beheizung.

Einige Sonderfälle der Beheizung großer Arbeitshallen sind: Erwärmung durch die Wärmeverluste von Öfen, Maschinen, Dampfhämmern, Rohrleitungen, Motoren, Feuern u. a., auch durch zugeführte mechanische Arbeit. Derartige Wärmegewinne können, wenn sie regelmäßig auftreten, von dem Heizbedarf abgezogen werden, worüber sich aber keine allgemeinen Angaben machen lassen. Die Untersuchung und Erörterung solcher Fälle muß ergeben, wo und in welchem Umfange dies zulässig ist, ohne die richtige Erwärmung der Halle zu gefährden.

#### Heizflächen in den Hallen.

Verwendet werden alle vorkommenden Heizflächen. An den Außenwänden oder unter dem Dach, um Zug abzuhalten, glatte Rohre oder Rippenrohre. Eine Anhäufung von Heizflächen aller Formen ist an besonderen Arbeits- oder Ruhe- oder Umkleideplätzen zu finden. Heizflächen mit vielen Verbindungen und Dichtungen — wie bei gußeisernen Rippenrohren — eignen sich nicht für Vakuumdampfheizungen, man hat sie verschweißt. Auch an schmiedeeisernen Rohren sollten in solchen Fällen die Flanschen oder Bunde durch Schweißung gedichtet werden.

Von besonderer Bedeutung sind für Großraumheizungen die „Luftheritzer“ geworden, die unter den verschiedensten Namen auftreten<sup>8)</sup>. Diese Apparate eignen sich mehr für die Anbringung inmitten der Hallen, da sie die Wärme nur in einem Umkreis bis rd. 15 m verbreiten, sie werden deshalb meist in Abständen von 30 m angeordnet. Sie sollten möglichst auf den Fußboden gestellt werden, zur Platzgewinnung werden sie aber gewöhnlich einige Meter über dem Hallenboden angebracht. Für die Absaugung der kalten Bodenluft müssen dann nach unten reichende Saugschächte eingefügt werden, was die Heizwirkung verbessert. Solche Luftheritzer werden für Dampf-, Wasser- und Gasheizung in äußerlich ähnlichen Formen gebaut. Wegen des kleinen Wirkungskreises ist ihre Zahl bei großen Hallen

beträchtlich, was wiederum ein entsprechend umfangreiches elektrisches Leitungsnetz für die Motoren und besondere Schaltungen erfordert. Im Laufe der Zeit sind die Betriebskosten, denen kein Gewinn gegenübersteht, bei hohen Strompreisen erheblich. Der elektrische Antrieb schließt aber — auch bei Drehstrom — die Möglichkeit einer zentralen Temperaturregelung in sich.

Eine große Annehmlichkeit ist die kurze Anheizzeit des Luftraumes der Hallen sowie die erzeugte Luftbewegung, besonders im Sommer, wenn die Hitze die Arbeitskraft lähmt. Eine weitere Möglichkeit ist die Lufterneuerung durch Verbindung mit der Außenluft.

In bevorzugten Betrieben, z. B. Lehrlingswerkstätten, können die Luftheritzer Kaltwasseranschlüsse erhalten und im Sommer zur Kühlung der Räume verwendet werden. Wird die ganze Anlage noch mit Vorkehrungen und Regelungen für gleichbleibende Temperatur und Feuchtigkeit versehen, so kann die Halle damit klimatisiert werden, was durchaus keinen Luxus- oder Annehmlichkeitswert, sondern durch Erhaltung der körperlichen Frische — wie Beispiele beweisen — eine sehr wirtschaftliche Einrichtung darstellt.

Auch die Deckenstrahlungsheizung ist für die Beheizung großer Werkstätten und als Teilheizung für Hallen verwendet worden. Bei massiven Decken werden die Heizrohre in den Beton eingestampft. Bei Hallen ist das nicht möglich, hier liegen die Rohre mit Blechen für die Wärmeausbreitung verbunden (Flossenbleche) frei im Raume. Rohre und Bleche fangen die kalten, von oben niedersinkenden Luftströme ab und strahlen gleichzeitig die Wärme nach unten. Sie ermöglichen empfindliche Arbeiten an Stellen, die in der gewöhnlichen Art schwer zu erwärmen sind, besonders wird auf diese Weise auch warmer Fußboden geschaffen. Die freie Lage der Deckenheizflächen schließt jede Gefahr von Ribildungen oder Undichtheiten aus und ermöglicht die Verwendung von Dampf, Wasser und Gas bei allen Temperaturen.

Eine weitere Heizmöglichkeit ist die Verlegung der Heizflächen in den Fußboden, soweit dies aus baulichen Gründen angängig ist. Für ruhige Arbeiten an Maschinen, z. B. in der Dreherei, ist diese Möglichkeit sehr angenehm, sie gibt das Gefühl genügender Wärme und erspart die volle Beheizung des ganzen Raumes.

#### Wirtschaftlicher Heizbetrieb.

Auch bei Heizungen mit billiger Wärme soll keine Verschwendung getrieben werden, und es muß, wenn die Anhaltzahlen<sup>1)</sup> überschritten werden, die Ursache beseitigt werden. Hohe Heizungskosten sind nicht als etwas unvermeidlich Gegebenes hinzunehmen; praktische Beweise für die Möglichkeit der Verbilligung bis unter die Anhaltzahlen und bis zur Kostenlosigkeit des Betriebes liegen vor, sie sichern den Werken einen wirtschaftlichen Vorsprung. Es müssen hier hohe volkswirtschaftliche Werte gespart und für andere wichtige Zwecke frei gemacht werden, wie das der Vierjahresplan vorschreibt.

#### Zusammenfassung.

Die verschiedenen Heizmöglichkeiten für große Hallen werden besprochen, besonders die Abwärmeheizungen mit dem Ziel der verbilligten oder kostenlosen Hallenheizung empfohlen und praktische Erfahrungen darüber mitgeteilt.

<sup>7)</sup> Vgl. G. Neumann: Arch. Eisenhüttenw. 12 (1938/39) S. 115/26 u. 175/84 (Wärmestelle 261).

<sup>8)</sup> Ueber ihre Berechnung siehe Fußnote 1, Zahlentafel 5.

# Umschau.

## Erstarrungs- und Seigerungsvorgänge in niedriggekohtem unberuhigtem Stahl.

Die besondere Stellung des unberuhigten Stahles innerhalb der Handelsstahlerzeugung hat in letzter Zeit des öfteren zu Versuchen geführt, die Gesetzmäßigkeiten seiner Herstellung ebenso eingehend zu untersuchen, wie dies schon mit Hilfe der physikalischen Chemie in den letzten zwei Jahrzehnten für die Reaktionen, die den Stahl im flüssigen Zustand beeinflussen, geschehen ist. Insbesondere amerikanische Forscher haben sich bereits in verschiedenen Arbeiten in dieser Richtung bemüht<sup>1)</sup>, ferner müssen die Gemeinschaftsarbeiten des englischen Iron and Steel Institute<sup>2)</sup> und eine umfassende schwedische Veröffentlichung<sup>3)</sup> hervorgehoben werden. Endlich bemühte sich noch eine französische Arbeit, den gegenwärtigen Stand der Herstellung unberuhigten Stahles zusammenfassend darzustellen<sup>4)</sup>. Zu diesen Arbeiten kommt nun eine Arbeit von A. Hayes und J. Chipman<sup>5)</sup>, die versucht, die Vorgänge bei der Erstarrung und Seigerung quantitativ zu erfassen, nachdem bereits der eine der Verfasser (Chipman) die Gesetzmäßigkeiten der Gasentwicklung [zusammen mit K. C. McCutcheon<sup>6)</sup>] und Erstarrungsgeschwindigkeit [zusammen mit C. R. Fondersmith<sup>7)</sup>] für sich behandelt hat. Die neue Arbeit<sup>8)</sup> baut auf beiden Arbeiten auf, da es erst durch sie ermöglicht wurde, die Veränderung des Sauerstoff- und Kohlenstoffgehaltes, die mit der Gasentwicklung verbunden ist, näher zu fassen.

Um die theoretisch mögliche Seigerung der tatsächlich praktisch beobachteten Seigerung gegenüberstellen zu können, leiten Hayes und Chipman ihre Untersuchung mit einer theoretischen Betrachtung über die größtmögliche Seigerung ein. Sie nehmen dabei an, daß die Restschmelze eine gleichmäßige Zusammensetzung hat, also nicht in der Grenzschicht zum Kristall angereichert ist, daß aber andererseits in der erstarrten Kristallschichten ein nennenswerter Konzentrationsausgleich der gelösten Elemente nicht mehr stattfinden kann. Sie finden für die stärkste Seigerung folgende Gleichung:

$$\ln \frac{k \cdot C_0}{C_e} = (1 - k) \ln \left[ \frac{W_0 - W_s}{W_0} \right]$$

In dieser Gleichung stellt  $C_0$  die Konzentration des im flüssigen Stahl gelösten Elementes im Zeitpunkt 0 dar, während  $C_e$  die jeweilige Konzentration des Elementes im gebildeten Kristall in jedem Zeitpunkt der Erstarrung darstellt.  $(1 - k)$  ist „der Seigerungskoeffizient“, während  $k$  die Verteilungskonstante ist, die das Verhältnis der jeweiligen Konzentration im Kristall zur Konzentration in der Flüssigkeit entsprechend den Angaben des Gleichgewichtsschaubildes angibt.  $W_0$  ist das Gesamtgewicht des untersuchten Blockes,  $W_s$  das Gewicht seines bereits erstarrten Anteils. Die Gleichung besagt, daß die Seigerung um so stärker ist, je kleiner  $k$  wird, und daß die Konzentration im flüssigen Kern um so höher wird, je weiter die Erstarrung fortschreitet. Es ist aber vor auszuschicken, daß praktisch die Seigerung niedriger ausfällt, weil die erstarrte Schicht stets noch Schmelze eingeschlossen enthält.

Diesen theoretischen Betrachtungen folgt eine Erörterung der einzelnen Einflüsse auf die Erstarrung. An erster Stelle

<sup>1)</sup> z. B. Washburn, T. S., und J. H. Nead: Amer. Inst. min. metallurg. Engrs., Techn. Publ. Nr. 779, 20 S., Metals Techn. 4 (1937) Nr. 1; vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 950/51. Halley, J. W., und T. S. Washburn: Amer. Inst. min. metallurg. Engrs., Techn. Publ. Nr. 898, 11 S., Metals Techn. 5 (1938) Nr. 2.

<sup>2)</sup> Fourth Report Heterogeneity of Steel Ingots. London 1932. (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 2.) S. 68/99; Edwards, C. A., und H. N. Jones: Fifth Report Heterogeneity of Steel Ingots. London 1933. (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 4.) S. 39/58; Edwards, C. A., R. Higgins, M. Alexander und D. G. Davies: Sixth Report Heterogeneity of Steel Ingots. London 1935. (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 9.) S. 193/218; Swinden, T.: Seventh Report Heterogeneity of Steel Ingots. London 1937. (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 16.) S. 15/21.

<sup>3)</sup> Hultgren, A., und G. Phragmén: Jernkont. Ann. 122 (1938) S. 377/465.

<sup>4)</sup> Guillet, L.: Rev. Métall., Mém., 34 (1937) S. 493/512, 545/63, 597/613 u. 657/64.

<sup>5)</sup> Amer. Inst. min. metallurg. Engrs., Techn. Publ. Nr. 988, 41 S., Metals Techn. 5 (1938) Nr. 8.

<sup>6)</sup> Mc. Cutcheon, K. C., und J. Chipman: Amer. Inst. min. metallurg. Engrs., Techn. Publ. Nr. 942, 21 S., Metals Techn. 5 (1938) Nr. 5; vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 1261/63.

<sup>7)</sup> Chipman, J., und C. R. Fondersmith: Sheet Metal Ind. 12 (1938) S. 27/28; nach Chem. Zbl. 109 (1938) II, S. 1850.

steht unter ihnen naturgemäß die Verteilung der im festen und flüssigen Eisen vorliegenden Elemente auf die feste und flüssige Phase, also die Festlegung des Seigerungskoeffizienten  $(1 - k)$  für Kohlenstoff, Sauerstoff, Schwefel, Kupfer und Phosphor. Die Berechnung erfolgt mit Hilfe des Gesetzes der Schmelzpunktniedrigung und der in den Zustandsschaubildern vorliegenden Angaben. Sie ergibt die in der *Zahlentafel 1* zusammengestellten

Zahlentafel 1. Stoffverteilung zwischen Delta- und flüssigem Eisen.

Stoffe	k	(1 - k)	Stoffe	k	(1 - k)
Kohlenstoff . . . . .	0,13	0,87	Mangan . . . . .	0,84	0,16
Sauerstoff . . . . .	0,10	0,90	Silizium . . . . .	0,66	0,34
Schwefel . . . . .	0,05	0,95	Phosphor . . . . .	0,13	0,87
Kupfer . . . . .	0,56	0,44			

Werte, aus denen sich die starke Seigerungsneigung der Elemente Kohlenstoff, Sauerstoff, Schwefel und Phosphor ergibt. Weitere Einflüsse auf die Seigerung sind die Erstarrungsgeschwindigkeit, die auf Grund früherer Untersuchungen zu

$$D = -0,42 + 0,9 \sqrt{t}$$

bestimmt wurde ( $D$  = Dicke der erstarrten Schicht in Zoll,  $t$  = Zeit in Minuten), und die Stärke der Gasentwicklung während der Erstarrung, die nach den Untersuchungen von McCutcheon und Chipman festgelegt ist. Aus beiden zusammen ergibt sich die Gasentwicklung in ihrer Abhängigkeit von der Erstarrungsgeschwindigkeit, wodurch gleichzeitig nochmals die Anschauung bestätigt wird, daß die Gasentwicklung gesetzmäßig mit der Erstarrung gekoppelt ist. Zusammen mit der Gasanalyse kann aus der Gasentwicklung der Verlust an Kohlenstoff und Sauerstoff im Block in jedem einzelnen Zeitpunkt der Erstarrung festgelegt werden.

Nach Angaben über die Herstellung der untersuchten Schmelze, ihre Zusammensetzung beim Abstich, in der Pfanne und im Block sowie ihre Desoxydation wird die Probenahme aus dem Block beschrieben. Hierzu wurden drei Abschnitte des Blockes (Kopf, Mitte, Fuß) in einzelne, aneinander passende Stücke zerlegt. Von den einzelnen Stücken wurde zunächst die Dichte bestimmt und daraus der prozentuale Blasenanteil in verschiedenen Abständen von der Außenhaut berechnet. Die Ergebnisse sind in *Bild 1* wiedergegeben. Die beiden Höchstwerte der Kurve des Fußabschnittes zeigen die Lage und Stärke der inneren und äußeren Blasenkränze. Ebenso zeigt der mittlere Abschnitt die beiden Höchstwerte, wenn auch nicht mehr so ausgeprägt. Der Kopfabschnitt endlich weist verschiedene

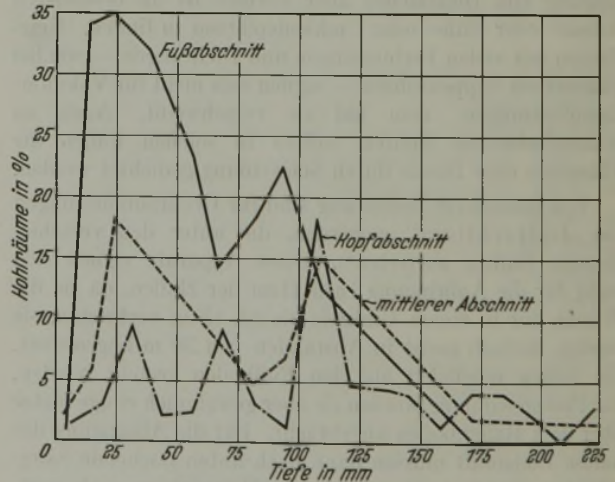


Bild 1. Porigkeit im unberuhigten Stahlblock.

kleinere Anhäufungen von Hohlräumen auf. Zwei von ihnen entsprechen dem inneren und äußeren Blasenkranz der anderen Abschnitte, der Höchstwert zwischen beiden ist wohl, worauf schon Hultgren und Phragmén hinwiesen, durch ein Aufbrechen der Deckelkruste und ein dadurch neu entfaltetes Kochen entstanden, während der kleinere innere Höchstwert den Restblasen im Kopf entsprechen dürfte.

Die Analyse ergibt dann den Verlauf der Seigerung in Abhängigkeit vom Querschnitt (*Bilder 2 bis 7*). Man sieht aus ihnen, daß von 100 mm Tiefe an die Zusammensetzung etwa gleichbleibt. Mit Hilfe der Analysen und der Dichtigkeit des Blockes in seinen einzelnen Teilen bestimmen Hayes und Chipman noch weiter den gewichtsmäßigen Anteil jedes Elementes in jedem Teil der drei Querschnitte. Die sich daraus ergebenden Werte werden

zu einer Art Stoffbilanz zusammengestellt und mit den aus der Pfanne eingebrachten Mengen der einzelnen Elemente verglichen. Für Kupfer, Mangan und Schwefel geht die Bilanz etwa auf, für

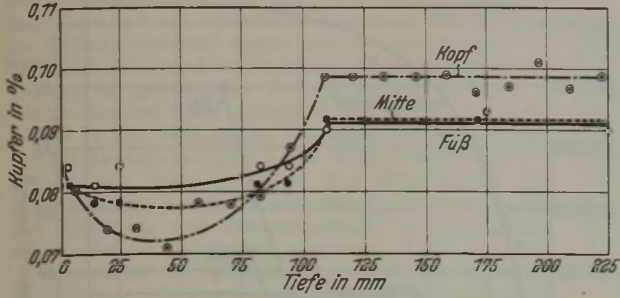


Bild 2. Seigerungen des Kupfers im Kopf-, Mittel- und Fußabschnitt.

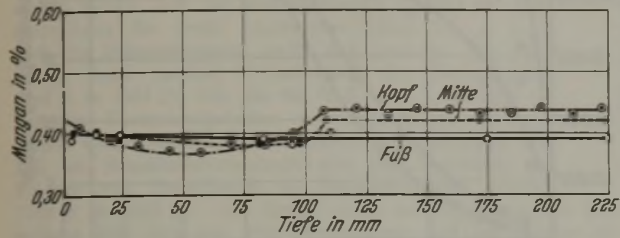


Bild 3. Seigerungen des Mangans im Kopf-, Mittel- und Fußabschnitt.

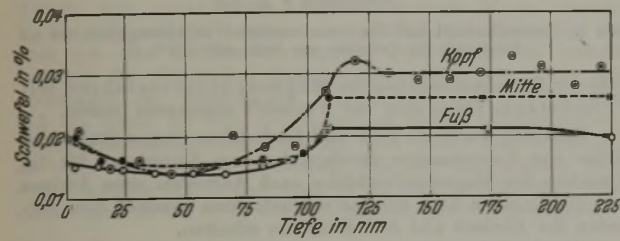


Bild 4. Seigerungen des Schwefels im Kopf-, Mittel- und Fußabschnitt.

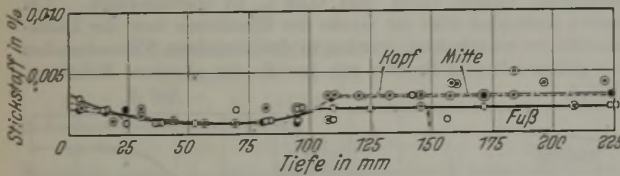


Bild 5. Seigerungen des Stickstoffs im Kopf-, Mittel- und Fußabschnitt.

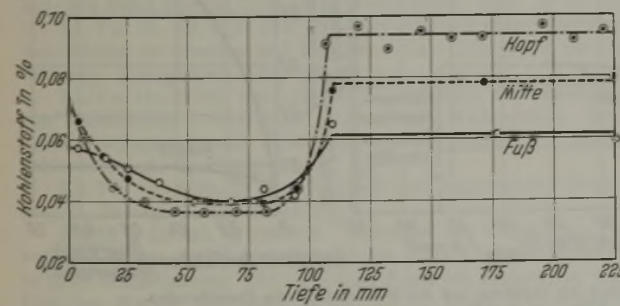


Bild 6. Seigerungen des Kohlenstoffs im Kopf-, Mittel- und Fußabschnitt.

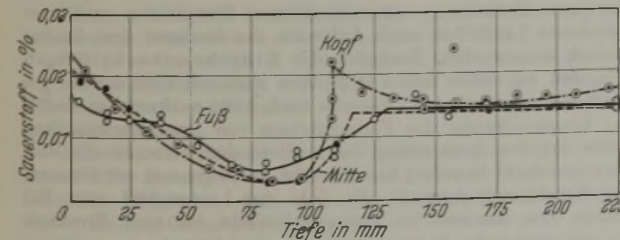


Bild 7. Seigerungen des Sauerstoffs im Kopf-, Mittel- und Fußabschnitt.

gleichen Teilen enthaltenden Tropfen bestehen, und daß in den sauerstoffarmen Teilen des Blockes der Mangansulfidanteil in ihnen überwiegt. Die größten Einschlüsse finden sich in der Blockmitte, sie enthalten sogar stellenweise Eisensulfid.

Auch die Zusammensetzung der Restschmelze wurde von den Verfassern an einzelnen aus dem Kopf des Blockes während des Kochens entnommenen Proben untersucht. Sie stellten dabei fest, daß der Sauerstoffgehalt vorzugsweise vom jeweiligen Kohlenstoffgehalt der Restschmelze abhing, und daß insbesondere der Schwefelgehalt mit fortschreitender Erstarrung angereichert wurde. Er stieg z. B. 20 min nach dem Gießen auf 60 % seines Anfangsgehaltes.

Auf Grund der Blockanalysen und der Analysen der Restschmelze wird dann für Schwefel, Kohlenstoff, Kupfer und Sauerstoff die Veränderung der Zusammensetzung des flüssigen Stahles und der erstarrten Grenzfläche in Abhängigkeit von der Erstarrungstiefe in geschätzten Kurven dargestellt.

Um weiterhin die Abweichungen zwischen der theoretischen und der tatsächlich beobachteten Seigerung festzustellen, wird für jeden Zeitpunkt und jedes einzelne Element der Anteil berechnet, um den der tatsächliche Gehalt den theoretisch erwarteten überschreitet. Er gibt ein Maß für die Menge der jeweils bei der Erstarrung eingeschlossenen Restschmelze. Der „Überschußfaktor“, der sich daraus ergibt, ist in den Bildern 8 und 9

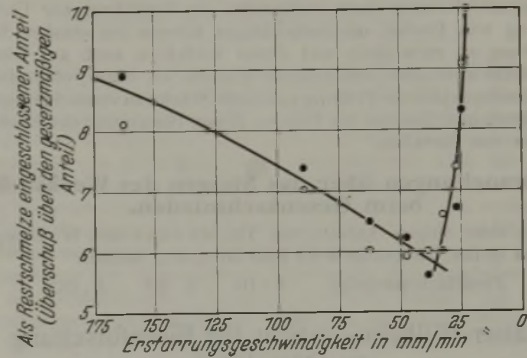


Bild 8. Beziehung zwischen den als Restschmelze eingeschlossenen Elementen und der Erstarrungsgeschwindigkeit.

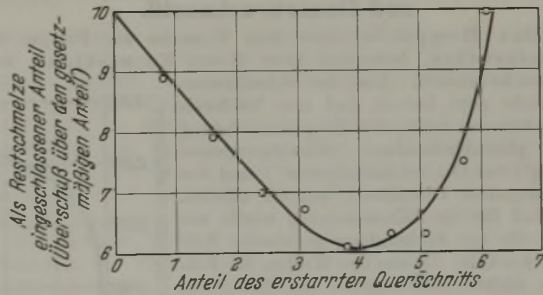


Bild 9. Als Restschmelze eingeschlossene Anteile der Elemente in Abhängigkeit vom erstarrten Blockquerschnitt (Blockmitte).

in Abhängigkeit von der Erstarrungsgeschwindigkeit bzw. vom erstarrten Querschnitt dargestellt. Die beiden Bilder zeigen, daß die Menge der eingeschlossenen Bestandteile einen Tiefstwert durchläuft. Er soll dadurch entstanden sein, daß zunächst die Restschmelze an der Grenzfläche zum Kristall an Verunreinigungen, stärker als ihrem Durchschnittsgehalt entsprechend, angereichert ist, daß aber dieser Unterschied dann abnimmt, während bei weiterer Erstarrung tatsächlich Restschmelze in steigendem Maße in den Kristallzwischenräumen eingeschlossen wird. Nachdem die mathematische Form dieser Anreicherungskurve festgelegt ist, besteht die Möglichkeit, durch Vereinigung dieser Gleichung mit derjenigen der theoretischen Seigerung die Kurve der tatsächlichen Seigerung für Kupfer, Mangan und Schwefel festzulegen. Sie zeigt dann auch eine ganz gute Übereinstimmung mit den tatsächlich gefundenen Werten.

Um die Seigerung von Kohlenstoff und Sauerstoff in ähnlicher Weise erfassen zu können, mußte noch die Gasentwicklung mathematisch erfaßt werden. Aus den Ergebnissen wird geschlossen, daß der größte Teil des entweichenden Kohlenstoffs und etwas weniger als die Hälfte des entweichenden Sauerstoffs in einer angereicherten Zone an der Grenzfläche zwischen flüssigem Stahl und festem Kristall entstand.

Wie die obige kurze Beschreibung zeigt, bringt die Arbeit viele beachtenswerte Feststellungen und kann daher als ein weiterer wertvoller Beitrag zur Theorie der Erstarrung des unberuhigten Stahles angesehen werden. Hanns Wentrup.

Sauerstoff und Kohlenstoff stimmt sie angenähert bei Einrechnung der Verluste durch die entwichenen Gase. Für Sauerstoff muß noch ein weiterer Verlust als Blockschaum eingesetzt werden.

Von der Untersuchung der nichtmetallischen Einschlüsse wäre zu erwähnen, daß die Einschlüsse außen vorzugsweise aus kleinen, Manganoxydul und Mangansulfid zu etwa

**75 Jahre Gefügeuntersuchungen von Eisen und Stahl.**

Am 7. Juni 1864 veröffentlichte der englische Geologe und Mineraloge H. C. Sorby seine erste Arbeit über das Gefüge von Meteoriten<sup>1)</sup>. Bald folgten weitere Untersuchungen<sup>2)</sup>, die auch u. a. graues Roheisen, Walzstahl, Zement- und Gußstahl berücksichtigten. Hatte Sorby anfänglich mit Naturselbstbrüchen gearbeitet, so heißt es in seiner Veröffentlichung vom Jahre 1865 bereits: „Polierte, mit schwachen Säuren geätzte und mit Hilfe des Mikroskops in den Details vervollständigte Flächen wurden photographiert.“ Sorbys Arbeiten fanden aber nicht den erwarteten Widerhall. Er selbst befaßte sich in den beiden nächsten Jahrzehnten hauptsächlich mit mineralogischen Fragen, und erst im Jahre 1886 griff er erneut die Gefügeuntersuchungen des Eisenwerkstoffes auf. Mittlerweile aber hatte Adolf Martens im Jahre 1878 seine metallographischen Arbeiten begonnen; ihm war es vergönnt, die Gefügeuntersuchung zum Siege zu führen. Ueber die Bedeutung der beiden Männer äußerte sich auf dem Internationalen Ingenieurkongreß in Chicago im Jahre 1893 der bekannte französische Forscher Floris Osmond<sup>3)</sup> wie folgt: „Die Arbeiten von Sorby gehen bis ins Jahr 1864 zurück, jene von Martens bis 1878. Obgleich die Veröffentlichungen des Letzteren zeitlich später liegen, tragen sie doch alle die Kennzeichen einer vollkommenen Ursprünglichkeit. Während Sorby sein ganzes Können dazu verwandte, ein Verfahren zur Untersuchung von Proben undurchsichtiger Körper bei starker Vergrößerung zu entwickeln und dieses Verfahren auch auf Eisenwerkstoffe anwandte, untersuchte Martens als erster, ohne dabei die metallographische Prüfung einzelner Stücke zu vernachlässigen, die allgemeinen Gesetze der Brüche, Risse, Blasen und der Kristallisation von Metallen.“

**Untersuchungen über das Steigen des Werkstoffes beim Geseksmieden.**

In dem obigen Aufsatz von Th. Munker und W. Lueg<sup>4)</sup> muß es in der Unterschrift zu Bild 26 richtig heißen:

Preßflächenschräge 1 : 10 1 : 20 1 : ∞

**Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung zu Düsseldorf.**

**Zur Frage des Dauerbruches: Magnetpulverbild und Dauerbrucharriß.**

Max Hempel berichtet über Versuche zur Frage des Dauerbruches, besonders über dessen Entwicklung und Fortschreiten<sup>5)</sup>. Aus der Schriftumsübersicht geht hervor, daß zum Nachweis eines Anrisses neben der Frequenzänderung bei gleichbleibendem Schwingungsausgang<sup>6)</sup> das Oel-Schlammkreide-<sup>7)</sup> und das Magnetpulver-Verfahren<sup>8)</sup> benutzt wurden. Als Maß für die Rißausbreitung wurde vor allem die am Stabumfang gemessene Rißlänge gewählt. Da aus den Werten der Rißlänge nicht ohne weiteres die Einrißtiefe oder die Größe der Dauerbruchfläche zu bestimmen ist, und da ferner ein erheblicher Unterschied in den Angaben der Lastwechselzahlen bis zum Erkennen des Anrisses und bis zum Endbruch besteht, wurde die vorliegende Arbeit durchgeführt, um Aufschluß über den Einfluß der Stabform, der Belastungshöhe und des Werkstoffes auf das Fortschreiten eines Dauerbrucharisses zu erhalten.

Die Versuche wurden an Vollstäben und Stäben mit Querbohrung unter Biegewechselbelastung bei gleichbleibendem Biegemoment über die Meßlänge durchgeführt, wobei zum Nach-

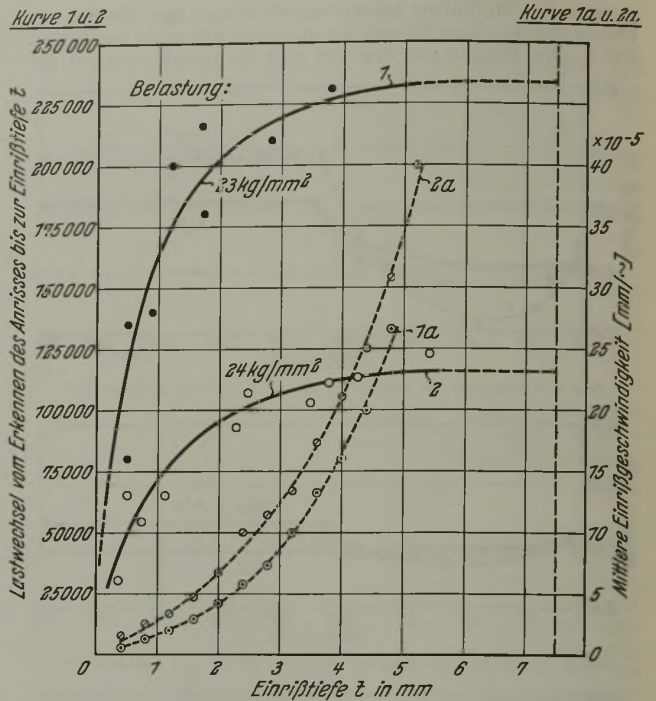


Bild 1. Lastwechselzahl und Einrißgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Einrißtiefe für Vollstäbe aus Stahl mit 0,05 % C.

weis der Dauerbrucharisse das Magnetpulververfahren mit Fremdmagnetisierung der Proben<sup>9)</sup> angewandt wurde.

Zunächst wurde an Voll- und Lochstäben einiger Stähle eine Reihe von Vorversuchen durchgeführt, um Unterlagen für das Aussehen des Magnetpulverbildes nach Auftreten eines Anrisses und um Angaben über die Lastwechselzahlen zwischen dem Auftreten des Anrisses und dem Bruch zu erhalten.

Die Hauptversuche wurden an Voll- und Lochstäben zweier unlegierter Stähle (0,05 und 0,58 % C) durchgeführt. Um hierbei Aufschluß über die Größe der Einrißtiefe bzw. der Dauerbruchfläche zu erhalten, wurden in den einzelnen Versuchsreihen eine größere Anzahl Proben mit jeweils der gleichen Belastung, Teil A.

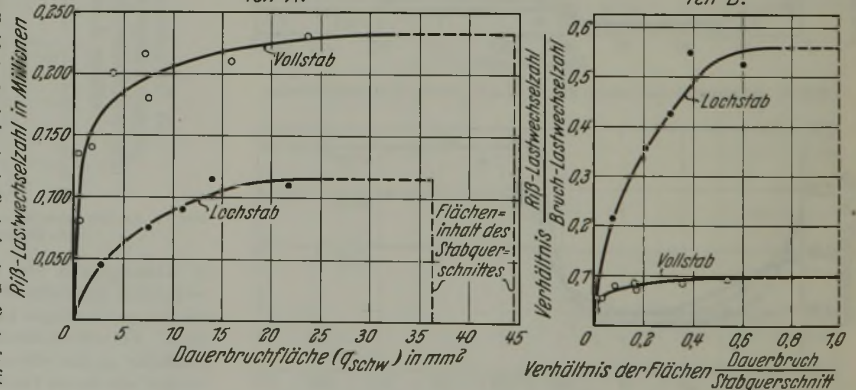


Bild 2. Einfluß der Stabform auf das Fortschreiten des Dauerbruches. (Stahl mit 0,05 % C, Belastung 23 kg/mm<sup>2</sup>.)

aber zur Erreichung unterschiedlicher Einrißtiefen mit verschiedenen Laufzeiten nach Auftreten des Anrisses, dem Dauerbruch unterworfen. Bezüglich der Rißerkennbarkeit ergab sich, daß die ersten feinen Rißspuren auch mit Hilfe des hier gewählten Magnetpulver-Verfahrens noch nicht nachweisbar sind<sup>10)</sup>. Zur Kennzeichnung des Fortschreitens von Dauerbrucharissen wurde bei der Auswertung der vorliegenden Versuche die Rißlastwechselzahl benutzt; hierunter ist im Gegensatz zur Gesamt- und Bruchlastwechselzahl die Zahl der Lastwechsel vom Erkennen des Anrisses im Magnetpulverbild bis zum Erreichen der entsprechenden Versuchsstufe zu verstehen.

<sup>1)</sup> Hanel, H.: Arch. Eisenhüttenw. 11 (1937/38) S. 497/502 (Werkstoffaussch. 411); Möller, H., und M. Hempel: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 20 (1938) S. 229/38; Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 29/33.

<sup>2)</sup> Wever, F., M. Hempel und H. Möller: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 29/33 (Werkstoffaussch. 453).

<sup>3)</sup> Proc. roy. Soc., Lond., 13 (1864) S. 333.  
<sup>4)</sup> Dingler 178 (1865) S. 468.  
<sup>5)</sup> Trans. Amer. Inst. min. Engrs. 22 (1893) S. 245.  
<sup>6)</sup> Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 660.  
<sup>7)</sup> Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 21 (1939) Lfg. 9, S. 147/62.  
<sup>8)</sup> Hempel, M.: Forsch. Ing.-Wes. 2 (1931) S. 332/33. Meyercoardt, F.: Dr.-Ing.-Dissert. Techn. Hochschule Darmstadt 1935. S. 77/80.  
<sup>9)</sup> Moore, H. F.: Univ. Illinois Bull. Engng. Exp. Station Nr. 165 (1927) S. 16/22.  
<sup>10)</sup> de Forest, A. V.: J. applied Mech. 58 (1936) S. A-23/A-25 u. A-114/A-117.



Für die untersuchten Vollstäbe (7,52 mm Dmr.) ist festzustellen, daß die Riblastwechselzahl bis zu einer Einrißtiefe von rd. 1 mm je nach der Belastungshöhe oberhalb der Wechselfestigkeit mehr oder weniger rasch ansteigt, und daß mit wachsender Einrißtiefe die Zunahme der Riblastwechselzahl immer geringer wird; erreicht die Einrißtiefe annähernd die Stabmitte, so setzt praktisch der Vorgang des gewaltsamen Endbruchs ein, der dann in wenigen hundert Schwingungen abläuft (Kurve 1 und 2 a in Bild 1). Die Versuche an Vollstäben bestätigen ferner, daß die Geschwindigkeit der Riäusbreitung ungefähr mit dem Quadrat der Einrißtiefe zunimmt (Kurve 1 a und 2 a in Bild 1). Es wird gezeigt, daß Einrißtiefe und Dauerbruchfläche in enger Beziehung zu der am Stabumfang gemessenen Rißlänge stehen.

Sowohl für die Vollstäbe als auch für die Stäbe mit Querbohrung geht aus der schaubildlichen Auftragung der Dauerbruchfläche in Abhängigkeit von der Riblastwechselzahl hervor, daß der kennzeichnende Verlauf der Riäusbreitung für beide Stabformen gleich ist, d. h. je nach der Belastungshöhe ergibt sich zunächst ein langsames, dann rasches Fortschreiten des Dauerbruchs (Teil A in Bild 2). Um die für Voll- und Lochstäbe erhaltenen Versuchsergebnisse in vergleichbaren Bezugsgrößen wiederzugeben, wurde hierfür das Verhältnis von Riß- zu Bruchlastwechselzahl und das Verhältnis der Flächen von Dauerbruch zu Stabquerschnitt gewählt (Teil B in Bild 2). Auf Grund einer derartig bezogenen Darstellung läßt sich aus Bild 3 feststellen, daß bei gleicher Beanspruchungsart die Entwicklung eines Dauerbruchs durch die Stabform in besonderem Maße beeinflusst wird, und daß sowohl der Einfluß der Belastung als auch der des Werkstoffes dagegen zurücktritt. Es besteht zwischen der Höhe der Riblastwechselzahlen von Voll- und Lochstäben ein wesentlicher Unterschied, und zwar derart, daß ein Anriß bei den Lochstäben in einem verhältnismäßig frühen Versuchsabschnitt entsteht, sich dann aber langsamer als bei den Vollstäben ausbreitet. Bei den untersuchten Vollstäben wird der Anriß nach etwa 85 bis 90 % und bei den Lochstäben nach 30 bis 60 % der Bruchlastwechselzahlen erkannt.

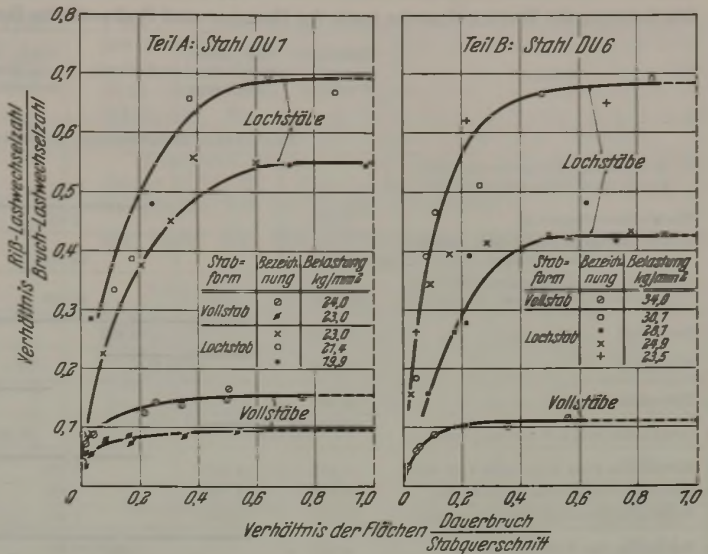


Bild 3. Einfluß der Stabform auf das Fortschreiten des Dauerbruchs bei verschiedenen Werkstoffen und Belastungen. (Stahl D U 1 mit 0,05 % C, Stahl D U 6 mit 0,58 % C.)

Abschließend wird noch auf einen Vergleich der im Schrifttum mitgeteilten Angaben über den Zeitpunkt des Auftretens eines Dauerbruchsrisse mit den vorliegenden Versuchsergebnissen eingegangen. Hiernach wird bei Biegebeanspruchung mit gleichbleibendem Biegemoment über die Meßstrecke ein Dauerbruchanriß an Vollstäben fast unabhängig vom Probendurchmesser und vom Werkstoff in einem verhältnismäßig späten Versuchsabschnitt, nämlich nach rd. 70 bis 90 % der Bruchlastwechselzahlen, erkannt. Außerdem zeigt die Gegenüberstellung der Ergebnisse verschiedener Versuchsstellen, daß bei der Riäusbreitung besonders mit dem Einfluß der Beanspruchungsart (gleichbleibende Belastung oder Verformung) und der Probenform zu rechnen ist.

Max Hempel.

## Patentbericht.

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

(Patentblatt Nr. 22 vom 1. Juni 1939.)

Kl. 7 a, Gr. 7, K 144 563. Universalwalzwerk. Rudolf H. Koppel, Forest-lez-Brüssel.

Kl. 7 a, Gr. 9/04, C 52 526. Verfahren zur Herstellung von Feinblech (unter 5 mm), insbesondere für Konservendbüchsen. Erf.: Norman Philip Goss, Youngstown, Ohio (V. St. A.). Anm.: The Cold Metal Process Company, Youngstown, Ohio (V. St. A.).

Kl. 7 a, Gr. 12, C 51 096. Umkehrwalzwerk zum Auswalzen von Blöcken zu Streifen und Bändern. The Cold Metal Process Company, Youngstown, Ohio (V. St. A.).

Kl. 7 a, Gr. 27/04, Sch 114 456. Vorrichtung zum Einstoßen von Walzstücken zwischen die Walzen von Walzwerken. Erf.: Louis Frielinghaus und Fritz Bleyenbergh, Düsseldorf. Anm.: Schloemann, A.-G., Düsseldorf.

Kl. 7 b, Gr. 5/20, D 72 486. Senkrecht angeordneter Drahtspindel. Demag, A.-G., Duisburg.

Kl. 18 b, Gr. 20, K 146 428. Verfahren zur Herstellung von wolframhaltigen Stahllegierungen durch Zusatz von Wolframerz zu einer Stahlschmelze. Erf.: Dr.-Ing. Friedrich Badenheuer und Dipl.-Ing. Werner Heischkeil, Essen. Anm.: Fried. Krupp A.-G., Essen.

Kl. 24 c, Gr. 5/04, Sch 112 823. Besatz für Wärmespeicher, insbesondere Winderhitzer. Paul Schwarze, St. Gallen (Schweiz).

Kl. 31 c, Gr. 18/02, T 49 339. Verfahren zum Herstellen von Schleuderhohlblöcken aus Stahl. Erf.: Dr.-Ing. Gerhard Behrendt, Duisburg-Ruhrort. Anm.: August-Thyssen-Hütte, A.-G., Hamborn.

Kl. 40 a, Gr. 2/30, R 99 395. Verfahren zum Sintern von Erzen. Erf.: Stanley Robson und Thomas Benson Gyles, Bristol, Gloucester (England). Anm.: Stanley Robson, Thomas Benson Gyles, Bristol, Gloucester (England), und The National Smelting Company, Limited, London.

Kl. 42 k, Gr. 20/02, L 90 615. Verfahren und Einrichtung zur selbsttätigen gemeinsamen und periodischen Veränderung der

<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.

Grenzen, zwischen denen die dynamische Belastung einer hydraulisch betriebenen, mit Vorlast arbeitenden Ermüdungsprüfmaschine wechselt. Losenhausenwerk Düsseldorf Maschinenbau-A.-G., Düsseldorf-Grafenberg.

Kl. 42 k, Gr. 20/03, H 149 180. Elektromagnetisch wirkende Vorrichtung zum Feststellen von Rissen in magnetisierbaren Werkstücken nach dem Magnetpulver-Verfahren. Erf.: Dr.-Ing. Eberhard Schmid, Falkensee (Kr. Osthavelland). Anm.: Ernst Heubach, Maschinen- und Gerätebau, Berlin-Tempelhof.

Kl. 48 a, Gr. 1/04, S 129 040. Verfahren zum Beizen und Entzundern von Eisen und Stahl. Erf.: Newton Peters, Berlin-Reinickendorf, Dr. Günther Hänsel, Berlin-Siemensstadt, und Dr. Heinrich Prelinger, Berlin-Charlottenburg. Anm.: Siemens & Halske, A.-G., Berlin-Siemensstadt.

Kl. 48 d, Gr. 2/03, L 93 524. Vorrichtung zum Beizen von Metallrohren. Paul de Lattre, Mont-sur-Marchienne (Belgien).

### Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 22 vom 1. Juni 1939.)

Kl. 18 c, Nr. 1 466 106. Muffel aus hitzebeständigem Metall für Durchlauföfen. Emil Vits, Düsseldorf.

### Deutsche Reichspatente.

Kl. 18 a, Gr. 18<sub>01</sub>, Nr. 671 943, vom 17. Januar 1935; ausgegeben am 17. Februar 1939. Fried. Krupp Grusonwerk, A.-G., in Magdeburg-Buckau. (Erfinder: Dr.-Ing. Hugo Bansen in Rheinhausen, Niederrhein.) Verfahren zum Gewinnen von Eisen neben schwerer als Eisen reduzierbaren Begleitmetallen, wie z. B. Chrom, Titan, Vanadin.

Die Begleitmetalle werden zunächst mit dem Eisen, z. B. im Hochofen, reduziert und metallisch gewonnen, dann durch einen Frischvorgang, z. B. mit Luft, Erz und Wasser, wieder oxydiert und mit einem Teil des Eisens verschlackt, schließlich wird die entstandene Frischschlacke zur Eisenreduktion in einem Reduktionsverfahren nach Art des Kruppischen Rennverfahrens verarbeitet, wobei das Eisen in Gestalt fester Luppen abgeschieden wird, während die Begleitmetalle in der entstandenen Schlacke angereichert werden.

Die Leistung der Warmwalzwerke sowie der Hammer- und Preßwerke im Deutschen Reich\*) im April 1939<sup>1)</sup>. — In Tonnen zu 1000 kg.

Sorten	Rheinland und Westfalen	Sieg-, Lahn-, Dillgebiet u. Oberhessen	Schlesien	Nord-, Ost- und Mitteldeutschland	Sachsen	Süddeutschland	Saarland	Ostmark und Sudetengau***)	Deutsches Reich insgesamt	
	t	t	t	t	t	t	t	t	April 1939 t	März 1939 t
April 1939: 23 Arbeitstage; März 1939: 27 Arbeitstage										
<b>A. Walzwerksfertigerzeugnisse, Preß- und Schmiedestücke</b>										
Eisenbahnoberbaustoffe . . . . .	76 705	—	7 407	—	5 800	—	17 291	—	107 203	141 609
Formstahl von 80 mm Höhe u. darüber einschl. Breitflanschträger . . . . .	39 178	—	24 194	—	2 703	—	21 991	—	88 066	113 544
Stabstahl einschl. Spundwandstahl sowie kleiner Formstahl unt. 80 mm Höhe	282 894	5 091	49 069	—	40 561	—	64 151	15 712	457 478	493 075
Bandstahl . . . . .	48 032	—	3 832	—	450	—	10 156	3 218	65 688	90 020
Walzdraht . . . . .	80 278	—	6 672 <sup>8)</sup>	—	—	—	12 117	9 390	108 457	120 391
Universalstahl . . . . .	22 990	—	—	—	—	—	12 001 <sup>6)</sup>	—	34 991	39 086
Grobbleche (von 4,76 mm und darüber)	108 078	—	—	16 887	—	—	11 620	2 261	138 846	168 626
Mittelbleche (von 3 bis unter 4,76 mm)	17 282	1 320	—	6 172	—	—	3 379	538	28 691	34 624
Feinbleche (über 1 bis unter 3 mm)	26 911	11 724	—	7 776	—	—	7 042	1 446	54 899	73 426
Feinbleche (über 0,32 bis 1 mm einschl.)	27 351	6 937	—	8 421	—	—	4 516	2 731	49 956	55 478
Feinbleche (bis 0,32 mm einschl.) . . . . .	4 544	—	1 088 <sup>6)</sup> 8) 10)	—	—	—	—	—	5 632	8 516
Weißbleche (ohne Weißband) . . . . .	21 532 <sup>6)</sup> 8)	—	—	—	—	—	—	—	21 532	24 339
Röhren und Stahlflaschen . . . . .	69 008	—	—	15 967 <sup>5)</sup>	—	—	—	8 521	93 496	118 613
Rollendes Eisenbahnzeug, unbearb. . . . .	15 104	—	—	4 579 <sup>5)</sup> 8)	—	—	—	—	19 683	21 738
Schmiedestücke**) . . . . .	28 434	2 628	3 982	—	3 307	—	—	1 413	39 764	47 929
Sonstige Erzeugnisse der Warmwalzwerke sowie der Hammer- u. Preßwerke	5 572	—	3 665	—	2 101	—	—	1 042	12 380	16 292
Summe A: April 1939 . . . . .	857 624	41 516	140 567	36 562	32 541	160 856	57 096	1 326 762	—	—
März 1939 . . . . .	1 010 763	52 480	165 003	45 036	37 874	193 014	63 136	—	1 567 306	—
<b>B. Vorgewalztes u. vorgeschmiedetes Halbzeug, in Summe A nicht enthalten<sup>2)</sup>:</b>										
Summe B: April 1939 . . . . .	41 576	102	—	10 601	—	3 628	742	56 649	—	—
März 1939 . . . . .	47 994	188	—	13 850	—	3 848	1 018	—	66 898	—
Summe A und B: April 1939 . . . . .	899 200	41 618	—	220 271	—	164 484	57 838	1 383 411	—	—
März 1939 . . . . .	1 058 757	52 668	—	261 763	—	196 862	64 154	—	1 634 204	—
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung 1. ausschließlich vorgewalzten und vorgeschmiedeten Halbzeugs (Summe A)									57 685	58 048
2. einschließlich vorgewalzten und vorgeschmiedeten Halbzeugs (Summe A und B)									60 148	60 526
Januar bis April 1939: 100 Arbeitstage; Januar bis April 1938: 100 Arbeitstage										
<b>A. Walzwerksfertigerzeugnisse, Preß- und Schmiedestücke</b>										
Eisenbahnoberbaustoffe . . . . .	347 647	—	37 553	—	23 610	—	74 303	—	483 113	395 185
Formstahl von 80 mm Höhe u. darüber einschl. Breitflanschträger . . . . .	176 508	—	112 035	—	13 098	—	106 786	—	408 427	349 997
Stabstahl einschl. Spundwandstahl sowie kleiner Formstahl unt. 80 mm Höhe	1 124 351	22 412	187 042	—	176 989	—	249 287	68 600	1 828 681	1 618 392
Bandstahl . . . . .	228 178	—	16 026	—	3 905	—	51 880	13 521	313 510	306 482
Walzdraht . . . . .	356 345	—	29 205 <sup>8)</sup>	—	—	—	57 576	35 388	478 514	436 326
Universalstahl . . . . .	95 656	—	—	—	—	—	46 818 <sup>6)</sup>	—	142 474	111 873
Grobbleche (von 4,76 mm und darüber)	481 724	—	—	75 873	—	—	46 364	11 641	615 602	599 368
Mittelbleche (von 3 bis unter 4,76 mm)	71 429	6 328	—	25 517	—	—	19 690	2 555	125 519	123 105
Feinbleche (über 1 bis unter 3 mm)	121 580	54 624	—	37 387	—	—	30 409	6 006	250 006	205 035
Feinbleche (über 0,32 bis 1 mm einschl.)	120 226	32 116	—	37 174	—	—	20 423	10 708	220 647	233 415
Feinbleche (bis 0,32 mm einschl.) . . . . .	23 833	—	4 989 <sup>6)</sup> 8) 10)	—	—	—	—	—	28 822	24 076
Weißbleche (ohne Weißband) . . . . .	88 228 <sup>6)</sup> 8)	—	—	—	—	—	—	—	88 228	81 366
Röhren und Stahlflaschen . . . . .	318 760	—	—	73 743 <sup>5)</sup>	—	—	—	34 911	427 414	393 052
Rollendes Eisenbahnzeug, unbearb. . . . .	71 536	—	—	16 400 <sup>5)</sup> 8)	—	—	—	—	87 936	75 661
Schmiedestücke**) . . . . .	124 308	11 772	18 158	—	14 361	—	—	5 545	174 144	152 847
Sonstige Erzeugnisse der Warmwalzwerke sowie der Hammer- u. Preßwerke	23 471	—	17 418	—	12 266	—	—	3 589	56 744	31 774
Summe A: Januar bis April 1939 . . . . .	3 705 366	189 322	603 549	168 241	139 457	689 609	234 237	5 729 781	—	—
Januar bis April 1938 . . . . .	3 403 436	202 077	561 273	147 853	131 970	634 936	56 409	—	5 137 954	—
<b>B. Vorgewalztes u. vorgeschmiedetes Halbzeug, in Summe A nicht enthalten<sup>2)</sup>:</b>										
Summe B: Januar bis April 1939 . . . . .	166 208	650	—	59 998	—	15 657	3 260	245 773	—	—
Januar bis April 1938 . . . . .	103 616	758	—	25 850	—	14 519	1 909	—	146 652	—
Summe A und B: Jan. bis April 1939 . . . . .	3 871 574	189 972	—	971 245	—	705 266	237 497	5 975 554	—	—
Jan. bis April 1938 . . . . .	3 507 052	202 835	—	866 946	—	649 455	58 318	—	5 284 606	—
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung 1. ausschließlich vorgewalzten und vorgeschmiedeten Halbzeugs (Summe A)									57 298	51 380
2. einschließlich vorgewalzten und vorgeschmiedeten Halbzeugs (Summe A und B)									59 756	52 846

\*) Ab 15. März 1938 einschl. Ostmark. \*\*) Ab 1. Oktober 1938 ist die Erhebung an Schmiedestücken geändert worden. \*\*\*) Ab 1. Januar 1939 einschl. Sudetendeutschland. — 1) Nach den Ermittlungen der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie. — 2) Ab 1. Oktober 1938 geänderte Erhebungsart. 3) Einschließlich Südwestfalen usw. — 4) Einschließlich Ostmark. — 5) Ohne Saarland. — 6) Einschließlich Saarland. — 7) Siehe Rheinland und — 8) Einschließlich Ostmark. — 9) Ohne Saarland. — 10) Ohne Schlesien.

**Frankreichs Roheisen- und Flußstahlerzeugung im April 1939<sup>1)</sup>.**

	Januar 1939 <sup>2)</sup>	Februar 1939 <sup>2)</sup>	März 1939 <sup>2)</sup>	April 1939
Hochöfen am 1. des Monats:				
im Feuer . . . . .	87	88	90	92
außer Betrieb . . . . .	120	119	117	115
insgesamt . . . . .	207	207	207	207
Roheisenerzeugung insgesamt . . . . .	571	539	615	603
Darunter:				
Thomasroheisen . . . . .	440	419	489	481
Gießereiroheisen . . . . .	76	72	75	76
Bessemer- und Puddelroheisen . . . . .	22	18	21	25
Sonstiges . . . . .	33	30	30	21
Stahlerzeugung insgesamt . . . . .	593	573	666	625
Darunter:				
Thomasstahl . . . . .	350	341	397	373
Siemens-Martin-Stahl . . . . .	204	194	225	209
Bessemerstahl . . . . .	4	4	4	4
Tiegelgußstahl . . . . .	2	2	3	3
Elektrostahl . . . . .	33	32	37	36
Rohblöcke . . . . .	579	501	652	612
Stahlguß . . . . .	14	12	14	13

<sup>1)</sup> Nach den Ermittlungen des Comité des Forges de France.  
<sup>2)</sup> Teilweise berichtigte Zahlen.

**Die Leistung der französischen Walzwerke im April 1939<sup>1)</sup>.**

	Januar 1939 <sup>2)</sup>	Februar 1939 <sup>2)</sup>	März 1939 <sup>2)</sup>	April 1939
In 1000 metr. t				
Halbzeug zum Verkauf . . . . .	97	107	123	116
Fertigerzeugnisse aus Fluß- und Schweißstahl . . . . .	415	406	473	419
Davon:				
Radreifen . . . . .	3	3	3	3
Schmiedestücke . . . . .	5	6	7	6
Schienen . . . . .	17	19	20	14
Schwellen . . . . .	5	4	2	2
Laschen und Unterlagsplatten . . . . .	1	2	2	2
Träger- und U-Stahl von 80 mm und mehr, Zores- und Spundwandstahl . . . . .	33	34	45	39
Walzdraht . . . . .	39	36	40	37
Gezogener Draht . . . . .	20	19	20	19
Warmgewalzter Bandstahl und Röhren- streifen . . . . .	18	21	25	21
Halbzeug zur Röhrenherstellung . . . . .	13	12	13	9
Röhren . . . . .	21	21	22	21
Handelstabstahl . . . . .	137	129	159	145
Weißbleche . . . . .	12	11	13	12
Bleche von 5 mm und mehr . . . . .	29	28	32	31
Andere Bleche unter 5 mm . . . . .	58	57	67	55
Universalstahl . . . . .	4	4	3	3

<sup>1)</sup> Nach den Ermittlungen des Comité des Forges de France.  
<sup>2)</sup> Teilweise berichtigte Zahlen.

**Die Roheisen- und Stahlerzeugung der Vereinigten Staaten im April 1939<sup>1)</sup>.**

Durch den Streik in den amerikanischen Kohlenruben wurde die Brennstoffversorgung der Werke derart schwierig, daß im Berichtsmonat 22 Hochöfen gedämpft oder ausgeblasen werden mußten, während nur ein Hochofen wieder in Betrieb kam. Die Roheisenerzeugung ging daher gegenüber dem Monat März um 13,8 % und arbeitstäglich um 10,9 % zurück. Insgesamt wurden im Berichtsmonat 2 096 089 t Roheisen oder 335 458 t weniger als im Vormonat (2 431 547 t) gewonnen. Die arbeits-tägliche Erzeugung war mit 69 894 (März: 78 436) t die niedrigste seit Oktober 1937. Gemessen an der Leistungsfähigkeit der amerikanischen Hochofenwerke stellte sich die tatsächliche Roheisenerzeugung im April auf 50 % (März 56,1 %). Die Zahl der in Betrieb befindlichen Hochöfen sank auf 102 (123). Von insgesamt 237 vorhandenen Hochöfen waren also rd. 43 % in Tätigkeit.

In den ersten vier Monaten 1939 belief sich die Roheisen-erzeugung auf insgesamt 8 831 012 t; gegenüber der gleichen Vorjahrszeit (5 699 165 t) nahm sie um 3 131 847 t oder 55 % zu.

Auch die Stahlerzeugung ging im April sowohl insgesamt als auch arbeitstäglich um rd. 12 % zurück. Nach den Ermittlungen des „American Iron and Steel Institute“ wurden im April

<sup>1)</sup> Steel 104 (1939) Nr. 19, S. 20; Nr. 20, S. 26.

3 034 777 t Stahlblöcke (davon 2 825 504 t Siemens-Martin- und 209 273 t Bessemerstahl) gegen 3 450 357 (3 252 350 und 198 007) t im Vormonat hergestellt. Die Erzeugung betrug damit im April 50,99 (März 56,14) % der geschätzten Leistungsfähigkeit der Stahlwerke. Die wöchentliche Leistung betrug bei 4,29 (4,43) Wochen im Monat 707 407 t gegen 778 862 t im Vormonat.

Insgesamt wurden in den ersten vier Monaten dieses Jahres 12 782 977 t Stahl gewonnen oder rd. 71 % mehr als in der gleichen Zeit des Vorjahres (7 472 541 t).

**Die Stahl- und Walzwerkserzeugung der Vereinigten Staaten im Jahre 1938.**

Nach den Ermittlungen des „American Iron and Steel Institute“ belief sich die Erzeugung der Vereinigten Staaten an Stahlblöcken und Stahlguß<sup>1)</sup> im abgelaufenen Jahre auf 28 803 591 t (zu 1000 kg) gegen 51 377 800 t im Jahre 1937, hatte somit eine Abnahme von 22 574 409 t oder 43,9 % zu verzeichnen. Im einzelnen wurden, verglichen mit dem Jahre 1937, die folgenden Mengen hergestellt:

Gegenstand	1937 t	1938 t
Siemens-Martin-Stahl . . . . .	47 012 660	26 379 729
davon: basisch . . . . .	46 504 870	26 103 035
sauer . . . . .	507 790	276 694
Bessemerstahl . . . . .	3 505 126	1 910 752
Tiegelstahl . . . . .	949	6
Elektrostahl . . . . .	859 065	513 104
Insgesamt	51 377 800	28 803 591

An Stahlblöcken allein wurden 28 662 214 (im Vorjahre 51 123 241) t, an Stahlguß 141 377 (254 559) t erzeugt. Unter den aufgeführten Mengen sind 1 202 561 (2 954 416) t Duplexstahl enthalten.

Die Erzeugung an legierten Stählen belief sich auf 1 499 970 t gegen 3 081 148 t im Vorjahre. Davon waren 1 457 758 (3 023 208) t Stahlblöcke und 42 212 (57 940) t Stahlguß.

Die Herstellung von Walzwerkserzeugnissen aller Art hat gegenüber dem Vorjahre um 16 033 319 t oder 42,9 % abgenommen, wie nachfolgende Uebersicht zeigt:

Gegenstand	1937 t	1938 t
Vorblöcke, Knüppel usw. für Schmiedezwecke . . . . .	678 019	269 760
Halbzeug zur Ausfuhr . . . . .	220 357	112 354
Schienen . . . . .	1 468 871	632 861
Schwellen . . . . .	14 716	7 521
Laschen, Unterlagsplatten usw. . . . .	458 140	201 844
Rollendes Eisenbahnzeug . . . . .	163 657	59 187
Baustahl . . . . .	3 329 275	1 889 293
Handelstahl, einschließlich Kleiseisenzeug . . . . .	5 269 691	2 365 085
Betonstahl . . . . .	858 070	786 237
Bandstahl . . . . .	168 094	102 240
Streifen . . . . .	2 941 890	2 573 951
Röhrenstreifen . . . . .	2 316 340	1 273 212
Massive und hohle Knüppel für nahtlose Röhren . . . . .	1 952 633	1 341 602
Universalstahl . . . . .	849 606	347 099
Grobbleche . . . . .	2 445 534	1 394 465
Mittel- und Feinbleche . . . . .	7 964 938	4 821 346
Feinbleche zum Verzinnen . . . . .	2 652 151	753 035
Schwarzbleche . . . . .	349 200	84 474
Spundwandstahl . . . . .	118 281	112 734
Sonstige Walzwerkserzeugnisse . . . . .	77 749	40 696
Walzdraht . . . . .	3 057 439	2 142 336
Insgesamt	37 354 651	21 321 332

Aus den hier aufgeführten Erzeugnissen wurden u. a. hergestellt: 1 067 443 (i. V. 1 402 482) t verzinkte Bleche, 53 883 (55 281) t verzinkte Erzeugnisse, 1 452 952 (2 456 881) t Weißbleche, 190 473 (273 241) t Mattbleche, 1 458 440 (1 784 996) t nahtlose Rohre, 1 182 409 (2 099 920) t geschweißte Rohre, 748 082 (903 804) t gußeiserner Röhren und Verbindungsstücke, 1 778 866 (2 364 948) t gezogener Draht, 130 248 (166 849) t Stacheldraht, 260 244 (342 332) t sonstige Drahterzeugnisse, 497 454 (578 982) t Nägel und Drahtstifte sowie 257 237 (489 362) t Schmiedestücke.

<sup>1)</sup> Stahlguß nur insoweit, als die Stahlgießereien mit Stahlwerken verbunden sind.

**Wirtschaftliche Rundschau.**

**Der deutsche Eisenmarkt im Mai 1939.**

**I. Rheinland-Westfalen.** — Der Beschäftigungsgrad der deutschen Wirtschaft nahm weiter ganz erheblich zu. Die Zahl der im Altreich beschäftigten Arbeiter und Angestellten hat sich im April um 677 000 auf 21,28 Mill. erhöht und liegt damit um 1,3 Mill. über dem Stand von April 1938 und um 440 000 über dem bisher höchsten Stand von September 1938. Die starke Zunahme ist vor allem darauf zurückzuführen, daß im April die Außenarbeiten wieder in vollem Umfange aufgenommen werden konnten, ein großer Teil der Schulentlassenen in das Wirtschafts-

leben eingegliedert und in verstärktem Maße weibliche Arbeitskräfte sowie bisherige Rentner und Selbständige eingesetzt wurden. Trotzdem ist der Bedarf der Wirtschaft noch immer nicht gedeckt.

Eine ähnliche Entwicklung wie im Altreich bahnt sich in der Ostmark und im Sudetenland an. Auch hier reichen die vorhandenen Arbeitskräfte nicht mehr aus, den Bedarf wichtiger Wirtschaftszweige zu befriedigen.

Zu den gleichen Ergebnissen kommt das Institut für Konjunkturforschung, das in seinem neuen Halbjahrsbericht zur

## Wirtschaftslage

feststellt, daß die Anforderungen an die deutsche Volkswirtschaft weiter außerordentlich gewachsen sind. Der Ersatzbedarf verlangt jetzt in allen Gewerbe- und Verkehrszweigen stärker sein Recht. Aber auch dem steigenden Verbrauch der immer angestrenzter arbeitenden Millionen können Landwirtschaft und Verbrauchsgüterindustrien nur durch Mehreinsatz von Menschen und Mitteln folgen. Seit dem Herbst des Vorjahres ist die industrielle Erzeugung weiter um 9,7 % gestiegen. Deutschland ist heute wieder unbestritten das führende Industrieland Europas: sein Anteil an der industriellen Welterzeugung hat sich von 8,3 % 1932 auf 13,3 % im Frühjahr 1939 erhöht.

Die weiteren Fortschritte der Wirtschaft wurden im letzten Halbjahr mit außerordentlich großen Anstrengungen und Aufwendungen erzielt. Eine ganze Reihe von Betrieben hat die Grenze der günstigsten Leistungsausnutzung bereits überschritten. Vielenorts müssen weniger geeignete Arbeitskräfte verwendet werden, was die Leistung beeinträchtigt. Der Kampf um den weiteren Aufstieg der deutschen Wirtschaft wird unter straffer und einheitlicher Leitung mit immer stärkerem Einsatz vornehmlich an drei Fronten geführt: Immer deutlicher zeigt sich, wie sehr die Rohstofffrage nicht nur eine Mengen-, sondern auch eine Sortenfrage ist. Die zahlenmäßige Steigerung des Arbeitseinsatzes stößt auf große Schwierigkeiten. Neben der Ausschöpfung noch vorhandenen Ersatzes in der Frauenarbeit, bei Handwerk und Einzelhandel usw. ist der zweite Weg, der aus dem Engpaß der Arbeitsknappheit herausführen kann, die Leistungssteigerung durch Mechanisierung. In den meisten Wirtschaftszweigen eröffnen sich hier noch bedeutende Möglichkeiten, doch ist ein rascher Fortschritt vielfach durch die Ueberbeanspruchung der Maschinenindustrie gehemmt. Auf die gleichen Schwierigkeiten stößt die notwendige Ausweitung der Anlagen. Trotzdem geht der Ausbau, besonders soweit es sich um Schlüsselstellungen der Wirtschaft handelt, rasch vorwärts. Die Rationalisierungsbewegung, die alle Teile der Wirtschaft ergriffen hat, geht über die Rationalisierungsarbeit, wie sie in den ersten Nachkriegsjahren, aber auch in der Zeit des Aufschwungs bis 1929 betrieben wurde, weit hinaus.

## Entwicklung des Außenhandels.

Einen schweren Stand hat die deutsche Wirtschaft auf den Außenmärkten. Die Ausfuhr hat im ersten Vierteljahr 1939 mit 4,26 Milliarden *R.M.* den Vorjahrsstand nicht erreichen können. Aussichten für einen weiteren Ausbau der Handelsbeziehungen sind nach wie vor besonders in Südosteuropa gegeben. Auch die Ergebnisse der zunächst unter binnenwirtschaftlichen Gesichtspunkten betriebenen Rationalisierung, die Verbesserung und Verbilligung der deutschen Erzeugnisse, werden auf die Dauer der Ausfuhr zugute kommen.

Die Ergebnisse der deutschen Handelsstatistik, die bis zum März 1939 den Außenhandel des Altreichs und der angrenzenden sudetendeutschen Gebiete darstellten, schließen vom April an auch den Warenverkehr der Ostmark (einschließlich der an diese angrenzenden sudetendeutschen Gebietsteile) sowie des Memellandes ein. Der Außenhandel des Protektorats Böhmen-Mähren wird dagegen zunächst nicht in die deutsche Handelsstatistik eingegliedert, sondern bis auf weiteres vom Statistischen Staatsamt in Prag erfaßt und besonders veröffentlicht, jedoch wird der Warenverkehr zwischen Böhmen-Mähren und dem übrigen Reichsgebiet seit Mitte März 1939 in der deutschen Statistik nicht mehr als Außenhandel nachgewiesen. Abgesehen hiervon ist der Begriff des Spezialhandels, der den laufenden Veröffentlichungen der Handelsstatistik zugrunde liegt, von April 1939 an um den Lohnveredelungsverkehr und den passiven Veredelungsverkehr, deren Ergebnisse bisher nur im Rahmen des Gesamteigenhandels erfaßt wurden, erweitert worden.

Die Vergleichbarkeit der Aprilergebnisse mit den bisher von der deutschen Handelsstatistik veröffentlichten Zahlen für das alte Reichsgebiet wird deshalb in erheblichem Umfang beeinträchtigt. In die für den Vormonat wiedergegebenen Vergleichszahlen sind daher die von der Handelsstatistik der Ostmark erstellten Zahlen des bisherigen österreichischen Außenhandels nachträglich eingerechnet worden. In gleicher Weise sind auch die Ergebnisse des Lohn- und passiven Veredelungsverkehrs im März den bisher veröffentlichten Spezialhandelszahlen nachträglich zugeschlagen worden. Im Gegensatz hierzu konnten die Eingliederung des Memellandes in das handelsstatistische Gebiet sowie die Ausschaltung des Warenverkehrs mit Böhmen und Mähren aus der deutschen Handelsstatistik bei den Ergebnissen im März 1939 nicht berücksichtigt werden. In diesen ist also der Warenverkehr mit dem Protektorat Böhmen und Mähren sowie mit dem Memelland noch enthalten. Beim Vergleich der Aprilergebnisse mit den für den Vormonat gegebenen Zahlen ist dies zu beachten.

Im April betrug die Einfuhr des deutschen Wirtschaftsgebietes 402,6 Mill. *R.M.*, die Ausfuhr 437,7 Mill. *R.M.* Die Han-

delsbilanz schließt also mit einem Ausfuhrüberschuß von 35,1 Mill. *R.M.* ab. Im März hatte die Einfuhr des alten Reichsgebiets, der Ostmark und der sudetendeutschen Gebiete zusammengekommen 513,0 Mill. *R.M.* betragen, während die Ausfuhr mit 489,5 Mill. *R.M.* ausgewiesen ist. Der Unterschied zwischen den Zahlen für April und März ist zunächst darauf zurückzuführen, daß in den Märzahlen noch der Warenverkehr mit Böhmen und Mähren sowie dem Memelland enthalten ist. Die erstmalige Erfassung des memelländischen Warenverkehrs mit dem Ausland in der deutschen Statistik seit April fällt demgegenüber kaum ins Gewicht. Im übrigen ist die Verminderung der Ausfuhr ausschließlich als jahreszeitliche Erscheinung zu betrachten, während der Ausfuhrückgang durch jahreszeitliche Erscheinungen nur wenig beeinflusst sein dürfte.

In der Einfuhr betragen die Bezüge an Erzeugnissen der Ernährungswirtschaft 147,6 Mill. *R.M.* gegen 192,0 Mill. *R.M.* im Vormonat. Im Bereich der gewerblichen Wirtschaft belief sich die Einfuhr im April auf insgesamt 251,7 Mill. *R.M.* gegen 317,1 Mill. *R.M.* im März. Im einzelnen war die Einfuhr bei allen Gruppen geringer als im Vormonat. Besonders stark ist jedoch das Einfuhresultat bei Fertigwaren gesunken, da die Bezüge aus Böhmen und Mähren, die auf dem Fertigwarenggebiet von besonderer Bedeutung waren, im April nicht mehr in der Einfuhrstatistik erscheinen.

Der Rückgang der Gesamteinfuhr entfiel zum weitaus größten Teil auf Europa. Insgesamt betrug die Einfuhr aus den europäischen Ländern im April 235,9 Mill. *R.M.* gegenüber 310,6 Mill. *R.M.* im März. Bei der Beurteilung dieser Verminderung ist allerdings die Ausschaltung des Verkehrs mit dem Protektorat Böhmen und Mähren aus der Handelsstatistik zu beachten. Im Verkehr mit Uebersee belief sich das Aprilergebnis der Einfuhr auf 165,6 Mill. *R.M.* gegenüber 200,7 Mill. *R.M.* im Vormonat.

In der Ausfuhr war vor allem der Fertigwarenabsatz geringer als im Vormonat (359,3 Mill. *R.M.* gegen 404,4 Mill. *R.M.*). Bei Rohstoffen und Halbwaren hielten sich die Veränderungen in engem Rahmen.

Das Ausfuhrergebnis ist vor allem im Verkehr mit Europa (309,4 Mill. *R.M.* gegenüber 352,0 Mill. *R.M.*) gesunken, wobei allerdings wieder die Ausgliederung des Verkehrs mit Böhmen und Mähren aus der Handelsstatistik im April zu berücksichtigen ist. Der Absatz nach Uebersee war mit 128,0 Mill. *R.M.* im ganzen nur wenig geringer als im Vormonat (137,0 Mill. *R.M.*) und erheblich höher als im Februar (111,5 Mill. *R.M.*). Abgenommen hat im einzelnen die Ausfuhr nach Asien und Afrika, während sich der Absatz nach Amerika und Australien kaum verändert hat.

## Der Welthandel,

berechnet nach dem Reichsmarkwert der Außenhandelsumsätze von 53 Ländern, auf die etwa 90 bis 95 % des Welthandels entfallen, hat sich vom vierten Vierteljahr 1938 zum ersten Vierteljahr 1939 um 5,8 % vermindert. Dieser Rückgang entspricht den jahreszeitlich bedingten Einflüssen. Die jetzige Bewegung der Umsatzwerte ist im ganzen als normal anzusehen, doch ist in Betracht zu ziehen, daß die Preise der im Welthandel umgesetzten Waren, vor allem der Rohstoffe und Fertigwaren, noch weiter (im ganzen um 3,6 %) zurückgegangen sind, und daß sich die umgesetzten Mengen nur um 2,1 % vermindert haben.

In Milliarden <i>R.M.</i>		1. Vierteljahr 1938	4. Vierteljahr 1938	1. Vierteljahr 1939	Zunahme (+) Abnahme (—)		
					im 1. Viertel 1939 gegenüber dem		vom 4. zum 1. Viertelj. im Durchschnitt der Jahre 1925/38
					1. Vierteljahr 1938	4. Vierteljahr 1938	
53 Länder <sup>1)</sup>	Umsatz	26,7	26,5	25,0	— 6,3	— 5,8	— 5,5
	Einfuhr	14,1	13,6	13,0	— 3,2	— 4,6	— 2,5
	Ausfuhr	12,6	12,9	12,0	— 4,2	— 7,1	— 8,6
26 europäische Länder <sup>1)</sup>	Umsatz	15,5	15,5	14,4	— 6,7	— 6,9	— 7,7
	Einfuhr	8,9	8,5	8,0	— 10,4	— 5,6	— 5,9
	Ausfuhr	6,6	7,0	6,4	— 1,7	— 8,4	— 10,0
27 außer-europäische Länder	Umsatz	11,2	11,0	10,6	— 5,7	— 4,3	— 2,8
	Einfuhr	5,2	5,1	5,0	— 4,3	— 2,9	+ 2,5
	Ausfuhr	6,0	5,9	5,6	— 6,9	— 5,4	— 7,1

<sup>1)</sup> Ohne den gegenseitigen Handelsverkehr zwischen dem alten deutschen Reichsgebiet und Oesterreich.

Bei Ausschaltung der jahreszeitlichen Einflüsse würde sich ein ungefähres Gleichbleiben der Umsatzwerte und eine leichte Zunahme der Umsatzmengen ergeben. Eine völlige Normalisierung der Außenhandelsentwicklung hat sich allerdings noch nicht durchgesetzt. Der Preisrückgang der im Welthandel umgesetzten Waren weist darauf hin, daß ein Ausgleich zwischen Angebot und Nachfrage noch keineswegs erfolgt ist. Die Bewegung hält sich damit in den Grenzen derjenigen der vorhergehenden Vierteljahre.

In Europa sind Ein- und Ausfuhr gegenüber dem Vorjahr vor allem in den großen Industrieländern zurückgegangen. In Uebersee hat sich die Einfuhr der Industrieländer gegenüber dem Vorjahr wieder etwas belebt.

Beim Außenhandel in Eisen und Eisenwaren betrug bei den Walzwerkserzeugnissen allein die Einfuhr 28 171 t, die Ausfuhr 170 945 t und somit der Ausfuhrüberschuß 142 744 t. Die Einfuhr von Roheisen belief sich auf 38 962 t, die Ausfuhr auf 6139 t. Infolgedessen ergab sich hier ein Einfuhrüberschuß von 32 823 t.

### Der Inlandsmarkt

An der angespannten Lage im Inland hat sich in keiner Weise etwas geändert. Dringende Bestellungen brachten die Kesselbauanstalten, auch Bau- und Betonsonderstähle wurden sehr lebhaft gefordert. Die meisten Stabstahlkontingente waren infolge der starken Beschränkung bereits vor der Zeit erschöpft. Die Hersteller sind bis zum Schluß des Jahres mit Aufträgen voll besetzt. Der Versand der Werke für den privaten Inlandsbedarf ging infolge der geringeren Zahl der Arbeitstage und durch bevorzugte Belieferung der unmittelbaren Ausfuhraufträge sowie der vordringlich zu behandelnden Bestellungen zurück, wie sich in der Belieferung der übrigen Kontingentsträger und auch des Lagerhandels zeigte.

Die Erzeugung (einschließlich Ostmark, bei Rohstahl und den Walzwerkserzeugnissen auch einschließlich Sudetengau) entwickelte sich bis Ende April wie folgt:

	März t	April t
Roheisen: insgesamt . . . . .	1 729 892	1 608 262
arbeitstäglich . . . . .	55 803	53 609
Rohstahl: insgesamt . . . . .	2 214 697	1 899 008
arbeitstäglich . . . . .	82 025	82 565
Walzwerkfertigerzeugnisse: insgesamt . . . . .	1 567 306	1 326 762
arbeitstäglich . . . . .	58 048	57 685

Ende April waren von 174 (März 174) vorhandenen Hochöfen 148 (147) in Betrieb und 3 (3) gedämpft.

### Auf dem Auslandsmarkt

setzte sich die Aufwärtsbewegung in erfreulicher Weise fort. Die immer noch bedeutenden Auftragsgänge ließen allerdings einen leichten Rückgang gegenüber dem Monatsanfang erkennen, doch wird dieser Erscheinung nicht viel Gewicht beigelegt, da im Monatsbeginn besonders große Aufträge am Markte waren. In den meisten Erzeugnissen waren die Verkaufsergebnisse größer als im April. Die stärkste Nachfrage zeigten England, Holland, die skandinavischen Länder und Finnland; Argentinien und Chile kauften in der Hauptsache Stabstahl und schwarze Feinbleche, Südafrika Einzäunungsbedarf. Auch der Ferne Osten zeigte stellenweise eine Belebung der Geschäftstätigkeit. Die Preislage auf den verschiedenen Märkten war fest, und in gewissen Fällen war es möglich, die erzielbaren Preise zu verbessern.

### Verkehrslage und Frachten.

Die Wagengestellung der Reichsbahn war an verschiedenen Tagen unzureichend. Zu Ausfällen bei der Kohlenförderung ist es zwar nicht gekommen, doch wirkte der Wagenmangel störend in den Walzwerks- und Versandbetrieben der Hütten, wo sich wieder größere Posten versandfertiger Ware stapelten.

In der Rheinschiffahrt ist die stille Frühjahrszeit, die sich in diesem Jahr länger als im vergangenen bemerkbar machte, überwunden. Im Binnengeschäft zeigte sich eine stärkere Anfragetätigkeit, die auch zu besseren Abschlüssen führte. Zögernder folgte das Geschäft über die Grenzen. Die Geschäftsbelebung dürfte vor allem eine Folge des stärkeren Kohlenverkehrs sein, der von den Sommerpreisen beeinflusst wurde. Am Niederrhein wurden beachtliche Mengen Baustoffe und Eisen verladen, während ankommend das Erzumlagegeschäft sehr rege war. Weiterhin wurden noch große Mengen Schrott angefahren. Die Frachtsätze zeigten keine wesentlichen Änderungen. Bei den guten Wasserverhältnissen kam es im Rhein-See-Verkehr zu laufenden Abschlüssen mit den Küstenfahrern. Die Ladungen gingen meist von Niederrheinstationen zu deutschen Küstenplätzen. Das Auslandsgeschäft mit Rhein-See-Schiffen war nicht besonders umfangreich.

Auf den westdeutschen Kanälen, wo neben Kohlen besonders Natur- und Schlackensteine versandt wurden, war der Verkehr zum Rhein hin einigermaßen rege. Das Mittellandkanalgeschäft wurde durch die Sperre des Hebewerks Rothensee ungünstig beeinflusst, wo erneut Ausbesserungen notwendig wurden.

Die Befrachtungstätigkeit auf dem Weltmarkt war bei durchweg festen Raten befriedigend. Für Manganerzverschif-

fungen von Durban nach Rotterdam wurden mehrere 8000-Tonner aus dem Markt genommen, wobei die anfänglich bezahlte Rate von 16/9 sh fio später auf 15/3 sh zurückging. Die in der letzten Woche eingetretene Beruhigung des La-Plata-Marktes ermöglichte das Zustandekommen verschiedener Erzbefrachtungen von Rio de Janeiro. Für Erzverschiffungen nach Rotterdam wurden folgende Frachtabschlüsse bekannt:

	sh
von Seriphos . . . . .	8/9 mit 1/3 sh für Löschen
von Tragana . . . . .	8/3
von Bona . . . . .	6/6
von Split . . . . .	8/- (Bauxit)

Mit der Bestimmung Antwerpen als Löschhafen wurden notiert:

	sh
von San Juan . . . . .	14/-
von Bona . . . . .	7/-
von Casablanca . . . . .	8/6 mit 1/- sh für Laden und 1/6 sh für Löschen
von La Goulette . . . . .	8/-

### Rohstoffe.

#### 1. Brennstoffe.

Im Ruhrbergbau ist die arbeitstäglich Kohlenförderung von März auf April in Auswirkung der verlängerten Arbeitszeit um 3,6 % gestiegen. In der ersten Maihälfte war keine weitere Steigerung festzustellen. Ueber die sonstige Entwicklung unterrichtet nachstehende Uebersicht:

	April 1939	März 1939	April 1938
Verwertbare Kohlenförderung . . . . .	9 562 126 t	11 324 621 t	9 880 920 t
Arbeitstäglich Förderung . . . . .	434 642 t	419 430 t	411 705 t
Koksgewinnung . . . . .	2 861 055 t	3 102 893 t	2 681 621 t
Tägliche Koksgewinnung . . . . .	95 369 t	100 093 t	89 387 t
Beschäftigte Arbeiter . . . . .	310 847	310 718	313 333

Die Verhandlungen über ein internationales Kohlenabkommen, das für England ebenso bedeutsam ist wie für Deutschland, sind noch nicht wieder aufgenommen worden.

Der Kohlenabsatz war weiterhin stark angespannt. Da der Mai zwei Arbeitstage mehr als der Vormonat hatte und zahlreiche Nachholschichten eingelegt worden sind, zeigte die Förderung zwar einen kräftigen Anstieg, eine Aufholung der bisher entstandenen Rückstände bei der Belieferung der Verbraucher war jedoch noch nicht möglich, da nennenswerte Lagerbestände in keiner Sorte mehr zur Verfügung standen. Die Nachfrage in den Hausbrandsorten war unverändert lebhaft, so daß die sonst im Mai übliche Einlagerung von Nußkohlen auf den Zechen unterblieb. Durch das Einsetzen der Sommerpreise für Brechkoks waren hierin die Abrufe wesentlich höher als in den Vormonaten. Zwecks gleichmäßiger Verteilung des Absatzes auf die Sommermonate führte jedoch das Syndikat wie in den beiden Vorjahren eine Rationierung der Brechkoksabgabe dergestalt durch, daß in den einzelnen Monaten an die Verbraucher und Händler jeweils nur ein Zwölftel ihres Jahresbedarfs verabfolgt werden darf. Die Versorgung der Industrie mit Brennstoffen reichte knapp aus. Besondere Schwierigkeiten bereitete die genügende Versorgung der Hüttenwerke und Gießereien mit Koks, da die Kokserzeugung der Ruhr sowohl in der Berichtszeit als auch im Vormonat auf Grund behördlicher Anordnung zum Zwecke der Freimachung von Koks kohlen für Inlandsverbrauch und Ausfuhr um 5 % eingeschränkt worden ist. Auch hier gehen die letzten Bestände zur Neige. Der Deutschen Reichsbahn konnten die von ihr angeforderten Mengen nicht voll ausgeliefert werden; zu ersten Störungen ist es hier jedoch noch nicht gekommen. Auch für die Beunkerung der Schiffe in den deutschen Seehäfen ebenso wie für die Ausfuhr von Bunkerkohlen konnten die erforderlichen Mengen nicht in vollem Umfange freigemacht werden. Der Auslandsabsatz hat sich nicht wesentlich geändert. Bemerkenswert sind allerdings die gestiegenen Abrufe der luxemburgisch-lothringischen Hüttenwerke sowie die stürmische Nachfrage nach Kohlen aller Sorten in Holland.

#### 2. Eisenerze.

Trotz dem außerordentlich hohen Beschäftigungsgrad aller europäischen Industrieländer hat die Belebung auf dem Erzmarkt noch keinen merklichen Umfang angenommen; man könnte höchstens von einer Anregung sprechen, die der Markt bekommen hat. Eine Reihe von Hochöfen sind in England, Frankreich und Belgien-Luxemburg wieder in Betrieb genommen worden, und Verbrauch und Zufuhr sind natürlich entsprechend gestiegen. Aber die Lieferungen erfolgen fast ausschließlich auf alte Verträge und, soweit Frankreich und Belgien in Frage kommen, aus den sehr hohen Lagervorräten. Es liegen jedenfalls keine Anzeichen vor, die auf eine regere Abschlußstätigkeit oder auf eine Fördersteigerung schließen lassen.

Die englischen Werke verfügen über erhebliche Vorräte und, was sich besonders hemmend auf die Markt- und Preisver-

Die Preisentwicklung im Monat Mai 1939.

	Preis	Maße	Maße	Preis	Maße
	Ma 1939			Ma 1939	
<b>Kohlen und Koks:</b>	<i>R.M.</i> je t			<i>R.M.</i> je t	
Fettförderkohlen . . . . .	14,—				
Gasflammförderkohlen . . . . .	14,50				
Kokskohlen . . . . .	15,—				
Hochofenkoks . . . . .	19,—				
Gießereikoks . . . . .	20,—				
<b>Erz:</b>					
Rohspat (tel quel) . . . . .	13,60				
Gerüsteter Spateisenstein . . . . .	16,—				
Rotheisenstein (Grundlage 46 % Fe im Feuchten, 20 % SiO <sub>2</sub> , Skala ± 0,28 <i>R.M.</i> je % Fe, ± 0,14 <i>R.M.</i> je % SiO <sub>2</sub> ) ab Grube	10,90 <sup>1)</sup>				
Flußeisenstein (Grundlage 34 % Fe im Feuchten, 12 % SiO <sub>2</sub> , Skala ± 0,33 <i>R.M.</i> je % Fe, ± 0,16 <i>R.M.</i> je % SiO <sub>2</sub> ) ab Grube	9,60 <sup>1)</sup>				
Oberhessischer (Vogelsberger) Brauneisenstein (Grundlage 45 % Metall im Feuchten, 10 % SiO <sub>2</sub> , Skala ± 0,29 <i>R.M.</i> je % Metall, ± 0,15 <i>R.M.</i> je % SiO <sub>2</sub> ) ab Grube . . . . .	10,40 <sup>1)</sup>				
Manganarmer Brauneisenstein (Grundlage 32 % Fe im Feuchten, 3 % Mn, Skala ± 0,25 <i>R.M.</i> je % Fe, ± 0,50 <i>R.M.</i> je % Mn) ab Grube . . . . .	10,50				
<b>Schrott, Höchstpreise [vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 1465]:</b>					
Stahlschrott . . . . .	42				
Schwerer Walzwerksschrott . . . . .	46				
Kernschrott . . . . .	40				
Walzwerks-Feinblechpakete . . . . .	41				
Hydr. gepreßte Blechpakete . . . . .	41				
Siemens-Martin-Späne . . . . .	31				
<b>Roheisen:</b>					
Gießereiroheisen					
Nr. I } Frachtgrundlage	68,50				
Nr. III } Oberhausen	63,—				
Hämatit } Oberhausen	69,50				
Kupferarmes Stahleisen, Frachtgrundlage Siegen . . . . .	66,—				
Siegerländer Stahleisen, Frachtgrundlage Siegen . . . . .				66,—	
Siegerländer Zusatzzeisen, Frachtgrundlage Siegen:					
weiß . . . . .				76,—	
meliert . . . . .				78,—	
grau . . . . .				80,—	
Kalt erblasenes Zusatzzeisen der kleinen Siegerländer Hütten, ab Werk:					
weiß . . . . .				82,—	
meliert . . . . .				84,—	
grau . . . . .				86,—	
Spiegeleisen, Frachtgrundlage Siegen:					
6—8 % Mn . . . . .				78,—	
8—10 % Mn . . . . .				83,—	
10—12 % Mn . . . . .				87,—	
Gießereiroheisen IV B, Frachtgrundlage Apach . . . . .				55,—	
Temperroheisen, grau, großes Format, ab Werk . . . . .				75,50	
Ferrosilizium (der niedrigere Preis gilt frei Verbrauchsstation für volle 15-t-Wagenladungen, der höhere Preis für Kleinverkäufe bei Stückgutladungen ab Werk oder Lager):					
90 % (Staffel 10,— <i>R.M.</i> ) . . . . .				410—430	
75 % (Staffel 7,— <i>R.M.</i> ) . . . . .				320—340	
45 % (Staffel 6,— <i>R.M.</i> ) . . . . .				205—230	
Ferrosilizium 10 % ab Werk: Skala ± 3,50 <i>R.M.</i> je % und t				81,—	
<b>Vorgewalzter u. gewalzter Stahl:</b>					
Grundpreise, soweit nicht anders bemerkt, in Thomas-Handelsgrüte. — Von den Grundpreisen sind die vom Stahlwerksverband unter den bekannten Bedingungen [vgl. Stahl u. Eisen 52 (1932)					
S. 131) gewährten Sondervergütungen je t von 3 <i>R.M.</i> bei Halbzeug, 6 <i>R.M.</i> bei Bandstahl und 5 <i>R.M.</i> für die übrigen Erzeugnisse bereits abgezogen.					
Rohblöcke <sup>2)</sup> . . . . .					Frachtgrundlage 83,40
Vorgew. Blöcke <sup>2)</sup> . . . . .					lage 90,15
Knüppel <sup>2)</sup> . . . . .					Ruhrort oder 96,45
Platinen <sup>2)</sup> . . . . .					Neunkirchen 100,95
Stabstahl . . . . .					oder Neunkirchen 110/104 <sup>3)</sup>
Formstahl . . . . .					107,50/101,50 <sup>3)</sup>
Bandstahl <sup>2)</sup> . . . . .					127/123 <sup>4)</sup>
Universalstahl <sup>6)</sup> . . . . .					115,60
Kesselbleche S.-M., 4,76 mm u. darüber: Grundpreis . . . . .					129,10
Kesselbleche nach d. Bedingungen des Landdampfkessel-Gesetzes von 1908, 34 bis 41 kg Festigkeit, 25 % Dehnung					Frachtgrundlage 152,50
Kesselbleche nach d. Werkstoff- u. Bauvorschrift f. Landdampfkessel, 35 bis 44 kg Festigkeit . . . . .					oder Dillingen-Saar 161,50
Grobbleche . . . . .					127,30
Mittelleche . . . . .					130,90
3 bis unter 4,76 mm					
Feinbleche bis unter 3 mm im Flammofen geglüht, Frachtgrundlage Siegen . . . . .					144,— <sup>7)</sup>
Gezogener blanker Handelsdraht . . . . .					Frachtgrundlage 165,—
Verzinkter Handelsdraht . . . . .					lage 195,—
Drahtstifte . . . . .					Oberhausen 173,50

<sup>1)</sup> Vom 1. November 1938 an wird auf die Rechnung für Erze von Lahn, Dill und Oberhessen außer dem seit 1. August 1937 gültigen Zuschlag von 8 % ein weiterer Aufschlag von 1,50 *R.M.* — bei oberhessischem (Vogelsberger) Brauneisenstein von 2 *R.M.* — erhoben. — <sup>2)</sup> Preise für Lieferungen über 200 t. Bei Lieferungen von 1 bis 100 t erhöht sich der Preis um 2 *R.M.*, von 100 bis 200 t um 1 *R.M.* — <sup>3)</sup> Frachtgrundlage Neunkirchen-Saar. — <sup>4)</sup> Frachtgrundlage Homburg-Saar. — <sup>5)</sup> Frachtgrundlage Oberhausen oder Homburg-Saar. — <sup>6)</sup> Frachtgrundlage Oberhausen oder Dillingen-Saar. — <sup>7)</sup> Abzüglich 5 *R.M.* Sondervergütung je t vom Endpreis.

hältnisse auswirkt, über bedeutende Abnahmeverpflichtungen aus alten Abschlüssen. Ähnliche Erscheinungen machen sich in Frankreich bemerkbar, so daß die günstige Entwicklung in der Eisenindustrie zunächst nicht zur Auswirkung kommt. Die Gesamtförderung der algerischen Gruben belief sich im Jahre 1938 auf 3,056 Mill. t, 1937 auf 2,336 Mill. t, 1936 auf 1,884 Mill. t. Es ist anzunehmen, daß sie sich in den nächsten Jahren zwischen 3,0 und 3,5 Mill. t bewegen wird.

In Spanien stieg die Erzgewinnung von 990 000 t im Jahre 1937 auf 2 513 000 t im Jahre 1938. Die Ausfuhr blieb allerdings hinter diesem Steigerungsverhältnis zurück; sie erreichte nur 1 145 000 t gegenüber 848 000 t. Es ist verständlich, daß sich nach Beendigung des 2½-jährigen Bürgerkrieges ein großer Bedarf an Eisen- und Stahlerzeugnissen geltend macht, und daß Spanien bestrebt ist, einen möglichst großen Teil dieses Bedarfs im eigenen Lande zu decken. Etwa 30 bis 40 % der heutigen Förderung werden von den eigenen Hochöfen verbraucht. Sobald jedoch die südspanischen Gruben, an deren Inbetriebnahme mit allen Mitteln gearbeitet wird, mit ihren bedeutenden Mengen auf den Markt kommen, spielt der Eigenverbrauch nur eine untergeordnete Rolle.

In Schweden ist die A. B. Smalands Taberg mit einem Kapital von 800 000 Kr gegründet worden. Es sollen zunächst Verhüttungsversuche des Tabergerges durch neuere metallurgische Verfahren vorgenommen werden. Der Taberg führt bekanntlich eines der größten Erzvorkommen Schwedens, allerdings liegt der Eisengehalt bei etwa 30 bis 35 %.

Die Wirtschaftsverhandlungen zwischen Polen und der Slowakei haben zu dem Ergebnis geführt, daß die Hüttenwerke des kürzlich zu Polen gekommenen Olsagebiets ihre Erze nach wie vor aus der Slowakei beziehen; nicht nur der kurze Verkehrsweg ist bei dieser Verständigung ausschlaggebend gewesen, sondern auch die noch bestehenden engen geldlichen Verknüpfungen.

Rußland beabsichtigt, im Kriwoj-Rog-Gebiet neue umfangreiche Bergwerksanlagen zu errichten. Die Förderung soll nach und nach gesteigert werden und im Jahre 1942 etwa 25 Mill. t betragen.

Im Mai sind die ersten Ladungen Wabana-Erz wieder in Rotterdam eingetroffen. Die Verschiffungen sollen in diesem Jahr einen besonders starken Umfang annehmen.

3. Manganerze.

Die Vorräte auf den Hüttenwerken sind besonders groß, so daß man in absehbarer Zeit nicht an Neukäufe denkt. Zwischen Rußland und den belgischen Werken haben Verhandlungen stattgefunden, die jedoch noch nicht zu einem Abschluß geführt haben. Die südafrikanischen Gruben führen ihre Lieferungen an die deutschen Werke vertragsgemäß durch. Bis jetzt dürften etwa 100 000 t abgeliefert worden sein. Bulgarische und rumänische Gruben suchen Absatz für ihre Erze, jedoch wird es schwierig sein, die Erze zu den heutigen Marktpreisen abzusetzen.

4. Schrott.

Die Nachfrage nach Schrott war im Berichtsmonat außerordentlich rege, da die im April abgeschlossenen Mengen nicht völlig ausgeliefert werden konnten und die Einfuhr aus dem Ausland weiterhin rückläufig war. Schwierigkeiten bezüglich der Unterbringung von Siemens-Martin-Ofenschrott ergaben sich lediglich bei den Saarwerken, da diese vorübergehend als Käufer ausscheiden mußten. Es ist jedoch Vorsorge getroffen, daß diese Mengen an die Ruhrwerke weitergeleitet werden können. Die Beendigung der verschiedenen Sammlungen haben zu einem weiteren Schwund des Inlandsaufkommens geführt.

Erzeugnisse.

Wie in den vorausgegangenen Monaten war auch im Mai die Nachfrage nach Roheisen auf dem Inlandsmarkt sehr dringend. Während sich zu Anfang des Monats die Kauflust auf den Auslandsmärkten weiter verstärkte, ließ die Nachfrage in der zweiten Maihälfte zusehends nach. Es dürfte sich nur um eine vorübergehende Abschwächung im Hinblick auf die Feiertage handeln, da die Eisenindustrie in den Verbrauchsländern gut beschäftigt ist. Die Preise zogen an.

Die großen Halbzeugabrufe der Werke fielen vor allem in die erste Monatshälfte, so daß die Abrufstätigkeit im Verlauf des Monats ruhiger wurde. Weiter gestiegen sind die Auslieferungen in Formstahl. In Stabstahl konnte noch nicht allen dringenden Anforderungen entsprochen werden. Die Nachfrage auf den Auslandsmärkten blieb lebhaft. Insbesondere war das Geschäft mit den skandinavischen Ländern rege. Auch die Engländer riefen ihre Mengen pünktlich ab. Im allgemeinen blieb das Geschäft mit Devisenländern äußerst schwierig.

Der Auftragseingang in Oberbauzeug stieg über die Zahlen des Vormonats hinaus, woran die Reichsbahn besonders beteiligt war. Größere Schienenaufträge kamen aus Holland und Costa Rica. Im übrigen brachte das Ausland vor allem Aufträge in Kleisenzeug.

Bei Grob- und Mittelblechen traten besonders die Abrufe der Apparatebauanstalten hervor. Die Eingänge aus dem Ausland waren einigermaßen befriedigend. Hervorzuheben ist ein größerer Abruf für Italien. Für Handels- und Sonderbleche bestand am inländischen Feinblechmarkt eine unvermindert gute Aufnahmefähigkeit. Der Inlandsabsatz in verzinkten und verbleiten Blechen bewegte sich in etwa demselben Rahmen wie im April. Das Auslandsgeschäft hielt sich bei allen Blechsorten in den durch die internationalen Verpflichtungen gezogenen Grenzen.

Die Auftragsbestände bei den Röhrenwerken wuchsen durch zahlreiche Neuzugänge an Bestellungen weiter an. In Deutschland wurden größere Mengen nahtloser Muffenrohre für Ferngasleitungen angefordert, während das Ausland größere Bohr- und Gasrohraufträge brachte.

Wesentliche Veränderungen in der Geschäftslage für Bandstahl waren nicht zu verzeichnen. Vor allem der Bedarf der Verfeinerungsindustrie war sehr groß, und bei der regen Bestelltätigkeit drängten die Kunden sehr auf Lieferung. Auch im Ausland war die Nachfrage ziemlich rege. Ein größeres Geschäft auf warmgewalzten Baumwoll-Bandstahl kam mit den Vereinigten Staaten zustande. In verfeinertem Bandstahl war allerdings das Verkaufsergebnis nach dem Auslande sehr schlecht.

Auf dem Auslandsmarkt war die Nachfrage nach Walzdraht einigermaßen befriedigend. Im Inland überstieg die Nachfrage das Angebot, so daß auf dem Markt für Drahterzeugnisse in allen Sorten Knappheit herrschte. Das Auslandsgeschäft war recht lebhaft. In Iweco-Erzeugnissen einschließlich sechseckigen Drahtgeflechts wurden wiederum beachtliche Mengen gebucht. Erwähnenswert ist ein größerer Auftrag aus den Vereinigten Staaten.

Das Inlandsgeschäft in Gießereierzeugnissen wickelte sich in dem durch die amtliche Regelung bedingten normalen Rahmen ab. Mit dem Ausland konnte ein seit längerer Zeit verfolgtes bedeutenderes Röhrengeschäft abgeschlossen werden. Die Marktlage für Maschinenguß und Kokillen blieb unverändert. Gebessert hat sich das längere Zeit etwas stillere Walzengeschäft. Stahlguß blieb weiterhin sehr lebhaft gefragt.

Befriedigend war auch das Geschäft in Werkstätten-erzeugnissen. Lebhaftige Nachfrage zeigten besondere Eisenbahnweichen und Radsätze sowie deren Einzelteile. Die Eingänge aus dem Ausland ließen noch zu wünschen übrig.

**II. Saarland.** — Die Kohlenversorgung der Saarländischen Hüttenwerke in der Berichtszeit durch die Saargruben war im großen und ganzen ausreichend. Wie sich die Deckung des Mehrbedarfes der Hüttenwerke infolge stärkerer Verhüttung inländischer eisenarmer Erze stellen wird, läßt sich heute noch nicht sicher übersehen. Auf jeden Fall ist mit erheblichen Mehranforderungen zu rechnen, so daß noch manche Schwierigkeiten zu überwinden sein werden. Die Versorgung mit Magerfeinkohle, die von anderen Bezirken kommt, ist unzureichend.

Die Erzversorgung war zufriedenstellend, wie auch die Zuteilung für den kommenden Monat den Bedarf deckt. Das deutsch-französische Austauschabkommen Kohle gegen Erz läuft am 30. Juni 1939 ab. Zur Zeit finden in Paris Verlängerungsverhandlungen statt. Da das Abkommen für beide Länder von Wert ist, ist zu hoffen, daß sich für die Verlängerung keine Schwierigkeiten ergeben. Vielleicht werden bei dieser Gelegenheit auch die Schwierigkeiten zur Erlangung von Einreisegenehmigungen der saarländischen Kanalschiffer nach Frankreich geregelt, die bekanntlich in der Hauptsache Kohle nach Frankreich befördern und Erz zurückbringen. Gegenwärtig liegen über 20 Schiffe in Saarbrücken ohne Visa. Im übrigen rechnet man mit einer Erhöhung der Kanalfrachten um rd. 5 %.

Was die übrigen Zuschläge anbetrifft, so ist immer noch eine gewisse Knappheit an Kalk und Dolomit zu verzeichnen. Die Schrottversorgung ist zur Zeit noch ausreichend.

Die Lieferverpflichtungen der Werke sind immer noch außerordentlich groß und die Leistungsfähigkeit wird voll ausgenutzt. Die fast dreimonatige Verkaufssperre für Stabstahl und Feinbleche hat keine wesentliche Entlastung gebracht. Besonders Stabstahl soll unter Zurückstellung gewisser anderer Erzeugnisse vordringlich geliefert werden. Auch Walzenstraßen, auf denen neben Stabstahl auch andere Erzeugnisse gewalzt werden können, werden ganz für die Herstellung von Stabstahl ausgenutzt. Die Lieferzeiten sind trotzdem noch nicht kürzer geworden. Außerordentlich stark werden dünne Stäbe verlangt. Auch in Bandstahl sind die Anforderungen an schmalen Band größer als die Liefermöglichkeit der Werke. Während seither die Anforderungen der Drahtziehereien verhältnismäßig befriedigt werden konnten, sind in den letzten Monaten Lieferungsrückstände bei den Werken zu verzeichnen. In Blechen und Universalstahl ist keine Veränderung gegenüber den Vormonaten festzustellen.

Die Aussichten auf dem Auslandsmarkt scheinen zur Zeit günstiger, als dies in den Vormonaten der Fall war. Die Anzeichen einer Aufwärtsentwicklung sind unverkennbar.

**III. Siegerland.** — Die Verordnung zur Erhöhung der Förderleistung und des Leistungslohnes hat auch im Siegerländer Eisenerzbergbau eine Fördersteigerung zur Folge gehabt. Diese Fördersteigerung kam allerdings in der tatsächlichen Förderung mit Rücksicht auf die im Monat Mai nur zur Verfügung gewesenen 24 Arbeitstage nicht einwandfrei zum Ausdruck. Die arbeitstägliche Förderung zeigte jedoch eindeutig eine nicht unerhebliche Steigerung. Hand in Hand damit ist auch die Absicht der Verordnung, den Bergleuten bei gesteigerter Leistung eine bessere Verdienstenwicklung zu sichern, in Erfüllung gegangen.

In der Eisenhüttenindustrie hat sich der Roheisenmarkt gegenüber den letzten Monaten nicht verändert. In sämtlichen Roheisensorten gingen die Aufträge so zahlreich ein, daß die Erzeugung völlig versandt werden konnte. In Halbzeug und Stabstahl sowie in Grob- und Mittelblechen war der Auftragsbestand bei den Werken nach wie vor bedeutend. Für Handels- und Sonderbleche zeigte der Inlandsmarkt eine unvermindert gute Aufnahmefähigkeit. Der Inlandsabsatz in verzinkten und verbleiten Blechen bewegte sich in etwa demselben Rahmen wie im Monat April. In Schmiedestücken und Stahlguß blieb der Entwicklungsgrad auf der Höhe der Vormonate. Das Auslandsgeschäft hielt sich bei allen Blechsorten in den durch die internationalen Verpflichtungen gezogenen Grenzen.

Die weiterverarbeitende Industrie des Bezirks war für den Inlandsabsatz in allen Zweigen weiterhin flott beschäftigt; die Entwicklung des Umsatzes war durchweg gut bis sehr gut. Das Auslandsgeschäft lag uneinheitlich.

**IV. Mitteldeutschland.** — Der Berichtsmonat brachte im Zusammenhang mit dem Ablauf der Einreichungsfrist für das zweite Kontingentvierteljahr 1939 in Walzzeug einen stark gesteigerten Auftragseingang. Durch die große Nachfrage besonders nach Stabstahl war die Lage weiterhin stark angespannt. In schmiedeeisernen Röhren sowie in Gußrohren traten kaum Änderungen gegenüber dem Vormonat ein. Das Geschäft in Rohrschlangen und Ueberhitzern war nach wie vor lebhaft. Das gleiche gilt auch für schmiedeeiserne Rohrbogen sowie sonstige Röhrenverbindungsstücke. Stark blieb weiterhin die Nachfrage nach Schmiedestücken und Stahlguß.

Der Schrottmarkt zeigte das bisherige Aussehen. Die aufkommenden Mengen wurden von den Werken glatt abgenommen. Die Lieferungen in Ofen- und Maschinenguß deckten den Bedarf. Die Roheisenlieferungen blieben teilweise hinter den Zuteilungen etwas zurück, es ist jedoch mit einer baldigen Aufholung zu rechnen.

Die Beschaffung von Zement, Holz, feuerfesten Steinen und Metallen erfolgte entsprechend den Zuteilungen.

## Vereins-Nachrichten.

### Aus dem Leben des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute.

(Mai 1939.)

Am 2. Mai 1939 fanden Besprechungen statt, die sich mit dem Baustahl St 52 befaßten.

Am gleichen Tage trat ein engerer Ausschuß zusammen, um Fragen der Erzaufbereitung zu erörtern.

Der Unterausschuß für Gußeisen hielt am 3. Mai eine Sitzung ab, in der die Neufassung des Normblattes DIN 1691 — Gußeisen — besprochen wurde.

Der Schmiermittelausschuß besichtigte am 4. Mai die Altöl-Aufbereitungsanlagen des Bochumer Vereins für Gußstahlfabrikation A.-G. in Bochum und des Dortmund-Hoerder Hüttenvereins A.-G. in Dortmund-Hörde. Anschließend wurden Fragen aus dem Arbeitsgebiet dieses Ausschusses besprochen.

Ein Jungstahlwerker-Treffen fand am 4. Mai in Duisburg-Huckingen statt. Es wurde ein Bericht über ausländische Stahlwerke entgegengenommen, ferner wurde die Heinrich-Bierwes-Hütte besichtigt.

Am 9. Mai wurden in einer Sitzung eines für diesen Zweck gebildeten kleinen Ausschusses Entwürfe der Beiblätter zu dem Normblatt DIN 1661 besprochen.

Der Unterausschuß für den Elektrostahlbetrieb hielt am 10. Mai eine Sitzung ab, in der Berichte über den Lichtbogen als Heizquelle im Elektrostahlhofen, über den Betrieb des basischen kernlosen Induktionsofens, über eine Reise durch ausländische Elektrostahlwerke und über die Frage der Erstarrung von Stahlblöcken erstattet wurden.

In einer Sitzung des Ausschusses für Verwertung der Hochofenschlacke, die am 11. Mai stattfand, wurden Berichte erstattet über die Schlackenaufbereitungsanlage der Mannesmannröhren-Werke, Abt. Heinrich-Bierwes-Hütte, über den Stand und die Aufgaben des Teerstraßenbaues unter besonderer Berücksichtigung der Hochofenschlacke, über Eigenschaften hydraulischer Hochofenschlacke, über die Abhängigkeit der Temperatur-Zähigkeits-Beziehungen saurer Hochofenschlacke von der chemischen Zusammensetzung und über die Verwertungsmöglichkeit der beim sauren Schmelzverfahren anfallenden Schlacken.

Dem Fragegebiet der zerstörungsfreien Prüfung und Struktur der Werkstoffe galt eine gemeinsame Tagung des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik, Ausschuß 60, der Gesellschaft zur Förderung zerstörungsfreier Prüfverfahren und unseres Werkstoffausschusses, die am 12. Mai stattfand. In der Vormittagssitzung wurden Berichte über röntgenographische Spannungsmessung bei dynamischer Beanspruchung, über den Beitrag einzelner Kristallite des vielkristallinen Haufwerkes zur Spannungsmessung mit Röntgenstrahlen, über das elastische Verhalten des vielkristallinen Eisens und über die Linienverbreiterung von Röntgeninterferenzen an Metallen erstattet. Nach einer Mittagspause folgten Vorträge über den Einfluß geometrischer Bedingungen auf die Güte von Röntgen-Schattenbildern, über technische Zählrohrgeräte für Grob- und Feinstrukturuntersuchungen, über Bewahrung und Grenzen des Magnetpulver-Verfahrens im Schiff- und Schiffsmaschinenbau, über Bewahrung und Grenzen des Magnetpulver-Verfahrens im Luftfahrzeugbau und über Röntgen- und Magnetprüfungen an Lagerschalen. Die Vorträge führten zu fruchtbaren Erörterungen.

Die 148. Sitzung des Ausschusses für Wärmewirtschaft am 16. Mai brachte Berichte über die Internationale Londoner Tagung betreffend Messung von Gas- und Flammentemperaturen, über Hilfsmittel zur Vorbereitung und Auswertung von Mengemessungen (Zahlen- und Linientafeln, Nomographisches Berechnungs- und Auswertungsverfahren), über Beurteilung der Bauweise von Gasbrennern im Hinblick auf ihre Mischwirkung und über Untersuchungen zur Verbesserungsmöglichkeit der Gitterwerksaufschlagung von Siemens-Martin-Oefen. Auch Fragen der Leistungssteigerung wurden besprochen.

Die 138. Sitzung der Technischen Kommission des Grobblech-Verbandes am 17. Mai befaßte sich mit Gütefragen und Lieferbedingungen.

Im Zusammenhang mit der Hauptversammlung des Arbeitskreises „Eisenhütte“ in der Ostmark, die weiter unten erwähnt wird, unternahm der Arbeitsausschuß des Stahlwerksausschusses in der Zeit vom 17. bis 22. Mai eine Besichtigungsreise in der Ostmark. Einer Besichtigung der Veitscher Magnesitwerke in Trieben am 18. Mai folgte am 19. Mai eine Besichtigung der Werke Hönigsberg und Ternitz der Schoeller-Bleckmann-Stahlwerke und am 20. Mai der Betriebe der Oesterreichisch-Alpinen Montangesellschaft in Donawitz. An diesem Tage fand außerdem eine Sitzung des Arbeitsausschusses statt, in der mehrere Berichte erstattet wurden: Betrachtungen zur Leistungsfähigkeit der deutschen Stahlwerke folgten Mitteilungen über neuere Betriebsüberwachung an mit Braunkohlenstaub karburieren Koksofengasöfen und über die Abbrandverhältnisse im kernlosen Induktionsofen. Am 21. und 22. Mai besuchten die Reise teilnehmer die Veranstaltungen des vorher genannten Arbeitskreises „Eisenhütte“ in der Ostmark.

Eine gemeinsame Sitzung des Werkstoffausschusses der Aluminiumzentrale und des Arbeitsausschusses unseres Werkstoffausschusses fand am 23. Mai statt. Es wurden Berichte erstattet über Stähle für die Verformung und Bearbeitung von Leichtmetalllegierungen, über die Entwicklung des Aluminiumbarrengusses und über Aluminium als Oberflächenschutz von Stahl. Nach einem gemeinsamen Mittagessen wurde das Werk Krefeld der Deutschen Edelstahlwerke, A.-G., be-

sichtigt. Ihren Abschluß fand die wohlgelungene Veranstaltung in einem geselligen Beisammensein.

In einer Vollsitzung des Walzwerksausschusses am 23. Mai wurden Berichte erstattet über die Berechnung von Walzenständern, über das Kaltwalzen als Wärmefrage und über Reiseeindrücke auf dem Gebiete des Drahtwalzens und der Drahtverfeinerung.

Die Helmholtz-Gesellschaft zur Förderung der physikalisch-technischen Forschung, E. V., für die der Verein die Federführung hat, hielt am 17. Mai in Göttingen ihre Hauptversammlung ab. Nach der Erledigung der durch die Satzungen vorgeschriebenen Berichte usw. wurde über die Anträge der physikalisch-technischen Hochschulinstitute wegen der Unterstützung von Forschungsarbeiten entschieden, für die auch in diesem Jahre wieder sehr erhebliche Mittel zur Verfügung gestellt werden konnten. Der Hauptversammlung schloß sich eine Besichtigung des Physiologischen Instituts der Universität Göttingen an.

Am 25. Mai kam der Ausschuß für Betriebswirtschaft zu seiner 149. Sitzung zusammen. Zunächst wurde über die Arbeiten in den Unterausschüssen, besonders die Kontenrahmentwürfe in der Eisen schaffenden Industrie und die Arbeiten des Reichsausschusses für Leistungssteigerung, berichtet. Es folgten eine Aussprache über die Ergebnisse des 4. Deutschen Betriebswirtschaftertages in Berlin und schließlich ein Bericht über kalkulatorische Zinsen.

Am gleichen Tage kamen Mitglieder des Ausschusses für Betriebswirtschaft zu einer Aussprache zusammen, in der im Hinblick auf die Bestrebungen zur Leistungssteigerung Sonderfragen über die auf dem Zeitstudiengebiet zu ergreifenden Maßnahmen besprochen wurden.

Wie oben schon erwähnt, hielt der Arbeitskreis „Eisenhütte“ in der Ostmark des NS.-Bundes Deutscher Technik in der Zeit vom 20. bis 22. Mai in Leoben seine Hauptversammlung ab. Ueber Verlauf und Inhalt der Versammlung wird demnächst ein Bericht in dieser Zeitschrift folgen.

In unserem Zweigverein Eisenhütte Südwest tagte am 17. Mai der Fachausschuß Hochofen. Die Sitzung wurde mit einer Aussprache über saures Schmelzen und Sodaentschwefelung eingeleitet, der eine Erörterung allgemeiner Betriebsfragen, wie des einseitigen Wachstums neuer Hochofenschächte, der Mischerhaltbarkeit bei der Sodaentschwefelung und des Einflusses des Kalkgehaltes im Aufgabegut auf den Brennstoffverbrauch bei der Sinterung und das Verhalten der flüchtigen Bestandteile des Brennstoffes, folgte.

### Fachausschüsse.

Freitag, den 16. Juni 1939, 10 Uhr, findet in Düsseldorf, Eisenhüttenhaus, Ludwig-Knickmann-Str. 27, die

#### 24. Vollsitzung des Chemikerausschusses

statt mit folgender Tagesordnung:

1. Geschäftliches.
2. Die Bestimmung des Aluminiums im Stahl. II. Teil. Die Bestimmung als Oxyd. Bericht des Arbeitsausschusses, erstattet von Dr. phil. P. Klinger, Essen.
3. Ein Beitrag zur Phosphorbestimmung in Vanadinschlacken. Berichterstatter: Dipl.-Ing. E. Stengel, Essen.
4. Photometrische Bestimmung und Trennung von Niob, Tantal und Titan in Stahl- und Eisenlegierungen. Berichterstatter: Dr. phil. P. Klinger und Dr. phil. W. Koch, Essen.

#### Mittagspause.

5. Wissenschaftliche Grundlagen der Polarographie. Berichterstatter: Professor Dr. M. von Stackelberg, Bonn.
6. Die Titration mit polarometrischer Endpunktanzeige. Berichterstatter: Dr. phil. A. Neuberger, Duisburg-Hamborn.
7. Versuche zur polarographischen Bestimmung des Vanadins und Chroms, sowie die polarometrische Titration des Molybdäns in Stählen. Berichterstatter: G. Thanheiser und Dr. phil. J. Willems, Düsseldorf.
8. Beitrag zur quantitativen polarographischen Bestimmung der Legierungsbestandteile in Sonderstählen (Mangan, Nickel, Kobalt, Chrom, Vanadin, Wolfram und Molybdän). Berichterstatter: Professor Dr. M. von Stackelberg, Bonn, Dr. phil. P. Klinger, Dr. phil. W. Koch, Essen, und Dr. phil. E. Krath, Rheinhäusen.
9. Verschiedenes.