

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 29

21. JULI 1938

58. JAHRGANG

Entschwefelung des Roheisens mit Soda.

Von Nikolaus Theisen in Saarbrücken.

[Bericht Nr. 171 des Hochofenausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute*].

(Chemische und thermochemische Grundlagen der Sodaentschwefelung. Einfluß von Sodamenge, Temperatur, Reaktionszeit, Anfangsschwefelgehalt und Anfangsmangangehalt des Roheisens. Sodaentschwefelung und Stahlgüte. Haltbarkeit der Pfannen. Verwertung der Sodaschlacke.)

Die Aufschließung neuer Eisenerzlager in Deutschland und die Umstellung der Eisenindustrie auf eine möglichst weitgehende Verwendung einheimischer Rohstoffe haben in der Herstellung des Thomasroheisens neue Arbeitsweisen hervorgerufen. Während man vorher den Hochofen mit basischer Schlacke unter Zusatz von Manganträgern führte, ging man durch die neugeschaffene Lage zu der sauren Ofenführung und Einsparung von Kalk und Mangan über. Da hierbei das Roheisen mit einem hohen Schwefelgehalt anfällt, muß durch Zusatz von Alkalien oder Erdalkalien der Schwefel an diese gebunden und in die Schlacke übergeführt werden. Die Burbacher Hütte hat bei den im folgenden näher beschriebenen Versuchen in der Zeit vom Januar bis Oktober 1937 als Entschwefelungsmittel ausschließlich Soda benutzt.

Die Entschwefelung des Roheisens mit Soda ist schon seit längerem bekannt und im Schrifttum hinreichend beschrieben worden. *Zahlentafel 1* zeigt die bei der Entschwefelung des Eisens mit Soda auftretenden chemischen Umsetzungen und den erforderlichen Wärmehaufwand. Bei der Entschwefelung über Eisensulfid ergibt sich dabei ein Wärmehaufwand von 88 080 cal, während die Entschwefelung über Mangansulfid sogar 95 530 cal erfordert. Voraussetzung ist allerdings dabei, daß eine vollständige Umsetzung der Soda zu Natriumsulfid eintritt. Da nun die spezifische Wärme des flüssigen Eisens 0,2 beträgt, so ergibt sich aus diesen Werten ein Temperaturverlust von

$$\frac{88\ 080}{0,2 \cdot 20\ 000} = 22,02^\circ$$

$$\text{oder} \quad \frac{95\ 530}{0,2 \cdot 20\ 000} = 23,88^\circ$$

für je 100 kg Sodazusatz auf 20 t Eisen. Dieser Wärmeverlust des Roheisens mag bisher an vielen Stellen der Sodaentschwefelung hindernd entgegengestanden haben.

Nach einem Grundgesetz der Thermochemie ist ein Körper um so beständiger, je mehr Bildungswärme bei seinem Entstehen freigeworden ist, und kommt eine chemische Umsetzung um so eher zustande, je mehr Wärme sie freimacht. Wendet man dieses Gesetz auf die hauptsächlichste Umsetzung in der Metall- und Schlackenphase an,

Zahlentafel 1. Chemische Umsetzungen bei der Entschwefelung.

Allgemeine Grundlagen.		
$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \frac{\text{FeS}}{\text{MnS}} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + \frac{\text{FeO}}{\text{MnO}} + \text{CO}_2$		$\frac{44,6}{52,5} \text{ cal.}$
Wärmehaufwand zur Entfernung von 100 g S aus dem Roheisen:		
über Fe:	$\frac{44,6 \cdot 100}{32} = 139,4 \text{ cal,}$	
über Mn:	$\frac{52,5 \cdot 100}{32} = 164,1 \text{ cal.}$	
Wärmehaufwand für 100 kg feste Soda bei vollständiger Umsetzung zu Na_2S :		
Erwärmen der Soda um etwa 1300°	$29 \cdot 1300 = 37\ 700 \text{ cal}$	über Fe 37 700 cal
Schmelzen der Soda	$83 \cdot 100 = 8\ 300 \text{ cal}$	über Mn 8 300 cal
Entschwefelung über Fe	$\frac{44,6 \cdot 100\ 000}{106} = 42\ 080 \text{ cal}$	
Entschwefelung über Mn	$\frac{52,5 \cdot 100\ 000}{106} =$	49 530 cal
	88 080 cal	95 530 cal

so ergeben sich die in den *Zahlentafeln 2 und 3* festgestellten Vorgänge und Wärmetönungen. Da als chemisches Element im Roheisen das Eisen überwiegt, so ist es auch am stärksten an der Umsetzung mit der Soda beteiligt. Ursprünglich sind in der Metallphase vorhanden gewesen: Eisen, Silizium, Mangan, Phosphor, Kohlenstoff, Eisensulfid und Mangansulfid. Durch die Sodabehandlung entstehen neu Eisenoxydul, Natrium und Kohlensäure. Will man sich darüber unterrichten, welche Elemente die beständigsten Oxyde bilden, die dann am Ende der Umsetzung noch vorhanden sind, so wird man sie nach abnehmender Bildungswärme ordnen. An erster Stelle steht Natrium, ihm folgen Silizium, Mangan, Phosphor, Eisen, Kohlenstoff und Schwefel.

*) Vorgetragen in der 42. Sitzung des Hochofenausschusses am 4. Februar 1938 in Düsseldorf. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

Zahlentafel 2. Umsetzungen zwischen Soda und Roheisen.

$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Fe} \rightarrow 2 \text{Na} + \text{FeCO}_3 - 100,0 \text{ cal}$ $\text{FeCO}_3 \rightarrow \text{FeO} + \text{CO}_2 - 10,2 \text{ cal}$		
$2 \text{Na} + \text{FeO} \rightarrow \text{Na}_2\text{O} + \text{Fe} + 36,1 \text{ cal}$ $2 \text{Na} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{Na}_2\text{O} + \text{CO} + 32,8 \text{ cal}$		
$\text{Si} + 2 \text{FeO} \rightarrow \text{SiO}_2 + 2 \text{Fe} + 65,8 \text{ cal}$ $\text{Si} + 2 \text{CO}_2 \rightarrow \text{SiO}_2 + 2 \text{CO} + 59,2 \text{ cal}$		
P → P ₂ O ₅ → Na ₃ PO ₄		
$2 \text{P} + 5 \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow 2 \text{Na}_3\text{PO}_4 + 2 \text{Na}_2\text{O} + 5 \text{CO} - 109,3 \text{ cal}$ $5 \cdot 272,6 \quad 2 \cdot 451,4 \quad 2 \cdot 100,7 \quad 5 \cdot 29,9$	P = - 21,9	
Si → SiO ₂ → Na ₂ SiO ₃		
$\text{Si} + 2 \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + \text{Na}_2\text{O} + 2 \text{CO} - 53,3 \text{ cal}$ $2 \cdot 272,6 \quad 331,4 \quad 100,7 \quad 2 \cdot 29,9$	Si = - 26,6	
FeS → FeO		
$\text{FeS} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + \text{FeO} + \text{CO}_2 - 44,6 \text{ cal}$ $23,1 \quad 272,6 \quad 88,7 \quad 64,6 \quad 97,8$	FeS = - 44,6	
Mn → MnO		
$\text{Mn} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{MnO} + \text{Na}_2\text{O} + \text{CO} - 45,5 \text{ cal}$ $272,6 \quad 96,5 \quad 100,7 \quad 29,9$	Mn = - 45,5	
MnS → MnO		
$\text{MnS} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + \text{MnO} + \text{CO}_2 - 52,5 \text{ cal}$ $62,9 \quad 272,6 \quad 88,7 \quad 96,5 \quad 97,8$	MnS = - 52,5	
C → CO		
$\text{C} + \text{Na}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{O} + 2 \text{CO} - 112,1 \text{ cal}$ $272,6 \quad 100,7 \quad 2 \cdot 29,9$	C = - 112,1	
$\text{Na}_2\text{O} + \frac{\text{FeS}}{\text{MnS}} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + \frac{\text{FeO}}{\text{MnO}} + \frac{29,5}{21,6} \text{ cal.}$		
Einwirkung der Soda auf Schwefel:		
$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Fe} \rightarrow 2 \text{Na} + \text{FeCO}_3 - 100,0 \text{ cal}$ $\text{FeCO}_3 \rightarrow \text{FeO} + \text{CO}_2 - 10,2 \text{ cal}$		
ohne Zusatz von Kohlenstoff: $2 \text{Na} + \text{FeO} \rightarrow \text{Na}_2\text{O} + \text{Fe} + 36,1 \text{ cal}$		
$\text{Na}_2\text{O} + \text{FeS} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + \text{FeO} + 29,5 \text{ cal}$		
Gesamte Umsetzung: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{FeS} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + \text{CO}_2 + \text{FeO} - 44,6 \text{ cal}$		
mit Zusatz von Kohlenstoff: $2 \text{Na} + \text{FeO} + \text{CO} + \text{FeS} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + 2 \text{Fe} + \text{CO}_2 + 68,9 \text{ cal}$		
Gesamte Umsetzung: $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{FeS} + \text{CO} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + 2 \text{CO}_2 + \text{Fe} - 41,3 \text{ cal}$		
Einwirkung der Soda auf Silizium:		
$\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{Fe} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2 + \text{Na}_2\text{O} - 74,1 \text{ cal}$ $\text{Si} + 2 \text{CO}_2 \rightarrow 2 \text{CO} + \text{SiO}_2 + 59,2 \text{ cal}$ $\text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 35,7 \text{ cal}$		
Gesamte Umsetzung: $2 \text{Na}_2\text{CO}_3 + 2 \text{Fe} + \text{Si} \rightarrow 2 \text{Fe} + 2 \text{CO} + \text{Na}_2\text{O} + 2 \text{Na}_2\text{SiO}_3 - 53,3 \text{ cal}$		

Natrium oxydiert selbst durch Einwirkung von Eisenoxydul und Kohlensäure. Die bei der Umsetzung entstehenden Oxyde Kieselsäure und Phosphorsäure gehen sofort mit dem Natriumoxyd neue Verbindungen ein, nämlich Natriumsilikat und Natriumphosphat. Die Oxydation der in der Reihe später folgenden Elemente ist sehr gering, so daß sie bei der vorliegenden Betrachtung vernachlässigt werden können.

In ähnlicher Weise wie die Einwirkung der Soda auf das Eisen ist auch die Einwirkung auf die anderen Bestandteile, und zwar thermochemisch in der Reihenfolge Phosphor, Silizium, Eisensulfid, Mangan, Mangansulfid und Kohlenstoff. Praktisch tritt nun wegen der geringen Anteile gegenüber dem Eisen nur eine sehr geringe Umsetzung der Soda mit diesen Begleitelementen ein. Auch der starke Wärmeverlust steht solchem Umsetzen entgegen, andererseits setzen sich diese Stoffe, nämlich Silizium und Phosphor, mit Eisenoxydul und Kohlensäure um, die aus der Einwirkung der Soda auf Eisen entstanden sind. Das bei den bisher genannten Umsetzungen entstandene Natriumoxyd setzt sich weiter mit Eisensulfid und Mangansulfid um zu Natriumsulfid und Eisen- oder Manganoxydul.

Die reine Sodaschlacke enthält Natriumsulfid, Natriumsilikat und überschüssiges Natriumoxyd. Das Natriumsulfid entzieht sich der Zersetzung durch Lösung in Natriumsilikat. Trotz aller Sorgfalt gelangt beim Abstich des Hochofens immer etwas Schlacke in das Roheisenbad, die Sulfide, hauptsächlich Kalziumsulfid enthält, das sich mit Natrium-

oxyd unter Bildung von Kalziumoxyd und Natriumsulfid umsetzt. Auch die Kieselsäure der Hochofenschlacke entzieht durch die Bildung von Natriumsilikat der reinen Sodaschlacke wirksames Natriumoxyd. Daraus ergibt sich der nachteilige Einfluß sowohl der basischen als auch der sauren Hochofenschlacke auf die Sodaentschwefelung. In *Zahlentafel 3* sind auch die sich für die einzelnen Umsetzungen in der Metall- und der Schlackenphase aus dem Massenwirkungsgesetz ergebenden Beziehungen enthalten. Für die Metallphase ergibt sich daraus, daß die Konzentration an Eisensulfid nur dann sehr gering ist, wenn die Konzentration an Natriumoxyd möglichst groß bleibt, wobei auch Eisenoxydul und Natriumsulfid als Konzentrationsgrößen niedrigzuhalten sind. Bei basischer Schlackenführung ist durch die Bildung von Natriumsulfid aus Kalziumsulfid die Gefahr einer Rückschwefelung gegeben, so daß durch hohe Konzentration an Kalziumoxyd und geringe Konzentration an Natriumoxyd und Kalziumsulfid der Anteil an Natriumsulfid gering gehalten werden

muß. Aus diesen theoretischen Ueberlegungen ergeben sich für eine gute Entschwefelung folgende Bedingungen:

Der Zutritt von basischer oder saurer Hochofenschlacke muß vermieden werden. Eine Entnahme von Kieselsäure

Zahlentafel 3. Umsetzungen in der Schlackenphase und Anwendung des Massenwirkungsgesetzes.

a) Schlackenphase:	
$\text{Na}_2\text{O} + \text{CaS} \rightarrow \text{CaO} + \text{Na}_2\text{S} + 28,9 \text{ cal}$	
b) Massenwirkungsgesetz.	
1. Metallische Phase:	
$\text{Na}_2\text{O} + \text{FeS} \rightarrow \text{Na}_2\text{S} + \text{FeO} + 29,5 \text{ cal}$	
$\frac{[\text{Na}_2\text{O}][\text{FeS}]}{[\text{Na}_2\text{S}][\text{FeO}]} = K; [\text{FeS}] = K \frac{[\text{Na}_2\text{S}][\text{FeO}]}{[\text{Na}_2\text{O}]}$	
2. Schlackenphase:	
Basische Schlacke:	
$\text{CaS} + \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{CaO} + \text{Na}_2\text{S} + 28,9 \text{ cal}$	
$\frac{(\text{CaS})(\text{Na}_2\text{O})}{(\text{CaO})(\text{Na}_2\text{S})} = K; (\text{Na}_2\text{S}) = \frac{1}{K} \frac{(\text{CaS})(\text{Na}_2\text{O})}{(\text{CaO})}$	
Saure Schlacke:	
$\text{SiO}_2 + \text{Na}_2\text{O} \rightarrow \text{Na}_2\text{SiO}_3 + 35,7 \text{ cal}$	

aus der Pfannen- und Rinnenauskleidung in die Sodaschlacke ist möglichst weitgehend zu verhindern. Um das entstandene Eisenoxydul zu reduzieren, ist ein Zusatz von Kohlenstoff in Form von Koksgrus notwendig.

Die von der Burbacher Hütte durchgeführten Versuche sollten feststellen, wie die Entschwefelung von der zuge-

Zahlentafel 4. Zusammensetzung des Roheisens vor und nach der Entschwefelung und der Sodaschlacke.

Roheisen	C %	Si %	Mn %	P %	S %
vor der Entschwefelung	3,27	0,63	0,70	1,79	0,136
nach der Entschwefelung	3,23	0,49	0,65	1,75	0,087
Abnahme %	1,22	22,22	7,14	2,23	36,03

Sodaschlacke:

30,90% Na ₂ O ges.	36,25% SiO ₂
4,16% S	15,91% CaO
6,39% Na ₂ S	1,50% MgO
3,18% Na ₂ O frei	4,77% Al ₂ O ₃
	3,45% Fe
	2,93% Mn
	0,16% P

setzen Sodamenge, von der Roheisentemperatur, von der Reaktionszeit und vom Anfangsschwefelgehalt abhängig ist. Im ganzen wurden über 500 Entschwefelungen durchgeführt, wobei sich die in Zahlentafel 4 angeführten Analysen des Roheisens und der Sodaschlacke als Durchschnittswert ergaben. Die Versuche selbst wurden sowohl am Mischer als auch am Hochofen durchgeführt. Die Durchführung der Versuche am Mischer hat verschiedene

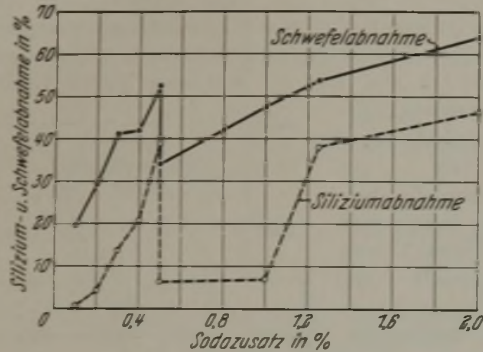


Bild 1. Schwefel- und Siliziumabnahme in Abhängigkeit vom Sodazusatz.

Vorteile, von denen die wichtigsten sind: Die gleichmäßige Zusammensetzung des Roheisens, die geringen Temperaturschwankungen und die Möglichkeit, mit den Reaktionszeiten bis zu 5 min herunterzugehen, während die Ueberführung des Roheisens vom Hochofen zum Mischer stets längere Zeit in Anspruch nimmt und deshalb nur die Beobachtung

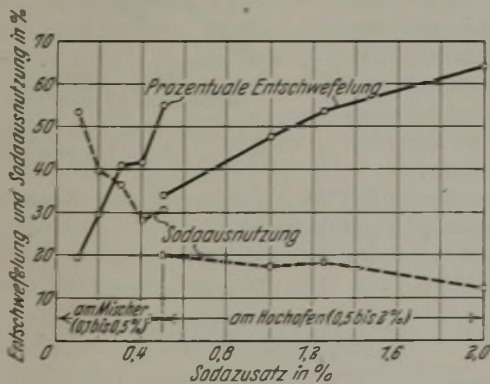


Bild 2. Prozentuale Entschwefelung und Sodaausnutzung bei steigendem Sodazusatz.

längerer Einwirkungszeiten gestattet. Der Schwefelgehalt des Mischereisens übersteigt 0,08% nicht. Deshalb waren bei der Mischerentschwefelung größere Sodazusätze zwecklos. Man gab die abgewogene Sodamenge in die leere Pfanne und ließ das Mischereisen darauf laufen.

Am Hochofen, wo größere Sodamengen erforderlich waren, wurde der Zusatz nicht auf einmal gegeben, sondern man ließ die Soda dauernd aus einem am Ende der Abstichrinne stehenden trichterförmigen Gefäß in das flüssige Eisen laufen. Die Aufstellung des Sodagefäßes am Ende der Ab-

Zahlentafel 5. Abnahme der Begleitelemente des Roheisens durch verschieden hohe Sodazusätze.

		Schwefel in %						
		Soda zu-	vor	nach	Ab-	Theore-	Ab-	Soda-
		satz			nahme	tische	nahme	aus-
		%				Ab-		nüt-
						nahme		zung
Mischer	0,1	0,082	0,066	0,016	0,0302	19,51	52,98	
	0,2	0,082	0,058	0,024	0,0604	29,27	39,73	
	0,3	0,080	0,047	0,033	0,0906	41,25	36,42	
	0,4	0,082	0,048	0,034	0,1208	41,46	28,15	
	0,5	0,084	0,038	0,046	0,1510	54,76	30,46	
Hochofen	0,50	0,094	0,062	0,032	0,1510	34,04	21,19	
	1,00	0,112	0,059	0,053	0,3020	47,32	17,55	
	1,25	0,127	0,059	0,068	0,3775	53,54	18,01	
	2,00	0,117	0,042	0,075	0,6040	64,10	12,42	
			Silizium					
		Sodazusatz	vor	nach	Abnahme	Abnahme		
		%				%		
Mischer	0,1	0,49	0,49	0,00	0,00			
	0,2	0,46	0,44	0,02	4,35			
	0,3	0,43	0,37	0,06	13,95			
	0,4	0,43	0,34	0,09	20,93			
	0,5	0,41	0,25	0,16	39,02			
Hochofen	0,50	0,32	0,30	0,02	6,25			
	1,00	0,54	0,50	0,04	7,41			
	1,25	0,42	0,26	0,16	38,10			
	2,00	0,56	0,30	0,26	46,43			
			Mangan					
Mischer	0,1	0,90	0,81	0,09	10,00			
	0,2	0,89	0,80	0,09	10,11			
	0,3	0,85	0,82	0,03	3,53			
	0,4	0,82	0,77	0,05	6,10			
	0,5	0,81	0,71	0,10	12,35			
Hochofen	0,50	0,94	0,90	0,04	4,26			
	1,00	0,76	0,68	0,08	10,53			
	1,25	0,44	0,40	0,04	9,09			
	2,00	0,48	0,46	0,02	4,17			
			Phosphor					
Mischer	0,1	1,72	1,71	0,01	0,58			
	0,2	1,74	1,71	0,03	1,72			
	0,3	1,75	1,74	0,01	0,57			
	0,4	1,74	1,75	0,00	0,00			
	0,5	1,75	1,73	0,02	1,14			
Hochofen	0,50	1,56	1,54	0,02	1,28			
	1,00	1,60	1,57	0,03	1,87			
	1,25	1,72	1,65	0,07	4,07			
	2,00	1,73	1,71	0,02	1,16			
			Kohlenstoff					
Mischer	0,1	3,48	3,42	0,06	1,72			
	0,2	3,57	3,62	0,00	0,00			
	0,3	3,64	3,59	0,05	1,37			
	0,4	3,72	3,81	0,00	0,00			
	0,5	3,70	3,70	0,00	0,00			
Hochofen	0,50	3,29	3,29	0,00	0,00			
	1,00	3,29	3,29	0,00	0,00			
	1,25	3,29	3,10	0,19	5,78			
	2,00	3,29	3,29	0,00	0,00			

stichrinne hat auch den Zweck, eine Einwirkung der Kieselsäure der Rinnenauskleidung zu verhüten. Außerdem wurde später die Rinne mit Dolomit statt mit kieselsäurehaltigem Sand ausgefüttert. Die Temperaturen wurden beim Einguß und beim Ausguß der Pfannen gemessen und die dazwischenliegenden Zeiten als Reaktionszeiten festgestellt.

Bei der Auswertung der Versuche läßt sich über den Einfluß der Sodamenge aussagen, daß mit wachsender Sodamenge der Grad der Entschwefelung anfangs ziemlich steil ansteigt, bei höheren Zusätzen dann aber abflacht (Bild 1). Besonders muß darauf hingewiesen werden, daß mit steigendem Sodazusatz der Ausnützung-

grad abnimmt (Bild 2). Die Siliziumabnahme steigt ebenfalls an, je mehr Soda zugesetzt wird. Bei den anderen Eisenbegleitelementen konnte, wie *Zahlentafel 5* zeigt, keine nennenswerte Aenderung der Abnahme mit dem Steigen des Sodazusatzes festgestellt werden. *Zahlentafel 6* und

Zahlentafel 6. Einfluß der Temperatur.

Abstichtemperatur	Schwefel in %		Schwefelabnahme in %	
	vor dem Entschwefeln	nach	absolut	bezogen
unter 1241°	0,214	0,135	0,079	36,92
1241 bis 1280°	0,129	0,082	0,047	36,43
1281 bis 1300°	0,111	0,075	0,036	32,43
1301 bis 1320°	0,099	0,070	0,029	29,29
über 1320°	0,087	0,063	0,024	27,59

Bild 3 zeigen den Einfluß der Temperatur im Bereich von etwa 1200 bis 1350°. Dabei ergibt sich eine um so bessere Entschwefelung, je niedriger die Abstichtemperatur ist. Die Erklärung hierfür ergibt sich aus den physikalischen Kennwerten der Soda, die bei 852° schmilzt und sich zu metallischem Natrium zersetzt, dessen Siedepunkt bei 880° liegt. Gelangt nun diese geringe Menge Natrium in die sehr viel größere und um etwa 400° wärmere Roheisenmenge, so leuchtet ein, daß die Menge des verdampfenden Natriummetalls in unmittelbarer Beziehung zur Eisentemperatur steht und daß damit auch die Menge der bei der Entschwefelung wirksamen Soda zurückgeht. Je länger die

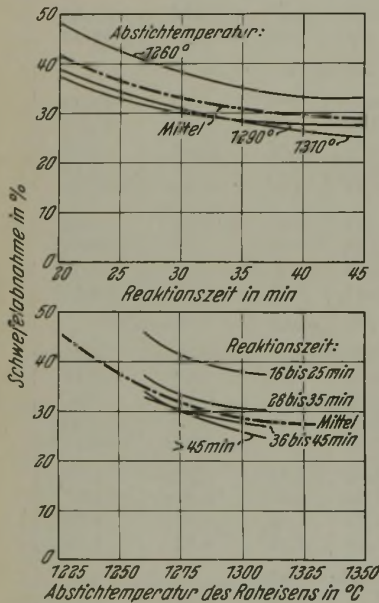
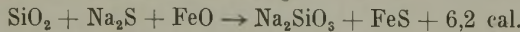


Bild 3. Entschwefelung des Roheisens in Abhängigkeit von der Abstichtemperatur und der Reaktionszeit.

Umsetzungsdauer zwischen Roheisen und Soda ist, um so geringer wird die Entschwefelung, wie *Zahlentafel 7* und *Bild 3* zeigen. Es besteht nämlich die Gefahr, daß bei allzulanger Wirkung der Sodaschlacke mit der unter Umständen mitgelaufenen Hochofenschlacke oder der sauren Pfannenauskleidung einerseits und mit flüssigem Roheisen



andererseits eine Rückwanderung des Schwefels in das Roheisen eintritt nach der Gleichung:

Dieser Vorgang läßt sich nur dadurch verhindern, daß die Umsetzungszeit nicht über die zur Bildung von Natriumsulfid erforderliche Zeit ausgedehnt wird. Bei einem hohen Anfangsschwefelgehalt des Roheisens ist bei gleichbleibendem Sodazusatz die Schwefelabnahme mengenmäßig größer als bei geringem Schwefelgehalt (*Bild 2*). Auf Grund des Massenwirkungsgesetzes muß sich um so mehr Natriumsulfid bilden, je mehr Eisensulfid anfangs im Eisen vorhanden ist, bevor das Gleichgewicht hergestellt ist. Die prozentuale Entschwefelung ist aber bei hohem Anfangsschwefelgehalt geringer als bei niedrigem. Auch hier läßt sich mit Hilfe einer Gleichgewichtsrechnung die prozentuale Entschwefelung ausdrücken durch das Verhältnis

$$\frac{[\text{Na}_2\text{O}]}{[\text{FeO}]}$$

Bei hohem Anfangsschwefelgehalt wird mehr Natriumoxyd verbraucht; da aber die zugesetzte Natriumoxydmenge immer dieselbe ist, so muß das am Ende der Umsetzung mit dem Roheisen vorhandene Natriumoxyd um so weniger sein, je höher der Ausgangsschwefelgehalt war.

Zahlentafel 7. Einfluß der Reaktionsdauer.

Zeit min	Schwefel in %		Schwefelabnahme in %	
	vor dem Entschwefeln	nach	absolut	bezogen
20	0,133	0,082	0,051	38,35
30	0,121	0,083	0,038	31,40
40	0,108	0,075	0,033	30,56
50	0,115	0,081	0,034	29,57
60	0,116	0,085	0,031	26,72

Ferner entsteht bei hohem Schwefelgehalt des Eisens nach der in *Zahlentafel 3* genannten Gleichung mehr Eisenoxydul, da eine größere Menge Eisensulfid an der Umsetzung beteiligt ist. Da also das Verhältnis $\frac{[\text{Na}_2\text{O}]}{[\text{FeO}]}$ durch diesen

Vorgang verändert wird, so wird auch die prozentuale Entschwefelung unter diesen Voraussetzungen geringer werden (*Zahlentafel 8* und *Bild 4*). Man kann jedoch zugunsten einer besseren Entschwefelung die Konzentration an Eisenoxydul verkleinern, indem man durch Zusatz von Kohlenstoff die Reduktion des Eisenoxyduls herbeiführt. Wie *Zahlentafel 9* zeigt, erhält man die größte Schwefelabnahme durch Anwendung eines Gemisches von Soda und Koksgrus. Bei 100%iger Reduktion des Eisenoxyduls kann man behaupten, daß eine Abhängigkeit der Entschwefelung von dem Anfangsschwefelgehalt im Roheisen nicht besteht.

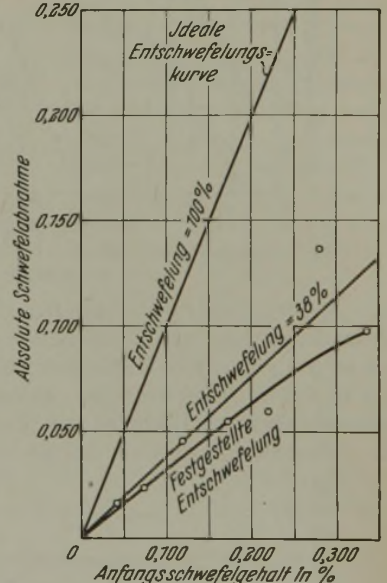


Bild 4. Einfluß des Anfangsschwefelgehaltes auf die Entschwefelung.

Ueber den Einfluß des Anfangsgehaltes an Mangan auf die prozentuale Entschwefelung gibt *Bild 5* Auskunft. Man sieht, daß bei einem Mangangehalt von 0,3 bis 0,5% die Entschwefelung von etwa 20% auf etwa 35% ansteigt,

Zahlentafel 8. Einfluß des Anfangsschwefelgehaltes auf die Entschwefelung.

Anfangsschwefelgehalt %	Schwefelgehalt in %		Schwefelabnahme %	Abnahme %
	vor	nach		
0,000 bis 0,050	0,043	0,027	0,016	37,21
0,051 bis 0,100	0,075	0,051	0,024	32,00
0,101 bis 0,150	0,121	0,075	0,046	38,02
0,151 bis 0,200	0,173	0,118	0,055	31,78
0,201 bis 0,250	0,219	0,159	0,060	27,40
0,251 bis 0,300	0,281	0,144	0,137	48,75
über 0,300	0,335	0,237	0,098	29,25
Mittel	0,102	0,066	0,036	35,29

um dann bis zu einem Mangangehalt von 0,9% in dieser Höhe zu verharren. Erhöht man den Mangangehalt von 0,9 auf 1,1%, so steigt dabei die Entschwefelung von etwa

Zahlentafel 9.

Wirkung verschiedener Entschwefelungsgemische.

Zusätze	Schwefel		Schwefel- abnahme	Abnahme %
	vor	nach		
Na ₂ CO ₃ + Schlacke . . .	0,095	0,066	0,029	30,53
Na ₂ CO ₃ allein	0,064	0,042	0,022	34,37
Na ₂ CO ₃ + Koksgrus . . .	0,089	0,054	0,034	38,64
Na ₂ CO ₃ + CaO	0,097	0,068	0,029	29,90
Na ₂ CO ₃ + Koksgrus + CaO	0,083	0,054	0,029	34,94
Mittel	0,085	0,056	0,029	34,12

35 auf etwa 45% an. Man erkennt aber auch gleichzeitig, daß die prozentuale Entschwefelung nicht im gleichen Umfange ansteigt wie der Mangangehalt, und daß sie deshalb wohl in den bei manganarmem Thomasroheisen bestehenden Grenzen vom Mangangehalt unabhängig ist. Wenn man sich das Mangan im Roheisen als ein den Schwefel tragendes Mittel vorstellt in dem Sinne, daß zwischen dem Eisensulfid und dem Mangan die Umsetzung zu Mangansulfid stattfindet, das wegen seines geringeren spezifischen Gewichtes an die Badoberfläche steigt, dort seinen Schwefel an die Soda abgibt und durch den zugesetzten Kohlenstoffgehalt

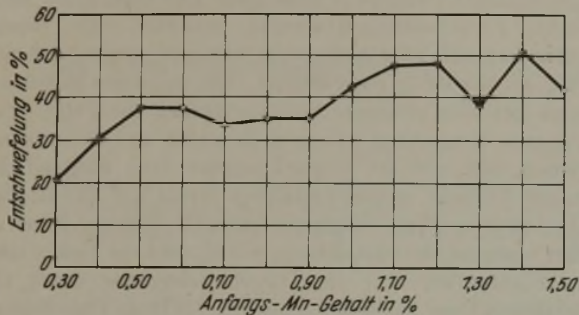


Bild 5. Einfluß des Anfangsmangangehaltes auf die Entschwefelung.

wieder zu metallischem Mangan reduziert wird, so genügt eine gewisse Menge Mangan, um diese Ueberführung des Schwefels zu bewerkstelligen. Hieraus ergibt sich, daß ein höherer Mangangehalt für die Entschwefelung des Roheisens nicht erforderlich ist. Wenn das Schaubild auch zeigt, daß bei einem Mangangehalt von etwa 1% eine bessere Entschwefelung eintritt, so ist dies wohl nur dadurch zu erklären, daß eine größere Menge Mangansulfid in die Schlacke geht, weil ja der eben geschilderte Kreislauf niemals vollständig ist, sondern immer einen gewissen Verlust an Mangan durch Zurückbleiben in der Schlacke mit sich bringt. Abschließend kann man über den Einfluß des Mangans auf die Entschwefelung sagen, daß eine Mindestmenge von 0,4 bis 0,5% Mn im Roheisen die Sodaentschwefelung begünstigt, höhere Mangangehalte jedoch keinen nennenswerten Einfluß mehr haben.

Vielfach wird im Schrifttum und Erfahrungsaustausch behauptet, daß die Sodabehandlung auf das Roheisen oder den Stahl nicht nur durch die Entschwefelung chemisch reinigend wirkt, sondern auch physikalisch guten Einfluß hat. Durch die Entwicklung von Kohlensäure soll das Eisenbad durchwirbelt und damit die Abscheidung der Schlackeneinschlüsse begünstigt werden. Auch die Seigerung des Stahles soll durch die Sodabehandlung unterbunden werden. Metallographische Untersuchungen einer größeren Anzahl von Proben vor und nach der Sodabehandlung ergaben keinen Einfluß der Entschwefelung. Im Betrieb konnte jedoch festgestellt werden, daß seit Einführung der Sodabehandlung das Ausbringen im Walzwerk besser geworden ist. Wenn man auch diese Feststellung nicht allein auf die Sodabehandlung des Roheisens zurückführen will, so

berechtigt sie jedoch zu der Annahme, daß die Güte des Stahles keineswegs durch die Sodabehandlung des Roheisens ungünstig beeinflusst wird.

Wie eingangs gezeigt worden war, beeinflusst freie Kieselsäure die Sodaentschwefelung ungünstig infolge von Rückschwefelung. Auch die Versuche haben diese aus den chemischen Grundlagen sich ergebenden Tatsachen bestätigt. Man muß also danach streben, eine Berührung mit freier Kieselsäure möglichst auszuschalten. Außerdem liegt es nahe, basische Soda nur mit basischen feuerfesten Stoffen in Berührung zu bringen, um die starken Angriffe auf die Pfannenauskleidung zu verringern. Bei einem der zahlreichen Versuche wurde die Schamotteausfütterung der Roheisenpfanne durch eine basische Auskleidung mit gestampfter Dolomitmasse, gestampfter Magnesitmasse und gestampfter Dolomitmasse mit 10% Graphitzusatz ersetzt. Auch die Abstichrinne des Hochofens wurde mit Dolomit ausgestampft. Der Erfolg dieser Maßnahmen war, daß der Schwefelgehalt des Roheisens von 0,112 auf 0,058, also um 48,2% sank, während bei mit Schamotte ausgekleideten Pfannen nur eine Entschwefelung von 0,113 auf 0,076%, d. h. um 32,7%, eintrat. Man darf jedoch nicht vergessen, daß eine Auskleidung der Abstichrinne mit Dolomit zu erheblichen Betriebsschwierigkeiten führt, weil die Masse schon nach dem ersten Abstich rissig wird.

Schon kurz nach Einführung der Sodaentschwefelung am Hochofen konnte festgestellt werden, daß die Haltbarkeit der Roheisenpfannen um ungefähr die Hälfte zurückging. Der Versuch, die Haltbarkeit der Pfannen durch ein basisches Futter aus gestampfter Dolomit- und Magnesitmasse zu erhöhen, führte zunächst zu keinem besseren Ergebnis. Der Grund liegt keineswegs darin, daß das saure Futter durch ein basisches ersetzt wird, sondern vielmehr darin, daß die technischen Voraussetzungen für sachgemäßes Stampfen und Brennen nicht gegeben sind. Eine Wiederholung dieser Versuche ist vorgesehen. Auch am Roheisenmischer konnte eine stark korrodierende Wirkung der Soda festgestellt werden.

Die bei der Sodaentschwefelung entstehende Schlacke ist durch leichte Schmelzbarkeit und sehr große Dünflüssigkeit gekennzeichnet. Wegen ihres hohen Schwefelgehaltes muß sie sehr sorgfältig vom Eisenbad abgezogen werden. Die wegen der Dünflüssigkeit entstehenden Schwierigkeiten beim Abschlacken lassen sich dadurch umgehen, daß man die Schlacke durch ein neutrales oder basisches Mittel ansteift. Am besten eignet sich hierzu Kalkstaub.

Die reine Sodaschlacke enthält infolge des Angriffs auf feuerfeste Stoffe und durch die unvermeidlich geringen Beimengungen von Hochofenschlacke sowie durch absichtlich gemachte Zusätze noch eine Anzahl anderer Bestandteile. Nach Entfernung des beim Abschlacken mitgerissenen metallischen Eisens ergibt sich eine durchschnittliche Zusammensetzung der Sodaschlacke, wie sie in Zahlentafel 4 angegeben ist. Faßt man die einzelnen Bestandteile der Sodaschlacke zu den in der Schlacke auftretenden chemischen Verbindungen zusammen, so erhält man folgende Anteile:

6,39% Na ₂ S	4,99% CaO
4,18% MnS	0,37% MnO
0,85% Na ₃ PO ₄	4,44% FeO
49,89% Na ₂ SiO ₃	1,50% MgO
22,62% CaSiO ₃	4,77% Al ₂ O ₃

Im Grunde genommen ist also die Sodaschlacke ein alkalisches Glas, enthält jedoch verhältnismäßig viel Eisen und Mangan. Der hohe Gehalt an Natriumoxyd steht aber der Rückgewinnung dieser Metalle durch Verhüttung

der Schlacke im Hochofen entgegen. Durch Luftfeuchtigkeit und Regenwasser wird die Sodaschlacke zersetzt nach der Gleichung: $\text{Na}_2\text{S} + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{NaOH} + \text{H}_2\text{S}$.

Bei dieser Zersetzung zerfällt die Schlacke zu kleinen weichen Stücken, die entstehende Natronlauge und der Schwefelwasserstoff sind dabei unangenehme Begleiterscheinungen, so daß man danach trachten muß, die Sodaschlacke nicht auf die Halde zu werfen, sondern in irgendeiner Form nutzbar zu machen. In Betracht zu ziehen sind für die Nutzbarmachung die Rückgewinnung der Soda oder des Schwefels und eine Abgabe an die Glasindustrie. Um die mehr oder weniger großen Mengen von der Schlacke mitgerissenen metallischen Eisens zurückzugewinnen, ist es angebracht, die Sodaschlacke sofort nach der Erstarrung und Abkühlung zu brechen und magnetisch aufzubereiten. Die Rückgewinnung der Soda kann durch Kalzinieren der Schlacke mit Kalkstein geschehen, wobei sich Kalziumsulfid und Soda bildet. Beim Auslaugen der entstehenden Masse geht die Soda in Lösung und läßt sich durch Auskristallisieren gewinnen. Eine andere Möglichkeit zur Gewinnung der Soda ist die Behandlung mit Natriumbikarbonat, wobei sich neben Soda Schwefelwasserstoff bildet. Man braucht die Schlacke dazu nur in Wasser aufzuschlämmen, das Natriumbikarbonat zuzusetzen und heißen Dampf durchzuleiten. Dabei wird der entstehende Schwefelwasserstoff vom Dampf mitgerissen, Soda bleibt in Lösung und wird von den unlöslichen Schlackenbestandteilen durch Filtrieren getrennt und auskristallisiert. In beiden Fällen muß auskristallisierte Soda durch Kalzinieren vom Kristallwasser befreit werden, bevor sie von neuem zur Entschwefelung verwendet werden kann. Der bei der Behandlung mit Natriumbikarbonat entstehende Schwefelwasserstoff kann durch Einleiten in eine saure Lösung unter Abscheidung von elementarem Schwefel zersetzt werden, woraus sich die Möglichkeit der unmittelbaren Schwefelgewinnung ergibt. Leitet man den Schwefelwasserstoff mit Luft vermischt und auf 600 bis 800° erhitzt über einen Katalysator, so tritt eine Oxydation zu Schwefeltrioxyd ein, das in Wasser aufgefangen werden kann. Laboratoriumsversuche mit Platin als Katalysator ergaben eine vollständige Umsetzung des Schwefelwasserstoffes. Für eine technische Anwendung dieses Verfahrens können auch Vanadinsalze, Manganoxyd, Eisenoxyd und andere als Katalysatoren in Betracht kommen, doch müßten die wirksamsten und billigsten Versuche ermittelt werden. Eine praktische Ausführung der erwähnten Rückgewinnungsmöglichkeiten von Soda oder Schwefel ist aber unwirtschaftlich.

An den Vortrag schloß sich folgende Erörterung an.

J. Stoecker, Bochum: Da die Entschwefelung des nach dem sauren Verfahren hergestellten Roheisens einen erheblichen Kostenanteil darstellt — ich glaube, es sind rd. 2 *R.M.* je t Roheisen —, so sind wir Herrn Theisen sehr dankbar dafür, daß er uns Hinweise gegeben hat, wie dieser Unkostenanteil gesenkt und wie der Wirkungsgrad der Entschwefelung gesteigert werden kann.

W. Oelsen, Düsseldorf: Es erscheint mir wesentlich, auf die besprochenen chemischen und thermochemischen Grundlagen der Sodaentschwefelung einzugehen, für die Herr Theisen eigene Versuchsunterlagen nicht bringt. Das ist besonders wichtig, weil eine ganze Reihe der mitgeteilten Anschauungen und Reaktionsgleichungen über die Vorgänge bei der Sodaentschwefelung zu Irrtümern Anlaß geben könnte. Durch eine umfassende Untersuchung im Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung¹⁾ konnte nachgewiesen werden und übrigens auch auf Grund thermochemischer Überlegungen kann man sich klarmachen, daß bei der Entschwefelung mit Soda das metallische Natrium eine ausschlaggebende Rolle nicht spielt. Die Soda setzt sich unmittelbar und viel schneller mit dem in der Eisenschmelze gelösten Eisensulfid um, ehe eine Reduktion zu metallischem Natrium er-

¹⁾ Stahl u. Eisen demnächst.

Denkbar und auch schon wiederholt vorgeschlagen ist eine Verwertung der Sodaschlacke in der Glasindustrie. Jedoch schließt der Eisengehalt die Herstellung von farblosen Gläsern aus. Es kommt also lediglich die Herstellung von dunkelgefärbtem Flaschen- oder Verpackungsglas in Frage, wobei auch zu bedenken ist, daß die Frachtbelastung für den Weg von den Hüttenwerken zu den Glaswerken eine erhebliche Rolle spielt.

Nach einer Patentanmeldung der Burbacher Hütte wird, um die Sodaschlacke trotzdem irgendwie nutzbar zu machen, die flüssige Entschwefelungsschlacke in einem mit Wasser gefüllten Kübel abgezogen, wodurch die Schlacke sofort zerfällt und das mitgerissene Eisen ausgeschieden wird. Durch Auslaugen mit Wasser wird der größere Teil des Schwefels und der alkalischen Bestandteile ausgewaschen. Die ausgelagte Schlacke kann ohne Bedenken im Hochofen wieder eingesetzt werden. Die in dem Kübel entstandene Lauge wird auf den Werken weiterverarbeitet.

Zusammenfassung.

Nach kurzer Erläuterung der theoretischen Grundlagen der Sodaentschwefelung wird über die Ergebnisse zahlreicher Entschwefelungsversuche berichtet. Als zweckmäßig hat sich eine Sodamenge erwiesen derart, daß auf 0,1% S etwa 0,5% Soda kommt. Ein zu großer Sodaüberschuß hat eine geringere Sodaausnutzung zur Folge. Um eine gute Umsetzung zwischen Roheisen und Soda zu erreichen, läßt man die ungeschmolzene Soda während des ganzen Abstichs in gleichmäßigem Strahl auf das flüssige Eisen rieseln. Eine niedrigere Abstichtemperatur führt zu einer besseren Entschwefelung, jedoch sind die Bedürfnisse des Stahlwerkes und die Temperaturverluste durch die Sodabehandlung zu berücksichtigen. Als beste Umsetzungs-dauer wird ein Zeitraum von 6 bis 10 min festgestellt, der wegen der Gefahr einer Rückschwefelung nicht überschritten werden soll. Ebenso führt mitgerissene Hochofenschlacke zur Rückschwefelung; auch ist eine basische Auskleidung der Roheisenpfanne und der Abstichrinne günstiger. Die Entschwefelung hinter dem Mischer ist deshalb der Behandlung am Hochofen vorzuziehen. Bei 0,2% übersteigendem Schwefelgehalt ist die stufenweise Entschwefelung am Hochofen und hinter dem Mischer vorzuziehen. Um die Eisenverluste möglichst gering zu halten, ist ein Kohlenstoffzusatz in Höhe von etwa 20% der Sodamenge zu empfehlen. Ein nachteiliger Einfluß der Sodaentschwefelung auf die Stahlgüte konnte nicht festgestellt werden. Die Möglichkeiten einer Verwertung der Sodaschlacke werden besprochen.

* folgt. Metallisches Natrium tritt erst auf, wenn die Schwefelgehalte des Eisens erheblich unter 0,05% S gesunken sind. Wenn Natriumdämpfe bei höheren Schwefelgehalten des Eisens auftreten, ist das nur ein sicheres Zeichen dafür, daß die Soda nicht in hinreichende Berührung mit der Eisenschmelze gelangt ist. Für eine Entschwefelung mit Soda ist auch die Bildung einer Silikatschlacke, in der das Natriumsulfid gelöst werden müßte, nicht notwendig, vielmehr kann man ein Roheisen mit Soda allein ohne Gegenwart von Kieselsäure, ohne Gegenwart von Silizium oder Mangan ganz vorzüglich entschwefeln, und zwar dergestalt, daß bei 1200 bis 1400° eine Schlacke entsteht, die über 80% Na_2S oder annähernd 40% S enthält, und zwar neben einer Eisenschmelze mit nur 0,008% S. Das flüssige Natriumsulfid ist bei diesen Temperaturen noch beständig und wird durch Eisen nicht zersetzt. Gegenüber einer Forderung, die Schlacken müßten möglichst wenig Natriumsulfid enthalten, kann daher nur betont werden, es muß möglichst viel Natriumsulfid gebildet werden. Das ist ja der Sinn der Sodaentschwefelung. Hinzu kommt, daß das einmal gebildete Natriumsulfid unter reduzierenden Bedingungen keinen Anlaß hat, sich mit der Kieselsäure umzusetzen und Silikate zu bilden. Es ist also mit Rücksicht auf den Pfannenverschleiß ein hoher Natriumsulfidgehalt der Schlacke nur günstig. Andererseits sind nur natriumsulfidreiche Schlacken

für eine Gewinnung des wertvollen Alkalis und des Schwefels geeignet.

Ein zusätzliches Reduktionsmittel außer dem Kohlenstoff ist für die Sodaentschwefelung nach unseren Versuchen im Laboratorium nicht erforderlich. Das Mangan fördert allerdings die Wirkung ganz erheblich, und zwar wirkt jede Zunahme des Mangangehaltes steigend. Dagegen wirkt das Silizium, obwohl es schneller reduzierend eingreift, durch den von Herrn Theisen hervorgehobenen Einfluß der gebildeten Kieselsäure dem Entschwefelungsvorgang eher entgegen. Die beste Wirkung wurde bei Laboratoriumsversuchen an siliziumfreien Schmelzen festgestellt. Allerdings muß stets dafür gesorgt werden, daß die Soda auch wirklich nach der Zugabe mit der Eisenschmelze reagiert. Im Schrifttum über die Entschwefelung mit Soda ist immer die Rede davon, daß mit der Bildung des Natriummetasilikates die Entschwefelung aufhören müsse. Das ist nicht der Fall. Das Natriummetasilikat ist immer noch ein so gutes Entschwefelungsmittel, daß z. B. ein Zusatz von 2% $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2$ eine Entschwefelung von 0,2 auf 0,08% S. also um 60% hervorbringen kann. Das ist ungefähr so viel, wie man mit der Soda im technischen Betriebe erzielt. Die Frage ist eben nur, wie man ein solch gutes Ausreagieren unter technischen Bedingungen herbeiführen kann.

Eine besonders wichtige Eigenschaft der Natriumsulfid-schlacken und auch noch der Silikat enthaltenden Schlacken ist ihre Fähigkeit, ganz erhebliche Mengen Eisensulfid und bei Gegenwart von Mangan auch Mangansulfid aus dem Eisen herauszu-

lösen, und zwar auch noch bei ganz kleinen Schwefelgehalten des Eisens. Die Wirkung der Soda ist also nach oben hin nicht begrenzt durch die Menge des Natriumsulfids, die bei stöchiometrischem Umsatz gebildet werden kann. Bei der Berechnung der „Sodaausnutzung“ in Prozent der nach stöchiometrischem Umsatz zu Natriumsulfid zu entfernenden Schwefelmengen können sich infolge der Auflösung von Eisensulfid und Mangansulfid Ausnutzungsgrade von weit über 100% ergeben.

Zum Schlusse möchte ich noch darauf hinweisen, daß die Laboratoriumsversuche klar ergeben haben, daß die Ausnutzung der Soda nach den bisher bekannt gewordenen Unterlagen im technischen Betriebe auch unter günstigen Verhältnissen kaum 25 bis etwa 35% der im Laboratorium bei einmaligem Zusatz zu erzielenden ausmacht. Etwa 70% der Soda müssen also im Ueberschuß angewandt werden, nur um diese schnelle Wirkung auch bei mangelhaftem Ausreagieren zu erzielen. Es müßte also angestrebt werden, die Ausnutzung der Soda im Betriebe durch Verbesserung der Bedingungen für ein schnelles und völliges Ausreagieren zu steigern.

Wenn ich auch weiß, daß sich die unter günstigen Bedingungen im Laboratorium erreichte Ausnutzung im Betriebe nicht voll verwirklichen läßt, so liegt der Wert solcher Untersuchungen im Laboratorium darin, daß sie erkennen lassen, welche große Spanne noch zwischen dem technisch schon Erreichten und der im Idealfalle zu erzielenden Wirkung besteht. Von Gleichgewichten kann unter den technischen Bedingungen keinesfalls die Rede sein.

Die Oberflächenempfindlichkeit von Stählen gegen bestimmte Heizgase.

Von Franz Nehl in Mülheim (Ruhr).

[Bericht Nr. 429 des Werkstoffausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute¹].

(Beobachtungen über das Auftreten von Oberflächenrissen durch Zugspannungen bei der Warmverarbeitung. Laboratoriums- und Betriebsversuche über den Einfluß der Beanspruchungstemperatur, der Heizgaszusammensetzung, besonders des Sauerstoff-, Wasserdampf- und Schwefelgehaltes, sowie der Stahlzusammensetzung, darunter des Kupfer- und Phosphorgehaltes, auf die Oberflächenempfindlichkeit. Wege zur Verhinderung der Oberflächenrisse durch Korngrenzenangriff.)

Unter der Zunderschicht von Walzwerkserzeugnissen finden sich gelegentlich feine, nur Bruchteile eines Millimeters tiefe Oberflächenrisse, die an sich meist harmlos sind und durch Schleifen leicht beseitigt werden können. Merkwürdigerweise werden sie beim Walzen üblicher Profile im geschlossenen Kaliber fast nie und beim Walzen von Blechen nur selten beobachtet. Häufiger treten die Oberflächenrisse dagegen beim Walzen von Rundstahl im offenen

mittels Dornes vor, und hier nimmt die Bildung von Oberflächenrissen zeitweise einen Umfang an, daß erhebliche Kosten zum Abdrehen der rissigen Oberfläche aufgewendet werden müssen. Es wurde festgestellt, daß das Ausmaß der Ribbildung trotz gleichem Beanspruchungsverhältnis und Uebereinstimmung im Gehalt an den für gewöhnlich bestimmten Bestandteilen bei den einzelnen Hohlkörpern sehr unterschiedlich war.



Bild 1. Oberfläche eines Hohlkörpers mit Rissen. (rd. $\times 2$.)

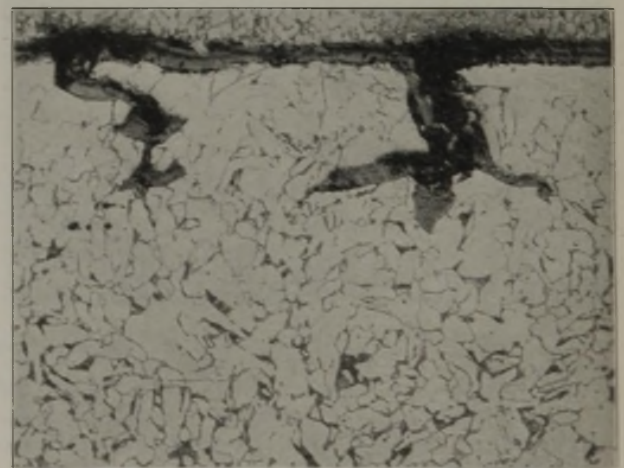


Bild 2. Schnitt durch die rissige Oberfläche nach Bild 1. (rd. $\times 100$.)

Kaliber auf und überall dort, wo durch die Warmverarbeitung eine stärkere Zugbeanspruchung der Oberfläche des Werkstoffes stattfindet. Eine solche Beanspruchung liegt z. B. beim Aufweiten von Hohlkörpern

In Bild 1 ist die Oberfläche eines ribempfindlichen Hohlkörpers in zweifacher Vergrößerung wiedergegeben. Bild 2 zeigt das Eindringen der Oberflächenrisse in den Werkstoff in stärkerer Vergrößerung.

Die naheliegende Annahme, daß der Grad der Oberflächenrissigkeit mit der Stärke des Verzunders in unmittelbarem Zusammenhang steht, bestätigte sich nicht. Zwischen oberflächenrissigem und nichtoberflächenrissigem

¹) Erstattet in der Sitzung des Arbeitsausschusses des Werkstoffausschusses am 22. Juni 1938. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

Werkstoff konnte kein besonderer Unterschied in der Stärke der Zunderbildung festgestellt werden.

Es wurde nun zunächst versucht, bei Werkstoff, der nach den Erfahrungen des Betriebes besonders zu dieser Oberflächenempfindlichkeit neigte, laboratoriumsmäßig den Einfluß der Beanspruchungstemperatur festzustellen. Die zur Entstehung der Ribbildung notwendige Zugbeanspruchung der Oberfläche wurde durch Biegen der

In Bild 4 und 5 ist zur besseren Verdeutlichung nochmals der Scheitelpunkt der auf 800 und 1050° erhitzten und gebogenen Proben vergrößert wiedergegeben. Bei einer weiteren Versuchsreihe, zu der ein Stahl mit 0,21% C, 0,30% Si, 0,68% Mn, 0,040% P, 0,020% S und 0,12% Cu verwendet wurde, der im Betrieb nur geringe Oberflächenempfindlichkeit gezeigt hatte, ließen auch die Biegeproben keine oder nur ganz schwache Ribbildung erkennen.

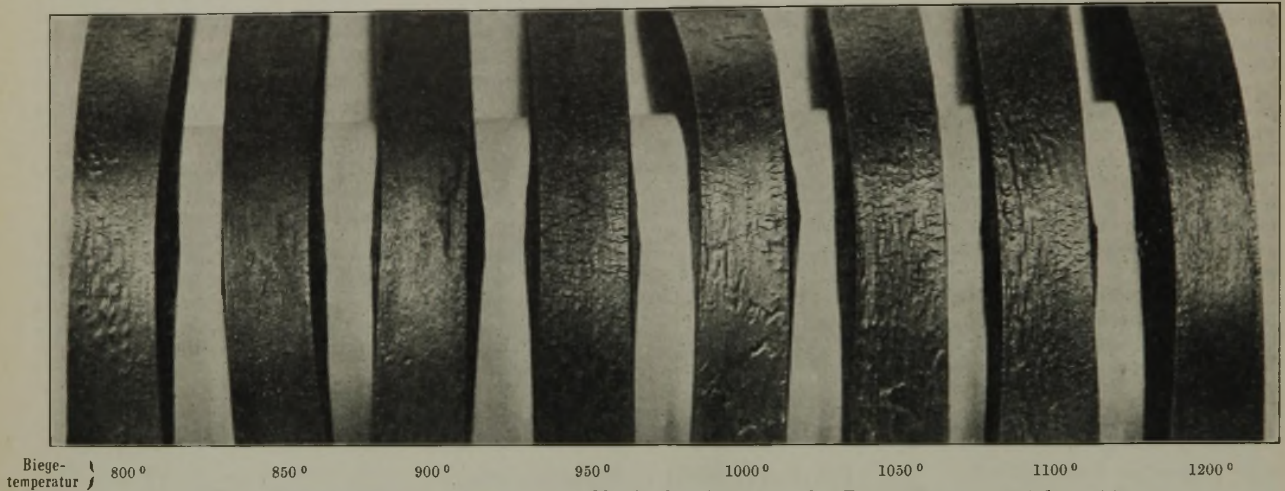


Bild 3. Abhängigkeit des Auftretens von Oberflächenrisen von der Biegetemperatur. (rd. $\times 1$.)

erhitzten Probe um 90° nachgeahmt. Bei der ersten Versuchsreihe wurden Biegeproben des Stahles, der die Oberflächenrissigkeit nach Bild 1 ergeben hatte, in der Weise durchgeführt, daß aus dem Stahl allseitig bearbeitete Proben von 180 mm Länge und einem Querschnitt von etwa 15×15 mm² in einem mit Ferngas beheizten Steinstrahl-ofen auf verschiedene Temperaturen erhitzt und dann bei diesen Temperaturen um 90° gebogen wurden. Das Gas im Ofen

Da also anscheinend das Ergebnis der im Laboratorium durchgeführten Biegeprüfungen in guter Beziehung zu dem Verhalten beim Aufweiten im Betrieb stand, wurden die weiteren Untersuchungen an ähnlichen Biegeprobenreihen durchgeführt.

Es lag nahe, einen Zusammenhang zwischen der Einwirkung der Erhitzungsgase und der Ausbildung der Oberflächenrisse zu vermuten. Ist dies der Fall, so müßte sich

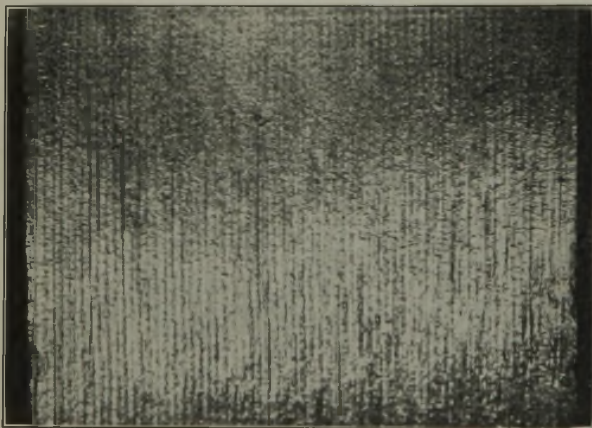


Bild 4. Bei 800° gebogen.

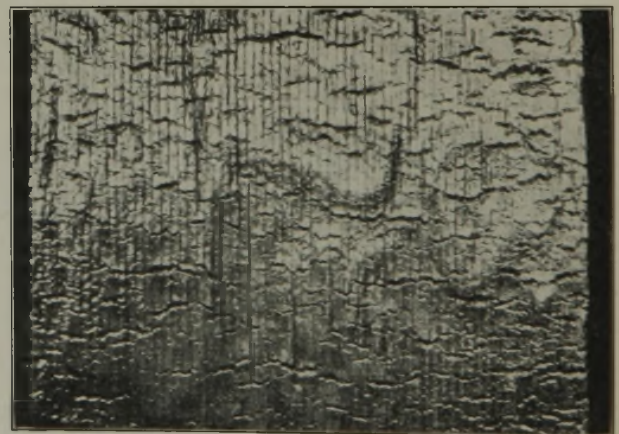


Bild 5. Bei 1050° gebogen.

Bild 4 und 5. Ausbildung der Risse im Scheitel der bei verschiedenen Temperaturen gebogenen Proben. (rd. $\times 4$.)

enthielt etwa 8% CO₂ und höchstens 1,5% O₂, während der Rest aus Stickstoff und Wasserdampf bestand; diese Zusammensetzung wurde bei allen Versuchen soweit wie möglich gleichgehalten.

In Bild 3 ist die Zugseite einiger zwischen 800 und 1200° gebogener Proben aus Stahl mit 0,18% C, 0,23% Si, 0,78% Mn, 0,035% P, 0,022% S und 0,14% Cu wiedergegeben. Man erkennt auf der auf 800° erwärmten und gebogenen Probe feine, praktisch bedeutungslose Ribchen. Die auf 850 und 900° erhitzte und gebogene Probe zeigt nur wenig stärkere Ribbildung. Zwischen 950 und 1050° tritt die Ribbildung dann in starkem Maße auf und wird bei Erhitzung und Biegung bei noch höheren Temperaturen wieder schwächer.

auch ein Einfluß der Erhitzungsdauer bemerkbar machen. In der Tat wies ein oberflächenempfindlicher Stahl um so stärkere Ribbildung nach Erhitzen und Biegen bei 1050° auf, je länger die Erwärmungsdauer war.

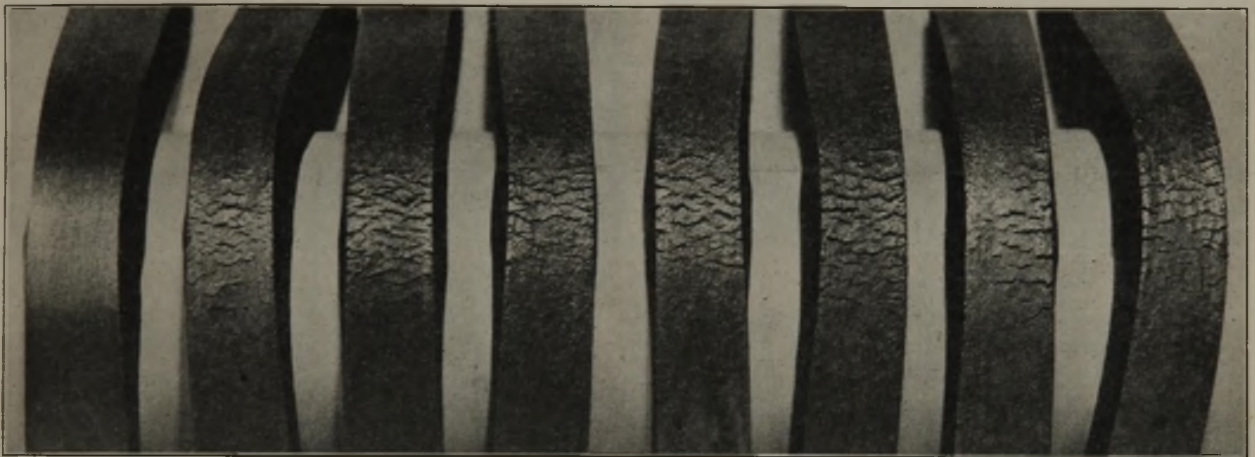
Weiter müßte sich ein Einfluß des Erhitzungsgases darin bemerkbar machen, daß Proben, die längere Zeit auf eine höhere Temperatur erhitzt wurden, auch beim späteren Biegen bei tieferen Temperaturen noch starke Ribbildung aufweisen. Während die in Bild 6 auf der linken Seite dargestellte Probe, die 40 min in der angegebenen Ofenatmosphäre auf 850° erwärmt und dann gebogen wurde, noch keine Ribbildung aufweist, zeigen alle übrigen Proben, die 40 min auf 1200° erhitzt und dann bei

den darunter angegebenen Temperaturen gebogen wurden, auch bei den niedrigen Biegetemperaturen starke Ribbildung. Es ergab sich also hieraus, daß im wesentlichen diejenige Temperatur von ausschlaggebender Bedeutung ist, bei welcher der Stahl während einer gewissen Zeit den Ofengasen ausgesetzt war.

Es war nun festzustellen, welcher oder welche Bestandteile der Ofengase die Ribbildung veranlassen. Nach dieser Richtung wurden durch G. Tichy und G. Lautenbusch Versuche durchgeführt, die das Verhalten verschieden empfindlicher Werkstoffe in reiner Kohlensäure, reinem Sauerstoff, reinem Wasserstoff, in Kohlenoxyd, Wasserdampf und in Wasserdampf mit einem Anteil von Sauerstoff oder Wasserstoff bei einer Temperatur von 1050° ermittelten. Auch hier wurde für die Beurteilung der Ribempfindlichkeit die Biegeprüfung gewählt. Als Ergebnis dieser Versuche konnte u. a. festgestellt werden, daß der bei der Wasserdampferzeugung entstehende atomare Sauerstoff in

kennbare Ribbildungen beobachtet wurden, muß man annehmen, daß schon geringe Mengen Wasserdampf in den Ofengasen genügen, um eine Schädigung der Oberfläche herbeizuführen.

Um so überraschender war es daher, daß bei der Erhitzung in verbrennendem, ungereinigtem Generatorgas und in verbrennendem Kohlenstaub keine Ribbildungen auftraten. Bei der Kohlenstaubfeuerung könnte man noch annehmen, daß der aus der Luftfeuchtigkeit stammende Wasserdampf durch den hohen Ueberschuß an freiem Kohlenstoff an einer vollständigen Zersetzung gehindert wird. So zeigten auch vorher verrußte Proben bei der Erwärmung in verbrennendem Koksofengas keine Ribbildung. Dagegen fehlte zunächst eine Erklärung für die Oberflächenunempfindlichkeit beim Erwärmen im verbrennenden, ungereinigten Generatorgas. Generatorgas enthält etwa 10% H_2 und 2 bis 3% CH_4 , so daß die bei der Verbrennung entstehenden Wasserdampfmengen zur Auslösung



Erhitzungs- und Biege-temperatur

Bild 6. Oberflächenrissigkeit in Abhängigkeit von Erhitzungs- und Biegetemperatur. (rd. $\times \frac{3}{4}$.)

weitaus stärkerem Maße für die Oberflächenrissigkeit verantwortlich zu machen ist als molekularer Sauerstoff. Mit dieser Feststellung würde die in den Betrieben gemachte Beobachtung in Einklang stehen, daß die Ribbildung erheblich vermindert werden kann, wenn man mit starkem Luftüberschuß arbeitet. Im Laboratoriums-Steinstrahlöfen wirkte sich schon ein verhältnismäßig geringer Sauerstoffüberschuß in den Heizgasen von etwa 3% und mehr in einer Abnahme der Ribbildung bei Erhitzung der Biegeproben oberhalb 1100° aus. Man kann sich den Vorgang vielleicht so vorstellen, daß der aus dem Wasserdampf entstandene atomare Sauerstoff bevorzugt die Korngrenzen angreift und in den Korngrenzenstoffen Veränderungen hervorruft, die zu Ribbildung bei Zugbeanspruchung im heißen Zustande führen. Ein größerer Ueberschuß an freiem Sauerstoff wird dagegen mehr eine gleichmäßige Abzunderung der Gesamtoberfläche ohne besondere Bevorzugung der Korngrenzen bewirken.

Wenn diese Annahmen richtig sind, dann müßten diejenigen Gase die stärkste Oberflächenschädigung herbeiführen, die bei der Verbrennung die größte Menge Wasserdampf bilden. Koksofengas enthält 50% H_2 und außerdem noch etwa 24% CH_4 , das gleichfalls zu Wasserdampf und Kohlensäure verbrennt. Sogenanntes Wassergas enthält ebenfalls 50% H_2 . Die praktischen Versuche zeigten, daß verbrennendes Koksofengas und Wassergas auch die stärkste Schädigung herbeiführen. Da aber auch bei Erwärmung in verbrennendem Gichtgas und selbst beim Erwärmen im elektrisch beheizten Luftofen noch deutlich er-

der Oberflächenempfindlichkeit ausreichen müßten. Es konnte nun festgestellt werden, daß die Oberflächenrissigkeit dann in erwartetem Umfang auftritt, wenn das Generatorgas vorher in üblicher Weise gereinigt wird. Hier scheint der Schwefelgehalt des ungereinigten Gases eine ausschlaggebende Rolle zu spielen. Denn auch bei Erwärmung in verbrennendem Koksofengas trat eine Ribbildung dann nicht in Erscheinung, wenn man der Flamme oder dem Gas Schwefel, z. B. in Form von Schwefeldioxyd oder Schwefelkohlenstoff, zugibt. Ebenso treten die Oberflächenrisse bei der Erwärmung in verbrennendem, ungereinigtem, d. h. schwefelhaltigem Kokereigas nicht in Erscheinung. Bemerkenswert ist, daß auch die durch den Aufbau des Zunders bedingte Zunderfärbung durch den Schwefelgehalt und anscheinend auch andere in geringeren Mengen vorhandene Beimengungen des Gases stark beeinflusst wird. So bildet sich z. B. unter bestimmten Bedingungen in schwefelfreiem Gas häufig eine rötliche Zunderschicht, die sofort in die bekannte schwarzbläuliche Farbe umschlägt, wenn man dem verbrennenden Gas kleine Schwefelmengen zugibt. Die Wirkung des Schwefels entspricht wahrscheinlich der des molekularen Sauerstoffs, in dem eine gleichmäßige Abzunderung bewirkt wird, wodurch ein bevorzugter Angriff der Korngrenzen unterbunden wird.

Damit wäre an sich ein wirksames Mittel gegeben, um die Oberflächenrissigkeit zu vermeiden, indem man die Erwärmung nämlich entweder in ungereinigtem Generator- oder Koksofengas vornimmt oder aber, indem man den aus anderen Gründen und zu anderen Zwecken gereinigten

Gasen nachträglich in irgendeiner Form wieder Schwefel zugibt. Eine Schwierigkeit besteht im letzten Fall darin, daß zur Erzielung der gleichen Wirkung die Schwefelgehalte bei Zusatz von Schwefel aus einem bisher nicht bekannten Grunde anscheinend höher sein müssen als die natürlichen Schwefelgehalte der ungereinigten Gase. Bei zu hohem Schwefelgehalt treten aber leicht Zerstörungen des Mauerwerks und Geruchsbelästigungen auf.

Zahlentafel 1. Laboratoriumsfeststellungen über die Oberflächenempfindlichkeit von Siemens-Martin-Stählen beim Warmbiegen.

Stahl	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cu %	Biegetemperatur in °C ¹⁾				
							900	950	1000	1050	1100
1	0,05		0,30	0,009	0,022		.	.	+	++	++
2	0,05		0,49	0,040	0,025		—	—	—	—	—
3	0,08	Sp.	0,39	0,014	0,029		—	—	—	—	—
4	0,09		0,47	0,022	0,034		—	—	.	+	—
5	0,09	0,15	0,55	0,019	0,032	0,19	—	—	.	++	++
6	0,10	0,11	0,45	0,024	0,028		—	—	.	+	.
7	0,10	0,14	0,52	0,029	0,029		—	—	—	—	—
8	0,11	0,11	0,52	0,036	0,043		—	—	+	++	.
9	0,11	0,12	0,74	0,037	0,030		—	—	+	+	—
10	0,11	0,16	0,53	0,026	0,021		—	—	+	+	—
11	0,12		0,50	0,024	0,023		—	—	.	++	++
12	0,12	0,07	0,46	0,006	0,025	0,17	—	—	.	++	.
13	0,12	0,11	0,55	0,018	0,025		—	—	—	—	—
14	0,12	0,13	0,43	0,018	0,023		—	—	.	.	—
15	0,13		0,55	0,039	0,037		—	—	—	—	+
16	0,13	0,13	0,78	0,054	0,037		—	—	—	—	—
17	0,13	0,15	0,67	0,039	0,033		—	—	—	—	—
18	0,16		0,62	0,026	0,026		—	—	.	+	+
19	0,17	Sp.	0,47	0,019	0,049		—	—	—	—	—
20	0,18	0,02	0,66	0,027	0,037	0,21	—	—	.	++	+
21	0,18	0,03	0,51	0,004	0,021	0,15	—	—	.	+	+
22	0,18	0,10	0,70	0,040	0,032	0,08	—	—	—	—	—

1) — keine Risse, . mit der Lupe wahrnehmbare Risse, + mit bloßem Auge wahrnehmbare Risse, ++ stärkere Ribbildung.

Es war noch zu klären, warum auch bei Verwendung von gereinigtem Koksofengas und entsprechenden Zugbeanspruchungen der Oberfläche bei den kritischen Temperaturen, also unter Bedingungen, unter denen üblicherweise die Oberflächenrissigkeit deutlich erscheint, die Ribbildung durchaus nicht bei allen Stählen auftritt. Die gleichen Beobachtungen waren von G. Lautenbusch und G. Tichy an zahlreichen Schmelzen von weichen unlegierten Stählen gemacht worden. Aus dem Ergebnis der dort vorgenommenen Versuche sei die Feststellung vermerkt, daß anscheinend steigende Phosphorgehalte eine Verminderung oder Aufhebung der Ribanfälligkeit des Stahles bewirken. Es schien also so, als ob nicht nur die Zusammensetzung der Ofengase, sondern auch die Zusammensetzung des Werkstoffes einen Einfluß auf die Oberflächenrissigkeit ausübte.

Zahlentafel 2. Ergebnis der Prüfung der Ribempfindlichkeit von 510 Blechen aus 254 verschiedenen Siemens-Martin-Schmelzen.

Ribempfindlichkeit	Anzahl der Bleche	Mittelwerte für					
		C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cu %
Keine Risse	109	0,127	0,191	0,594	0,034	0,035	0,122
Mit der Lupe wahrnehmbare Risse. . .	129	0,133	0,182	0,604	0,031	0,033	0,126
Mit bloßem Auge wahrnehmbare Risse	181	0,130	0,190	0,608	0,031	0,033	0,137
Stärkere Ribbildung	91	0,132	0,193	0,600	0,030	0,033	0,140
Sämtliche Proben	510	0,131	0,189	0,600	0,032	0,033	0,13

Bei den ursprünglichen Versuchen war man so vorgegangen, daß die in Zahlentafel 1 nach steigendem Kohlenstoffgehalt geordneten Stahlsorten bei fünf verschiedenen Temperaturen in gereinigtem Ferngas für 40 min erwärmt und anschließend gebogen wurden. Wie man sieht, ist hier

Zahlentafel 3. Einfluß des Kupfergehaltes auf die Ribempfindlichkeit beim Biegeversuch bei 1050°.

Stahl	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cu %	Biegeprobe ¹⁾
1	0,12	0,13	0,64	0,031	0,022	0,02	—
2	0,13	0,12	0,66	0,030	0,016	0,03	—
3	0,11	0,0	0,33	0,028	0,037	0,04	—
4	0,11	0,0	0,32	0,017	0,026	0,04	—
5	0,12	0,0	0,35	0,022	0,030	0,04	—
6	0,05	0,0	0,32	0,033	0,035	0,04	—
7	0,10	0,0	0,33	0,023	0,031	0,04	—
8	0,16	0,0	0,41	0,069	0,102	0,04	—
9	0,04	0,0	0,30	0,078	0,037	0,04	—
10	0,13	0,0	0,35	0,027	0,026	0,05	—
11	0,07	0,0	0,34	0,023	0,020	0,05	—
12	0,12	0,0	0,38	0,032	0,024	0,05	—
13	0,05	0,0	0,32	0,078	0,035	0,05	—
14	0,08	0,0	0,35	0,031	0,060	0,05	—
15	0,06	0,0	0,32	0,042	0,038	0,06	—
16	0,09	0,0	0,33	0,015	0,021	0,06	—
17	0,10	0,0	0,39	0,025	0,031	0,07	—
18	0,18	0,10	0,70	0,040	0,032	0,08	—
19	0,07	0,0	0,62	0,056	0,026	0,08	—
20	0,06	0,0	0,32	0,020	0,025	0,08	—
21	0,09	0,0	0,34	0,021	0,030	0,08	.
22	0,04	0,0	0,31	0,007	0,025	0,08	.
23	0,05	0,0	0,26	0,015	0,026	0,08	—
24	0,04	0,0	0,26	0,010	0,023	0,08	—
25	0,07	0,0	0,32	0,033	0,040	0,09	—
26	0,07	0,0	0,27	0,020	0,019	0,09	.
27	0,11	0,12	0,61	0,012	0,020	0,10	.
28	0,06	0,0	0,35	0,037	0,021	0,11	.
29	0,06	0,0	0,23	0,012	0,032	0,13	.
30	0,18	0,03	0,51	0,004	0,021	0,15	+
31	0,05	0,0	0,30	0,009	0,022	0,15	++
32	0,24	0,43	0,78	0,022	0,020	0,15	+
33	0,32	0,23	0,82	0,028	0,016	0,16	+++
34	0,11	0,11	0,52	0,036	0,043	0,16	++
35	0,12	0,07	0,46	0,006	0,025	0,17	++
36	0,09	0,15	0,55	0,019	0,032	0,19	++
37	0,18	0,23	0,78	0,045	0,029	0,19	++
38	0,18	0,02	0,66	0,027	0,037	0,21	++
39	0,21	0,34	1,09	0,061	0,035	0,23	++
40	0,07	0,0	0,41	0,082	0,032	0,24	+
41	0,05	0,0	0,38	0,054	0,025	0,25	.
42	0,09	0,0	0,46	0,059	0,039	0,25	.
43	0,09	Sp.	0,52	—	—	0,30	++
44	0,24	0,38	0,89	—	—	0,50	+

1) — keine Risse, . mit der Lupe wahrnehmbare Risse, + mit bloßem Auge wahrnehmbare Risse, ++ stärkere Ribbildung, +++ sehr starke Ribbildung.

ein Zusammenhang zwischen Ribanfälligkeit und der hier angegebenen chemischen Zusammensetzung nicht zu erkennen. Es sei noch darauf hingewiesen, daß in Zahlentafel 1 in einigen Fällen auch die bei 1100° wieder abnehmende Ribanfälligkeit gut zu erkennen ist.

Um ein sicheres Bild über den vorhandenen oder nicht vorhandenen Einfluß der Stahlzusammensetzung auf die Oberflächenempfindlichkeit zu bekommen, wurden weiter 254 verschiedene Schmelzen ein und desselben Stahlwerks auf Ribanfälligkeit nach Erwärmung und Biegung bei 1050° untersucht. Die Biegeproben wurden wiederum in einem mit Ferngas beheizten Steinstrahlöfen erhitzt, 40 min auf 1050° gehalten und dann gebogen. Die Brenneinstellung war die gleiche wie bei den früheren Versuchen, so daß sich ein Ofengas mit etwa 8% CO₂, höchstens 1,5% O₂ und im übrigen aus Wasserdampf und Stickstoff ergab. Insgesamt schwankte die Zusammensetzung der

untersuchten Stähle zwischen 0,08 und 0,24% C, 0,43 und 0,95% Mn, 0,0 und 0,33% Si, 0,013 und 0,060% P, 0,019 und 0,063% S sowie zwischen 0,11 und 0,20% Cu. Nach Art der Großzahl-Forschung wurden Gruppen von Stählen mit verschiedener Rißanfälligkeit gebildet und die Mittelwerte der Analysenbestandteile in jeder Gruppe berechnet. Liegt kein Einfluß eines Legierungselementes vor, so müssen die Mittelwerte in allen Gruppen praktisch gleich sein; andernfalls wird der Einfluß der Größe und Richtung nach durch von Gruppe zu Gruppe fallende oder steigende Mittelwerte des betreffenden Bestandteils angezeigt.

Wie man aus *Zahlentafel 2* ersieht, sind die Kohlenstoff-, Silizium-, Mangan- und Schwefelgehalte in allen Gruppen

erhitzt und bei 1050° gebogen wurden, zeigten keinerlei Rißbildungen. Wurden dagegen gekupferte Thomasstähle mit 0,20% Cu geprüft, so traten wieder Rißbildungen in Erscheinung.

Der Einfluß der geringen Kupfermengen über etwa 0,10% dürfte in erster Linie katalytischer Natur sein. Wurde z. B. ein an sich oberflächenunempfindlicher Werkstoff durch Aufstreichen einer Kupferchloridlösung mit einer hauchdünnen Kupferschicht versehen, so trat nach Erwärmung in Rißempfindlichkeit hervorruhenden Gasen sofort Rißbildung ein. Selbst die Berührung der Oberfläche mit Kupfer oder Kupferlegierungen während oder vor der Erhitzung genügte, wie bereits H. Schottky, K. Schichtel

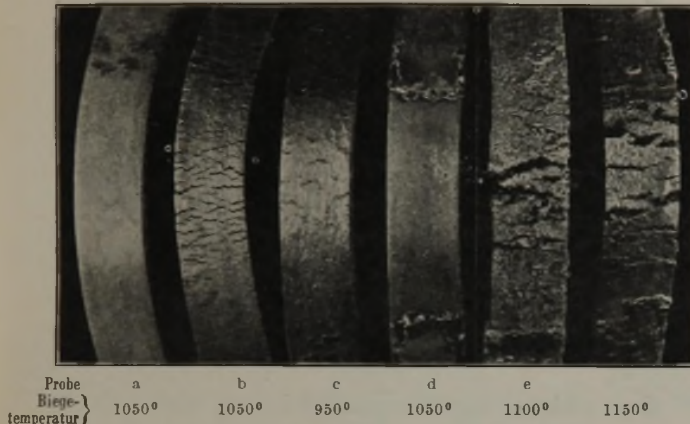


Bild 7. Verhalten kupferplattierten Stahles beim Biegeversuch. Kupferplattierung 0,8 mm. (rd. $\times \frac{3}{4}$.)

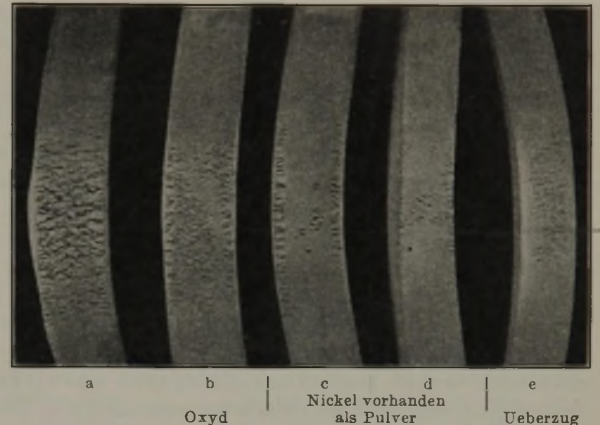


Bild 8. Einfluß der Gegenwart von Nickel auf die Rißempfindlichkeit von Stahl mit 0,8% Cu im Biegeversuch bei 1050°. (rd. $\times \frac{3}{4}$.)

praktisch gleich. Dagegen zeigt der Kupfergehalt mit steigender Rißbildung ein deutliches Ansteigen und der Phosphorgehalt in Uebereinstimmung mit den oben erwähnten Feststellungen ein allerdings sehr geringes Absinken der Gehalte. Das würde also bedeuten, daß die Rißbildung mit steigendem Kupfergehalt und mit fallendem Phosphorgehalt zunimmt. Zur Nachprüfung des Kupfereinflusses wurden nochmals 44 Siemens-Martin-Schmelzen untersucht, die nach steigendem Kupfergehalt geordnet in *Zahlentafel 3* wiedergegeben sind. Auch hier bezieht sich die Kennzeichnung auf das Ergebnis einer in verbrennendem Ferngas auf 1050° erhitzten und dann um 90° gebogenen Probe. Wie man sieht, tritt bei Kupfergehalten unter 0,08% in keinem Falle, selbst nicht bei sehr niedrigem Phosphorgehalt, Rißbildung ein. Zwischen 0,08 und 0,13% Cu sind die Proben teils rißfrei, teils zeigen sie mit der Lupe wahrnehmbare Risse. Bei Kupfergehalten von 0,15% und mehr ist dagegen deutliche Rißbildung zu erkennen. Hierdurch erscheint bewiesen, daß der Kupfergehalt eines Stahles von ausschlaggebender Bedeutung für die Oberflächenrißempfindlichkeit ist.

Bei Kupfergehalten über 0,15% scheinen auch der Phosphorgehalt und vielleicht noch andere Einflüsse eine Rolle zu spielen; so zeigen z. B. die drei Stähle 40 bis 42 — wahrscheinlich infolge des höheren Phosphorgehaltes — trotz Anwesenheit von 0,25% Cu nur schwache Rißbildung. Thomasstahl hat im allgemeinen einen sehr niedrigen Kupfergehalt von 0,04 bis 0,08% bei gleichzeitig höherem Phosphorgehalt von 0,05 bis 0,08%. Biegeproben aus Thomasstahl zahlreicher Schmelzen, die unter den gleichen Bedingungen

und R. Stolle²⁾ feststellten, um erhebliche Rißbildungen beim Biegeversuch hervorzurufen. Die Wirkung des als Legierungselement vorhandenen Kupfers dürfte ähnlich sein, denn es ist bekannt, daß sich bei geeigneter Glühung von Stählen mit etwas höherem Kupfergehalt unter der Zunderschicht kupferhaltige Anreicherungen bilden³⁾. Da auch Kupfer auf Wasserdampf einen zersetzenden Einfluß ausübt, könnte die Anwesenheit des Kupfers auf der Oberfläche eine zusätzliche Beanspruchung hervorrufen.

Die bisher geschilderten Erscheinungen unterscheiden sich in einer Hinsicht von der aus früheren Veröffentlichungen²⁾³⁾ bekannten Lotbrüchigkeit bei höheren Kupferge-

Zahlentafel 4. Ergebnisse von Rißempfindlichkeitsversuchen mit Kupfer-Nickel-Stahl.

C %	Si %	Mn %	P %	S %	Ni %	Cr %	Cu %	Biegetemperatur in °C				
								900	950	1000	1050	1100
0,22	0,37	0,97	0,039	0,026	0,22		0,91	—	—	·	+	++
0,17	0,37	0,87			0,17	0,20	0,77	—	—	·	+	++
0,13	0,14	0,57	0,018	0,020	0,48		0,64	—	—	—	—	—
0,16	0,34	0,88	0,028	0,030	0,50		0,79	—	—	—	—	·
0,25	0,27	0,87	0,042	0,039	0,96	0,48	0,87	—	—	—	—	—
0,28	0,29	0,74	0,026	0,023	1,00	0,20	0,81	—	—	—	—	·
0,09	0,26	0,64	0,026	0,034	2,36		1,08	—	—	—	—	—

1) — keine Risse, · mit der Lupe wahrnehmbare Risse, + mit bloßem Auge wahrnehmbare Risse, ++ stärkere Rißbildung.

halten (über 0,4% Cu). Hierbei dringt bekanntlich bei Erhitzung über den Kupferschmelzpunkt flüssiges Kupfer in die Korngrenzen ein. Die Rißbildung wird aber in diesem Falle bei höherer Temperatur (z. B. 1100°) nicht schwächer, sondern erheblich stärker, da die Kupfermengen nicht abzusondern können und das über den Schmelzpunkt erhitzte

²⁾ Arch. Eisenhüttenw. 4 (1930/31) S. 541/47.

³⁾ Vgl. F. Nehl: Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 773/79 (Werkstoffaussch. 221).

Kupfer leicht in die Korngrenzen eindringen kann. Recht bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang das Verhalten kupferplattierter Bleche, das in *Bild 7* wiedergegeben ist. Als Grundwerkstoff wurde ein nichtrißempfindlicher Siemens-Martin-Stahl mit 0,18% C, 0,10% Si, 0,70% Mn, 0,040% P, 0,030% S und mit 0,08% Cu verwandt. Probe a zeigt das Verhalten des Grundwerkstoffs ohne Plattierung; es ist keinerlei Rißbildung zu erkennen. Probe b zeigt den Grundwerkstoff, nachdem auf ihm eine hauchdünne Schicht Kupfer aufgetragen wurde; es tritt tiefgehende Rißbildung ein. Probe c stellt die Kupferseite der plattierten Probe dar, die bei 950° gebogen wurde; die Kupferschicht zeigt einige Risse, der Grundwerkstoff ist jedoch unversehrt. Bei der bei 1050° gebogenen Probe d wurde an der stärksten Krümmung die Plattierung zum Abspringen gebracht. Man erkennt deutlich, daß eine Schädigung der Oberfläche des Grundwerkstoffes nicht eingetreten ist. Es scheint also, als ob hier die dicke Kupferschicht den Angriff der die Oberflächenrissigkeit bewirkenden Heizgase auf den Grundwerkstoff so weitgehend verhindert, daß trotz der innigen Berührung mit Kupfer keine Rißbildung auftritt. Erst bei 1100 und 1150°, also bei Temperaturen über dem Kupferschmelzpunkt, dringt das dünnflüssige Kupfer in die Korngrenzen ein und verursacht beim Biegen starke Rißbildung (Probe e und f).

Es wurde nun noch geprüft, ob diejenigen Elemente, die die Lotbrüchigkeit verhindern, wie z. B. Nickel, sich auch in einer Verringerung der Oberflächenempfindlichkeit gegenüber Heizgasen auswirken. *Zahlentafel 4* zeigt, daß ein Gehalt von mehr als 0,4% Ni bei höhergekupferten Stählen genügt, um die Rissigkeit zum Verschwinden zu bringen. Die Einwirkung des Nickels geht auch aus *Bild 8* für einen Stahl mit 0,07% C, 0,19% Si, 0,58% Mn und 0,83% Cu deutlich hervor. Probe a zeigt den Stahl mit starker Rißbildung nach Biegung bei 1050°. Auf Probe b ist vor dem Erwärmen und Biegen Nickeloxydpulver aufgestrichen worden; die Rißbildung ist deutlich geringer. Die Proben c, d und e zeigen, daß eine noch bessere Wirkung durch das Aufstreuen von Nickelpulver oder durch Aufbringen eines galvanischen Nickelüberzuges von nur $\frac{1}{10\ 000}$ mm Dicke erzielt wurde. Da solche Schichtdicken nicht porenfrei herzustellen sind, so kann die Wirkung nicht auf einem Abschluß von dem angreifenden Gas beruhen.

Die bisherigen Versuche zeigen zwei Wege, wie man der Oberflächenrißbildung begegnen kann. Der erste Weg liegt in der Beeinflussung des Erhitzungsgases. Führt man z. B. einen Walzwerksofen so, daß sich in den Abgasen noch etwa 2 bis 3% O₂ befinden, so tritt ohne allzu großen Abbrand eine so weitgehende Abzunderung ein, daß die Oberflächenempfindlichkeit nicht oder nur in verschwindendem Maße in Erscheinung tritt. Das gilt jedoch nur für die Erhitzung auf verhältnismäßig hohe Temperaturen, wie sie z. B. in Walzwerksöfen vorliegt. Bei tieferen Temperaturen, wie sie zum Aufweiten, Biegen usw. angewendet werden, ist die Abzunderung nicht stark genug, und es findet ein bevorzugter Angriff auf die Korngrenzen statt. Hier konnten die Schwierigkeiten nur dadurch behoben werden, daß man die Ofengase stark reduzierend einstellte,

so daß in den Abgasen noch Kohlenoxyd und Wasserstoff enthalten sind (*vgl. Bild 9*). Anscheinend verhindert das überschüssige Kohlenoxyd und vielleicht auch der Wasserstoff eine Schädigung der Korngrenzen. Wurde z. B. in gereinigtem Koksofengas unter kritischen Bedingungen erhitzt und dann Kohlenoxydgas übergeleitet, so trat, wie aus Versuchen von G. Lautenbusch hervorgeht, beim anschließenden Biegen keine Rißbildung mehr auf. Der zweite Weg besteht in der Wahl einer geeigneten Zusammensetzung des Werkstoffes. Da es aber bei den heutigen Schrottverhält-

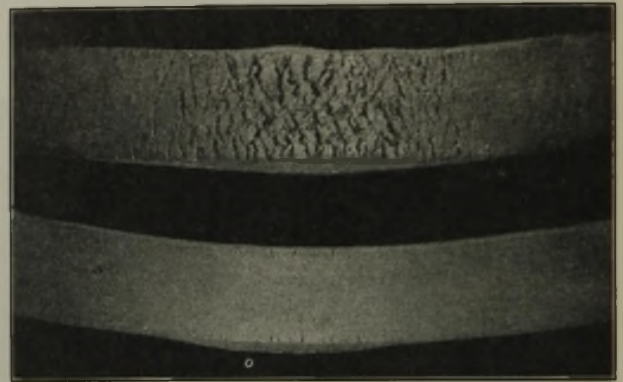


Bild 9. Einfluß oxydierender (oben) oder reduzierender (unten) Einstellung der Ofengase auf die Rißempfindlichkeit von Stahl. (rd. $\times 1$.)

nissen praktisch nahezu unmöglich ist, nur Werkstoffe mit einem Kupfergehalt unter 0,10% zu verwenden, wird man zweckmäßig für solche Verarbeitungsbedingungen, bei denen eine stärkere Zugbeanspruchung der Oberfläche im Gebiet höherer Temperaturen stattfindet, gleichzeitig geringe Nickelmengen zusetzen.

Die vorstehenden Versuchsergebnisse wurden in einer Gemeinschaftsarbeit verschiedener Versuchsanstalten und Betriebe der Vereinigten Stahlwerke, A.-G., ergänzt und bestätigt. Der Kohle- und Eisenforschungs-Gesellschaft danke ich bestens für ihre Unterstützung und Anregungen.

Zusammenfassung.

An Hand von Versuchen wurde festgestellt, daß die Ursache der Oberflächenempfindlichkeit von Stählen gegenüber Heizgasen der selektive Angriff geringer Sauerstoffmengen auf die Korngrenzen bei Temperaturen oberhalb 800° ist. Es konnte nachgewiesen werden, daß besonders aggressiv der sich bei der Wasserdampferzeugung bildende Sauerstoff ist. Eine tiefgehende Wirkung dieses Sauerstoffes auf die Korngrenzen tritt aber nur dann ein, wenn der Stahl mehr als 0,08% Cu enthält. Der bevorzugte Angriff des Sauerstoffes auf die Korngrenzen kann durch Erhöhung der Sauerstoffkonzentration sowie durch Zugabe von Schwefel zu den Verbrennungsgasen sehr vermindert werden. Die Zulagerung geringer Nickelmengen macht auch Stähle mit höherem Kupfergehalt gegenüber dem Angriff heißer Ofengase völlig unempfindlich.

Umschau.

Fortschritte im Gießereiwesen im zweiten Halbjahr 1937.

1. Aufbau und Eigenschaften.

J. J. Jitaka¹⁾ schlägt ein neues, vereinfachtes Eisen-Kohlenstoff-Schaubild vor. Das bisher in England und Amerika vielfach vertretene Einzelschaubild Eisen-Zementit

¹⁾ Sci. Pap. Inst. phys. chem. Res., Tokyo, 33 (1937) S. 273/87.

lehnt er ab, da er, gestützt auf die bekannten Versuche von H. Hanemann²⁾, den Zerfall des Zementits im erstarrten Zustand als graphitliefernden Vorgang für unmöglich hält. Dem Doppelschaubild nach R. Ruer hält Jitaka entgegen, daß die beiden zu erwartenden Eutektika: Austenit-Graphit und Austenit-Zementit weder thermisch noch mikroskopisch sicher beobachtet seien.

²⁾ Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 966/67.

Dem von P. Goerens³⁾ und E. Piwowarsky⁴⁾ bestätigten Nachweis beider Eutektika durch R. Ruer und F. Goerens⁵⁾ wird also offenbar keine Beweiskraft zugemessen. Zudem, so meint der Verfasser, sei es mehr als zweifelhaft, ob in ein Gleichgewichtsschaubild Kurven eines unterkühlten Zustandes aufgenommen werden dürfen. Der Vorschlag des Verfassers geht dahin, in der

Den in die Ebene abgewickelten Schnitt bei der Eutektikalen zeigt Bild 2. H. Gröber und H. Hanemann¹²⁾ erbrachten durch röntgenographische Feinbauuntersuchung den Nachweis, daß der aus Eisen-Kohlenstoff-Legierungen kristallisierende Graphit dem natürlichen, reinen Graphit gleich ist. Da in weiß erstarrten, überzementitischen Legierungen ein als sphärolitischer Graphit gedeuteter Gefügebestandteil beobachtet werden konnte, wird in diesem Konzentrationsbereich eine anfänglich stabile, von metastabiler gefolgte Erstarrung angenommen. Der Feinbau von Graphit und Temperkohle wurde mit bemerkenswerten Ergebnissen auch von J. A. Lau¹³⁾ untersucht. Der aderförmige im Grauß auftretende Graphit entspricht demnach in seinem Gitteraufbau der schon von S. Konobjewski¹⁴⁾ beobachteten festen Lösung von Eisen in Graphit. Das von F. Wever¹⁵⁾ mitgeteilte Versuchsergebnis, demzufolge Graußgraphit mit reinem Graphit gleichbedeutend sein soll, wird auf Beeinflussung des Graphits durch die Gewinnung auf chemischem Wege zurückgeführt. Auf Temperkohle und sogenannter eutektischer Graphit stimmen überein, sind aber von anderem Gitteraufbau als Adergraphit. Mit W. A. Roth¹⁶⁾ nimmt der Verfasser daher an, daß Adergraphit unmittelbar aus der Schmelze ausgeschieden wird, während Graußgraphit und Temperkohle Zerfallserzeugnisse des Zementits sind. Die Berichtersteller sind allerdings der Ansicht, daß nicht hinreichend sicher festgestellt ist, ob die Ergebnisse völlig unbeeinflusst durch Korngrößenunterschiede zustande gekommen sind. Eine allgemeine Arbeit von G. Tammann und

H. Hartmann¹⁷⁾ über das Gefüge eutektischer Legierungen ist auch für die Deutung gewisser Gefügereischeinungen des Gußeisens von Wert. Bei der Abkühlung einer eutektischen Schmelze entstehen Kristallisationszentren des einen Bestandteils, an denen sich Nadeln des anderen Bestandteils bilden, wobei ihre Enden in der Schmelze auf einer kugelförmigen Oberfläche liegen. Stoßen

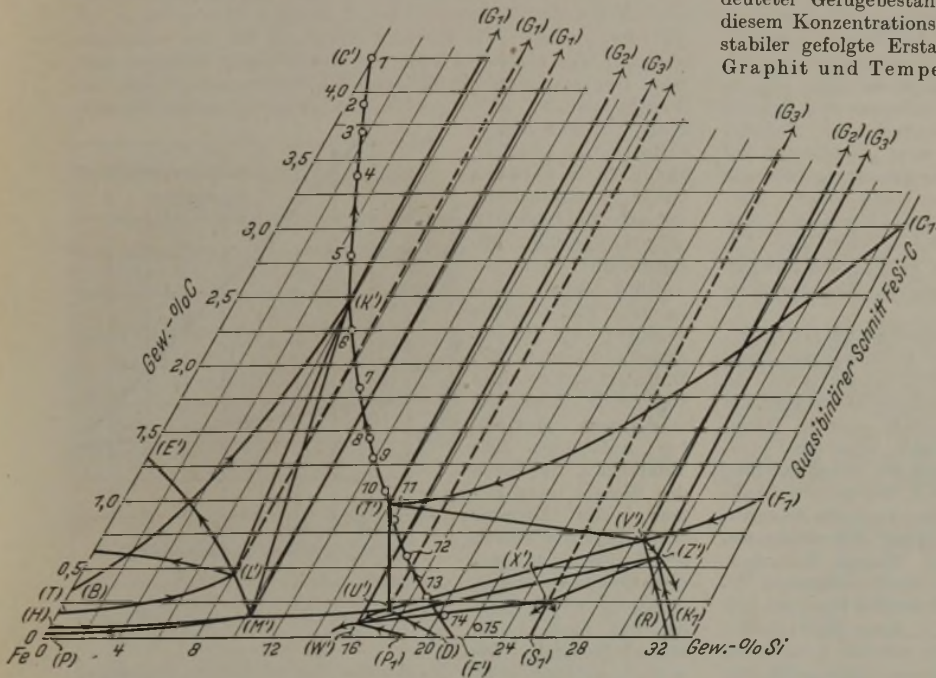


Bild 1. Zustandsschaubild Eisen-Eisensilizid-Graphit. Projektion in die Konzentrationsebene. (Nach H. Hanemann und H. Jass.)

Schmelze gelöste Zementitmolekeln mit sehr unbeständigen Atombindungen und Karbidzerfall bei Beginn der Erstarrung anzunehmen, so daß bei langsamer Abkühlung die Schmelze tatsächlich Graphit abscheidet. Das neue Schaubild gleicht daher völlig dem bisherigen metastabilen, mit dem Unterschied, daß seine Kurven dem stabilen Zustand entsprechen. Es dürften jedoch die gleichen Einwände gelten, die seinerzeit R. Ruer⁶⁾ gegen ein ähnliches Schaubild von K. Honda⁷⁾ erhob. Besonders setzt ein einfaches Schaubild voraus, daß der in jedem Gußeisen vorhandene Zementit mit dem Graphit zusammen bei der Temperatur ein und derselben Eutektikalen in Lösung geht, was der Phasenregel widerspricht. Das Dreistoffsystem Eisen-Eisensilizid-Graphit untersuchten H. Hanemann und H. Jass⁸⁾. Sie fanden, daß die binär-eutektischen Kurven des Graphitsystems von 4,23% C bei 1152° auf der Kohlenstoffseite bis 21,2% Si bei 1205° auf der Siliziumseite verlaufen (Bild 1). Die Kohlenstoffgehalte stimmen annähernd mit den seinerzeit von W. Gontermann⁹⁾ bestimmten überein, liegen jedoch höher als die von K. Honda und T. Murakami¹⁰⁾ und bedeutend tiefer als die von F. Wüst und O. Petersen¹¹⁾ gefundenen Werte. Der eutektische Kohlenstoffgehalt entspricht bis 3% Si annähernd der Gleichung:

$$\% C = 4,23 - \frac{\% Si}{3,2}$$

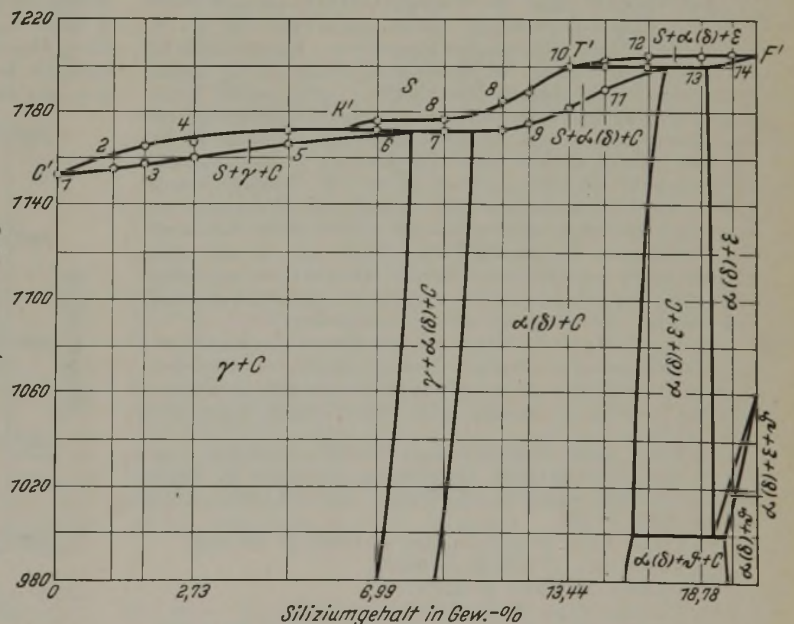


Bild 2. Vertikalschnitt bei C'-K'-T'-F' im Gleichgewichtsschaubild Fe-FeSi-Graphit; Abwicklung in die Ebene. (Nach H. Hanemann und H. Jass.)

diese kugelförmigen Gebilde zusammen, so entstehen Flächen, die ein Polyeder begrenzen, in welchem von einem Kristallisations-

³⁾ Stahl u. Eisen 45 (1925) S. 137/40.
⁴⁾ Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 82/84.
⁵⁾ Ferrum 14 (1916/17) S. 161/67.
⁶⁾ Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 1062/67.
⁷⁾ Trans. Amer. Soc. Steel Treat. 16 (1929) S. 183/90; vgl. Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 1431.
⁸⁾ Sci. Rep. Tôhoku Univ., Honda Annivers. Vol., 1936, Okt., S. 793/814; vgl. Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie, 8. Aufl., System-Nr. 59: Eisen, Teil A, Lfg. 8. Berlin 1936. S. 1768/70.
⁹⁾ Z. anorg. allg. Chem. 59 (1908) S. 373/413.
¹⁰⁾ Sci. Rep. Tôhoku Univ. 12 (1924) S. 1/31.
¹¹⁾ Metallurgie 3 (1906) S. 811/20.

¹²⁾ Arch. Eisenhüttenw. 11 (1937/38) S. 199/202.
¹³⁾ Forsch.-Arb. Metallkde. u. Röntgenmetallogr. 22. Folge, München 1937.
¹⁴⁾ Z. Kristallogr. 72 (1929/30) S. 381/97.
¹⁵⁾ Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 4 (1922) S. 81/86.
¹⁶⁾ Arch. Eisenhüttenw. 2 (1928/29) S. 245/47.
¹⁷⁾ Z. Metallkde. 29 (1937) S. 141/44.

zentrum die Nadeln beider Bestandteile nach den Grenzen des Polyeders strahlen. Das vermag die im Gußeisen unter bestimmten Bedingungen auftretenden Graphitrosetten (Quirlgraphit) zu erklären.

Mit der Frage, welche Ursachen die im Gußeisen zu beobachtenden Erscheinungsformen des Ferrits haben, beschäftigen sich versuchsmäßig R. H. Bancroft und A. H. Dierker¹⁸⁾. Neben dem in üblich erstarrten Gußsorten auftretenden Graphit, der bei langsamer Abkühlung oder/und hohen Kohlenstoff- und Siliziumgehalten entsteht und den die Verfasser als „Sekundärferrit“ ansprechen, kennt man noch in ungewöhnlich, d. h. dendritisch erstarrten Gußeisensorten den mit feinem Graupelgraphit vergesellschaftet auftretenden „Primärferrit“ der Verfasser. Aus den Versuchen wird geschlossen, daß jedes Gußeisen eine kritische, zu perlitischer Erstarrung führende Abkühlungsgeschwindigkeit hat, bei deren Unter- oder Ueberschreitung sich Ferrit bildet. Da sich aber beide Ferritarten auch bei langsamer Erstarrung einstellen können, muß diese Erklärung abgelehnt werden. Worum es sich in Wahrheit handelt, haben früher schon P. Bardenheuer und A. Reinhardt¹⁹⁾ gezeigt.

Zwei fleißige, zusammenfassende Berichte über die Graphitkristallisation im Gußeisen und ihre Beeinflussung durch Keimbildner legen J. W. Bolton²⁰⁾ und F. Renaud²¹⁾ vor. In beiden Arbeiten wird fast lückenlos das gesamte Wetschrifttum berücksichtigt. Das gleiche Thema behandelt auch E. Diepschlag²²⁾. A. L. Norbury²³⁾ stellt nochmals, ohne die Uebersicht belastende Einzelangaben, seine Theorie der Graphitbildung zusammen, die sich auf die gemeinsam mit E. Morgan²⁴⁾ durchgeführten Versuche aufbaut. Im wesentlichen läuft die Anschauung darauf hinaus, daß feste Schlackenteilchen zur nichtunterkühlten Erstarrung mit grobem Graphit, flüssige Schlackenteilchen oder völlige Freiheit von solchen zur unterkühlten Erstarrung mit Graupelgraphit führen. Die Gedanken begegnen sich also mit denen von A. Allison²⁵⁾ sowie O. v. Keil, R. Mitsche, A. Legat und H. Trenkler²⁶⁾. Norbury verweist zudem auf ähnliche Erscheinungen bei Aluminium-Silizium-Legierungen hin. Eine Arbeit von E. Piwowarsky²⁷⁾, die den heutigen Stand der Gußeisenüberhitzung behandelt, sei in diesem Zusammenhang erwähnt. Als Mittel für die bei der Untersuchung der Erstarrungserscheinungen des Gußeisens wichtige Primärätzung empfiehlt H. Jurich²⁸⁾ Gemische von Schwefelsäure-Ameisensäure oder Schwefelsäure-Borsäure.

Auf Versuche über die Wasserstoffentkohlung reiner Eisen-Kohlenstoff-Legierungen, die W. Baukloh und W. v. Kronenfeld²⁹⁾ durchführten, sei hingewiesen. Entscheidend für die Kohlenstoffabnahme bei Wasserstoffglühung ist die Ausbildungsform des Kohlenstoffs. Das dichtere Gefüge weißer Legierungen wird weniger entkohlt als das lockere Graphitgefüge, obwohl Zementit an sich die leichter hydrierbare Zustandsform ist.

Den früheren Befund von E. Diepschlag³⁰⁾, daß die Gußhaut chemisch anders aufgebaut ist als der Gußkern, konnte J. Babrowski³¹⁾ bestätigen. Die Gußhaut besteht demnach aus einer nicht meßbaren, äußeren dünnen Grenzschicht, die Oxyde und eingebrannte Formstoffeilehen enthält und in eine etwa 0,2 mm starke metallische Randschicht übergeht, die gegenüber der Kernzone durch verringerten Kohlenstoff- und Siliziumgehalt und erhöhten Schwefelgehalt gekennzeichnet ist.

B. MacDougall³²⁾ bietet zu dem Thema des hochwertigeren Gußeisens zwar nichts Neues, jedoch sind seine Ausführungen beachtlich. Er findet beispielsweise, daß die Ueberhitzung von Kupolofeneisen im elektrischen Schaukel-

ofen auf 1600° zwar eine klare Verbesserung der Festigkeitseigenschaften ergibt, daß jedoch eine Graphitverfeinerung nicht nachzuweisen ist. Er führt die Festigkeitssteigerung auf die eintretende Senkung des Kohlenstoff- und Siliziumgehaltes zurück, die nach Meinung der Berichterstatter jedoch nicht groß genug ist, um die Wirkung zu erklären. Dieser Punkt bleibt unklar. Synthetische, im elektrischen Ofen hergestellte Schmelzen von unlegiertem Gußeisen ließen den Kohlenstoffeinfluß dagegen klar erkennen, so daß der Verfasser die Kohlenstoffsenkung für den aussichtsreichsten Weg zur Herstellung von hochwertigem Gußeisen hält. Seine Legierungsversuche zeigten bemerkenswerterweise, daß Zusätze von 1,3% Ni den größten Einfluß bei Schmelzen mit niedrigen Kohlenstoffgehalten hatten (Bild 3).

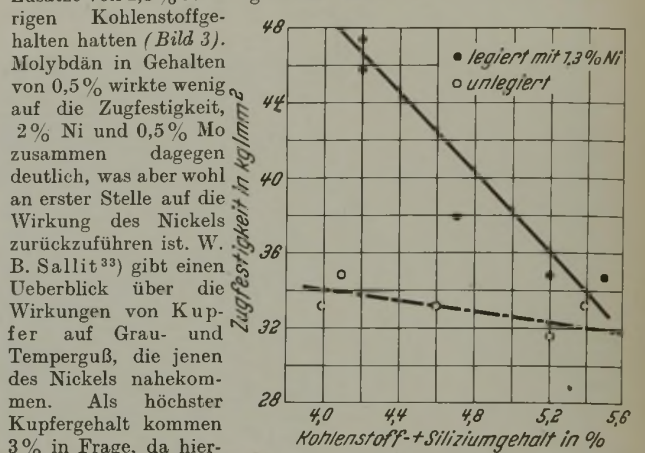


Bild 3. Einfluß von Nickelzusätzen auf die Zugfestigkeit von Gußeisen in Abhängigkeit vom Kohlenstoff- und Siliziumgehalt nach B. MacDougall.

Molybdän in Gehalten von 0,5% wirkte wenig auf die Zugfestigkeit, 2% Ni und 0,5% Mo zusammen dagegen deutlich, was aber wohl an erster Stelle auf die Wirkung des Nickels zurückzuführen ist. W. B. Sallit³³⁾ gibt einen Ueberblick über die Wirkungen von Kupfer auf Grau- und Temperguß, die jenen des Nickels nahekommen. Als höchster Kupfergehalt kommen 3% in Frage, da hierüber hinaus keine Verbesserung zu erwarten ist, was auch J. E. Hurst³⁴⁾ fand. Besonders sei die Wirkung des Kupfers, bei schwarzem Temperguß die „Verzinkungsprädigkeit“ weitgehend zu beheben, erwähnt. E. Valenta und N. Chvorinor³⁵⁾ untersuchten u. a. den Einfluß von Zinn auf Gußeisen. Die Festigkeitseigenschaften werden bereits durch kleine Zinnzusätze (z. B. 0,5%) verschlechtert, aber die Verschleißbeständigkeit gegen gleitende Reibung bemerkenswert verbessert. Der Abrieb sinkt durch 0,5 bis 1% Sn auf die Hälfte, bei 1,75% Sn zum Teil auf ein Fünftel des ursprünglichen Wertes. In austenitischem Gußeisen (2,9% C, 1,55% Si, 1,3% Mn, 17,3% Ni) erzielt M. Ballay³⁶⁾ durch Berylliumzusätze bemerkenswerte Härtungserfolge, die durch Ausscheidung des austenitlöslichen Berylliumkarbids erklärt werden. Die

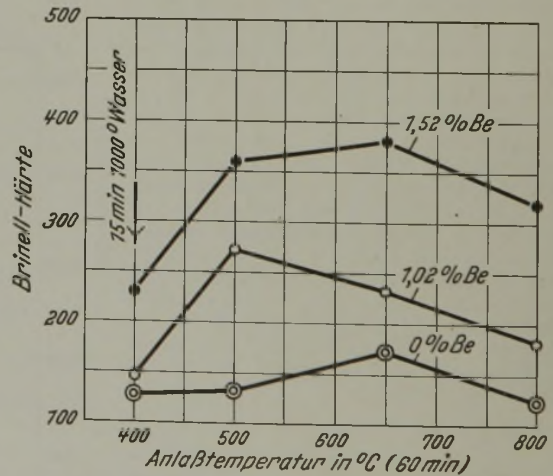


Bild 4. Härtungserscheinungen an berylliumlegiertem, austenitischem Gußeisen nach M. Ballay.

durch Vergütung erreichbaren Härtewerte zeigt Bild 4. Magnetische Messungen, Bestimmungen der Wärmeausdehnungsbeiwerte und Dilatometeranalysen ergaben, daß bis zu Anlaßtemperaturen von 535° die γ - α -Umwandlung praktisch nicht an dem Härtungsvorgang beteiligt sein kann.

18) Trans. Amer. Foundrym. Ass. 45 (1937) S. 449/58.
 19) Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 16 (1934) S. 65/75; Gießerei 22 (1935) S. 45/52; vgl. Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 318 und 55 (1935) S. 211.
 20) Trans. Amer. Foundrym. Ass. 45 (1937) S. 467/544.
 21) Fonte 1937, S. 942/49 u. 965/74.
 22) Gießerei 24 (1937) S. 437/41.
 23) Foundry Trade J. 57 (1937) S. 471/73.
 24) Foundry Trade J. 54 (1936) S. 453/55; vgl. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 735.
 25) Foundry Trade J. 42 (1930) S. 417/18; vgl. Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 743.
 26) Arch. Eisenhüttenw. 7 (1933/34) S. 579/84; vgl. Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 211.
 27) Gießerei 24 (1937) S. 510/18.
 28) Gießerei 24 (1937) S. 341/43.
 29) Arch. Eisenhüttenw. 11 (1937/38) S. 145/56.
 30) Vgl. Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 1192; 57 (1937) S. 1361.
 31) Dr.-Ing.-Diss. Techn. Hochschule Breslau, 1937.
 32) Foundry Trade J. 57 (1937) S. 407/12.

33) Foundry Trade J. 57 (1937) S. 354/57 u. 379/80.
 34) Metal Ind., Lond., 5 (1931/32) S. 319/24 u. 363/68; vgl. Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 804.
 35) Foundry Trade J. 57 (1937) S. 228/32.
 36) Fonte 1937 S. 951/52.

Zahlentafel 1. Einfluß der Zusammensetzung auf die Korrosion von Gußeisen nach M. Tagaya.

Angriffsmittel	Die Korrosion des Gußeisens wird durch steigende Gehalte von					
	Stahl im Satz (bis 30%)	Kohlenstoff (bis ~ 4%)	Silizium (bis ~ 3%)	Mangan (bis ~ 1,4%)	Phosphor (bis ~ 1%)	Schwefel (bis ~ 0,16%)
1/2 n-Salzsäure	durch abnehmenden Graphitgehalt verzögert; bei Auftreten von freiem Zementit dagegen wieder beschleunigt	stark beschleunigt. In kupferhaltigen Werkstoffen kein Einfluß des Kohlenstoffgehaltes	nicht nennenswert beeinflusst. Hochgekohlte korrodieren stärker als niedriggekohlte u. gekupferte Werkstoffe	nicht klar erkennbar beeinflusst. Die Kohlenstoff- und Siliziumgehalte schlagen stark durch	stark beschleunigt	nicht klar erkennbar beeinflusst. Die Kohlenstoff- und Siliziumgehalte schlagen stark durch
1/2 n-Salpetersäure	beschleunigt	merklich verbessert	leicht verzögert. Gekupferte und niedriggekohlte Werkstoffe werden stärker angegriffen als hochgekohlte	schwach verzögert	nicht beeinflusst	verzögert
Leitungswasser	nicht geprüft	nicht beeinflusst	verzögert	nicht merkbar beeinflusst	schwach beschleunigt	schwach beschleunigt

Den Einfluß der chemischen Zusammensetzung und des Gefüges auf die Korrosionsbeständigkeit des Gußeisens in verschiedenen Angriffsmitteln prüfte M. Tagaya³⁷⁾, von elf japanischen Roheisensorten ausgehend. Die Ergebnisse sind in *Zahlentafel 1* zusammengestellt, während *Bild 5* den Einfluß des Gefüges wiedergibt. W. Mangold³⁸⁾ beschreibt Korrosionserscheinungen an wassergekühlten Zylinderlaufbüchsen von Verbrennungsmotoren. Die Angriffe werden durch Potentialunterschiede erklärt, die ihre Ursache in gleichzeitig auftretender laminarer und turbulenter Strömung haben. Wie durch bauliche Maßnahmen das Verhalten eines Werkstoffes beeinflusst werden kann, ist hier an einem lehrreichen Beispiel gezeigt.

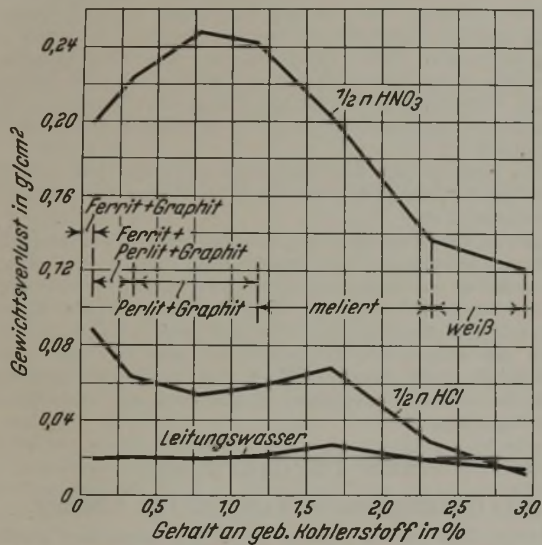


Bild 5. Einfluß des Gefüges auf die Korrosion von Gußeisen nach M. Tagaya.

Auf einen bemerkenswerten Aufsatz von E. Scheil³⁹⁾ über die das Zundern von Metallen und Legierungen beherrschenden Gesetze sei besonders hingewiesen. Die Verhältnisse beim Gußeisen sind durch eine frühere Arbeit⁴⁰⁾ des Verfassers berücksichtigt. Die auf Silal-Grundlage⁴¹⁾ entwickelten hitze- und zunderbeständigen Gußlegierungen behandelt E. Piwowarsky⁴²⁾ zusammenfassend. Während nickelreiche, austenitische Legierungen nach Art des Nicrosilals⁴³⁾ durch große Zähigkeit ausgezeichnet sind, fand der Verfasser, daß in ferritischen Gußsorten (etwa 1,8% C, 6 bis 7% Si, 5% Al) Nickelzusätze bis 10% keinen zähigkeitsverbessernden Einfluß haben. Sehr gute Raum- und Zunderbeständigkeit haben Legierungen mit etwa 1% C, 0,3% Si, 0,3% Mn und 12,5% Al, deren Zähigkeit und Bearbeitbarkeit indessen noch stark verbessert werden müßten.

Ueber das Wachsen des Gußeisens bei hohen Temperaturen in verschiedenen Gasen stellte H. Sawamura⁴⁴⁾

³⁷⁾ Sci. Rep. Tōhoku Univ., Honda Annivers. Vol., 1936, Okt., S. 1008/16.

³⁸⁾ Z. Metallkde. 29 (1937) S. 420/22.

³⁹⁾ Z. Metallkde. 29 (1937) S. 209/14.

⁴⁰⁾ Arch. Eisenhüttenw. 6 (1932/33) S. 61/67; vgl. Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 806.

⁴¹⁾ Engl. Pat. 323 076.

⁴²⁾ Z. Metallkde. 29 (1937) S. 257/60.

⁴³⁾ Engl. Pat. 378 508.

⁴⁴⁾ Sci. Rep. Tōhoku Univ., Honda Annivers. Vol., 1936, Okt., S. 896/908.

Versuche an, indem er seine Proben sechsmal zwischen 900 und 600° pendeln ließ. Da, wie schon C. Benedicks und H. Löfquist⁴⁵⁾ beobachteten und deuteten, die Volumenzunahme bei Ar₁ gegenüber der Volumenverminderung bei Ac₁ stark überwiegt und ferner das Gesamtwachstum durch die bei der ersten Abkühlung durch Ar₁ auftretende Volumenzunahme überwiegt beeinflusst wird, stützt Sawamura seine Folgerungen hauptsächlich auf die Werte der ersten Ar₁-Umwandlung (*Bild 6*). Im Gegensatz zu T. Kikuta⁴⁶⁾ führt die Umwandlung im Vakuum also zu stärkerem Wachsen als in Luft. Der Verfasser schließt daraus, daß für das Wachsen des Gußeisens vorzüglich der Zellfall des Karbids maßgebend ist, und lehnt die Theorie zusätzlicher

Werkstoff	C	Si	Mn	P	S	Cgeb.
a	3,77	7,03	0,87	0,20	0,05	0,78
b	3,38	2,77	0,68	0,35	0,07	0,77

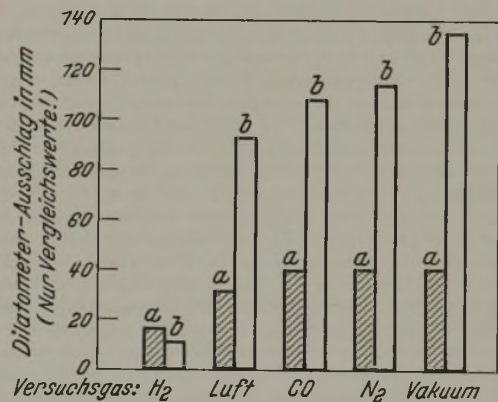


Bild 6. Einfluß von Gasen auf die Längenänderung bei der Ar₁-Umwandlung von zwei Gußeisensorten nach H. Sawamura.

Oxydation ab. Da aber seine Werte der Gesamtlängenänderungen nach sechs Pendelungen zeigen, daß die in Luft und Kohlenoxyd gemessenen größer sind als die in Stickstoff und im Vakuum, ist dieser Schluß nicht recht zu verstehen.

Schon C. v. Bach⁴⁷⁾ zeigte, daß die nach der klassischen Biegegleichung berechnete Biegefestigkeit des Gußeisens nicht nur wesentlich größer als die Zugfestigkeit, sondern auch von der Querschnittsform abhängig sein muß. In ähnlichen Gedankengängen schlägt nun L. Leloup⁴⁸⁾, um Ueberlastungen zu vermeiden, eine Änderung der Biegegleichung vor, indem er das Widerstandsmoment um einen von der Gestalt des Biegequerschnitts abhängigen Beiwert k erweitert:

$$\sigma' = \frac{M}{k \cdot W}$$

Für diesen theoretisch abgeleiteten und durch den Versuch geprüften Beiwert gibt der Verfasser folgende Zahlenwerte an:

Querschnitt	Ge 18.91	Ge 26.91
kreisförmig	1,4	1,2
quadratisch und rechteckig	1,3	1,13
I oder H	1,45	—

⁴⁵⁾ J. Iron Steel Inst. 115 (1927) S. 603/39; vgl. Stahl u. Eisen 47 (1927) S. 1408/10 u. 50 (1930) S. 71/76.

⁴⁶⁾ Sci. Rep. Tōhoku Univ. 11 (1922) S. 1/18.

⁴⁷⁾ Elastizität und Festigkeit, 7. Aufl. Berlin 1917.

⁴⁸⁾ Rev. univ. Mines, 8. Sér., 13 (1937) S. 369/80.

St. Nadasan⁴⁹⁾ legte umfangreiche Ergebnisse von vergleichenden Zug-, Druck-, Biege- und Lochscherversuchen sowie Härtemessungen an getrennt gegossenen, dem Gußstück angegossenen und aus dem Gußstück selbst herausgearbeiteten Proben vor. Es ergab sich in großen Zügen, daß die Zug-, Druck- und Scherprüfung an getrennt gegossenen und angegossenen Proben innerhalb der normalen Streuung zu gleichen Ergebnissen führen. Die Zugfestigkeit wird bei angegossenen Stäben um 5%, die Druck- und Lochscherfestigkeit um je 1% niedriger gefunden als bei getrennt gegossenen Proben. Während die Mittelwerte der relativen Streuungen bei der Prüfung von angegossenen Proben für die Zugfestigkeit um 9% und die Druckfestigkeit um 20% kleiner waren als bei der Prüfung getrennt gegossener Stäbe, lieferte umgekehrt die Lochscherprüfung und Härtemessung um 16 oder 5% höhere Werte bei den angegossenen Proben. Die Gefügeuntersuchung ergab bei angegossenen Proben, der verminderten Abkühlungsgeschwindigkeit entsprechend, ein etwas gröberes Graphit- und unedleres Grundgefüge, jedoch laufen Gefügeunterschiede und Festigkeitseigenschaften durchaus nicht immer gleich eng. *Hans Jungluth und Paul A. Heller.*

(Fortsetzung folgt.)

Neuartige Beschickung von Siemens-Martin-Ofen mit großen Mengen Einsatzes in einem einzigen Beschickungsvorgang.

Bei der üblichen Bauart von Siemens-Martin-Ofen zwingen die beschränkten Abmessungen der Einsatztüren dazu, den Schrott oder sonstigen kalten Einsatz so zu zerklümmern oder in handliche Pakete zu pressen, daß er mit Einsatzmulden von verhältnismäßig geringem Fassungsvermögen in vielen einzelnen Beschickungsvorgängen in den Ofen eingesetzt werden kann. Der erhebliche Kostenaufwand für diese Vorbereitung des Schrotts, die großen Wärmeverluste durch das häufige Öffnen der Ofentüren und die verlängerte Schmelzdauer beim bisherigen Verfahren sind Nachteile, welche die Wellman Engineering Co., Cleveland (Ver. Staaten), durch eine neuartige Bauart der Siemens-Martin-Ofen und durch eine neuartige Beschickungsvorrichtung vermeiden will. Anscheinend hat man zuerst daran gedacht, die Ofendecke abhebbar zu gestalten, um den Einsatz von oben auf den Herd niederzusetzen. Als Erfinder für diese Bauart werden John O. Griggs und Herbert H. Leeks genannt¹⁾. Nähere Angaben hierüber sind allerdings noch nicht gemacht worden.

In neueren Veröffentlichungen²⁾ hat nun die Wellman Engineering Co. die Entwicklung einer anderen Bauart angekündigt, bei der die Vorderwand des Ofens so ausgebildet worden ist, daß sie fast auf der ganzen Länge des Herdes leicht in die Höhe gezogen werden kann, um die Einführung eines größeren Beschickungsbehälters zu ermöglichen. Als Erfinder dieser Bauart werden Paul H. Douglas und J. F. Rogers genannt. Der Beschickungsbehälter hat eine Bodenfläche in der Größe etwa wie die gesamte Herdfläche des Ofens. Dadurch kann der gesamte Herd auf einmal mit kaltem Einsatz in einem einzigen Arbeitsgang beschickt werden. In der Vorderwand des Ofens sind aber auch die üblichen Türen für flüssigen Einsatz und Schauöffnungen vorgesehen, so daß eine Beschickung nach dem bisherigen Verfahren ebenfalls ohne irgendwelche Abänderungen möglich ist.

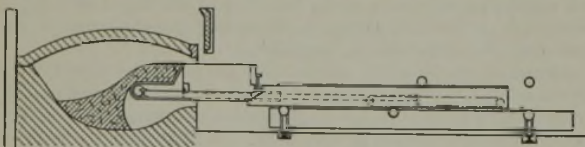


Bild 1. Schema der Beschickungsvorrichtung.

Wie Bild 1 in etwa erkennen läßt, besteht die Beschickungsvorrichtung aus der eigentlichen wahrscheinlich sehr schweren Beschickungsmaschine und aus einem geeigneten Beschickungsbehälter von großem Fassungsvermögen, der einen biegsamen Rollboden hat. Der Behälter kann an jeder geeigneten Stelle im Werk mit dem kalten Einsatz gefüllt, in die Ofenhalle befördert und mit einem Kran auf den Schlitten der Beschickungsmaschine abgesetzt werden, die auf einem Gleis vor den zu beschickenden Siemens-Martin-Ofen geschoben wird. Alsdann führt die Maschine den Schlitten mit dem Beschickungsbehälter in den Ofen ein, nachdem vorher zu diesem Zwecke die Vorderwand des Ofens hochgezogen worden ist. Nach vollständiger Einführung setzt sofort die Rückbewegung des Schlittens ein, wo-

durch das Abrollen des Behälterbodens unter den Behältergrundrahmen verursacht wird. Der Behälterinhalt wird durch das Abrollen des Bodens ganz allmählich und in gleichmäßig dicker Schicht auf den Ofenherd abgesetzt. Noch bevor der Schlitten vollständig zurückgezogen ist, wird der Behälterboden wieder auf die Oberseite des Behältergrundrahmens zurückgerollt. Nach Beendigung des Beschickungsvorganges kann der leere Behälter abgehoben und von neuem gefüllt werden.

Zur vollen Ausnutzung der eingangs erwähnten Vorteile, zu denen noch der verminderte Kraftverbrauch beim neuen Verfahren hinzutreten soll, werden am besten mehrere Kranauzüge vorgesehen und mehrere Beschickungsbehälter bereitgestellt. Man wird abzuwarten haben, wie sich diese neuartigen Bauarten des Siemens-Martin-Ofens und der Beschickungsmaschine in Betrieb bewähren werden, ferner wie sich die großen Mengen des auf einmal in den Ofen eingebrachten kalten Einsatzes auf die Dauer des Niederschmelzens auswirken werden. *Richard Schlicksupp.*

Maschinenbau- und Kleinenindustrie-Berufsgenossenschaft, Düsseldorf.

Nach dem Verwaltungsbericht betrug im Geschäftsjahr 1937 in 12 079 (11 875) Betrieben die Zahl der Vollarbeiter 411 318 gegen 359 538 im Jahre 1936, ist also um rd. 14% gestiegen, während sie im Vorjahr um 15% zugenommen hatte. Die Jahreslohnausgabe stellte sich im Jahre 1936 auf 888 377 437 gegen 753 870 836 *R.M.* im Jahre 1936; sie hat sich also weiter um rd. 18% erhöht. Der durchschnittliche Jahresarbeitsverdienst stieg von 2095 im Jahre 1936 auf 2160 *R.M.* im Berichtsjahre.

An Unfällen wurden im Berichtsjahre 51 838 (1936: 44 527) gemeldet, darunter 3147 (2538) Meldungen über Arbeitswegunfälle und 657 (398) über Berufserkrankungen. Erstmals entschädigt wurden 1600 (1350) Unfälle. Die Entschädigungsaufwendungen für diese erstmalig entschädigten Unfälle betragen 998 727 (783 471) *R.M.* und für die Unfälle aus früheren Jahren für 10 492 (10 146) Entschädigungsberechtigte 6 475 685 (6 050 770) Reichsmark.

Die Umlage für das Jahr 1937 stellt sich auf 9 767 473 (8 852 782) *R.M.*, ist mithin um 914 691 *R.M.* oder 10% höher als im Vorjahre.

Alle im Laufe des Berichtsjahres auf dem Gebiete der Unfallverhütung getroffenen Maßnahmen und aufgetretenen Fragen sind wieder in einem besonderen technischen Jahresbericht über die Durchführung der Unfallverhütungsvorschriften und die Maßnahmen für die erste Hilfe bei Unfällen im Jahre 1937 eingehend behandelt worden. Unterstützt durch eine Reihe von Bildern schildert die Berufsgenossenschaft die Ursachen zahlreicher Unfälle und gibt Hinweise für deren Verhütung.

Aus Fachvereinen.

10. Internationaler Kongreß für Chemie.

Der in Rom von der „Union Internationale de Chimie“ in der Zeit vom 15. bis 21. Mai 1938 veranstaltete 10. Internationale Chemiekongreß vereinigte rund 2700 Chemiker aus 34 Ländern zu seinen Sitzungen. Deutschland war mit etwa 700 Chemikern, unter der Führung von Professor Kuhn, Heidelberg, am stärksten von allen Ländern vertreten. Nach der Eröffnungssitzung am Sonntag, dem 15. Mai, im „Julius-Cäsar“-Saal des Kapitols, an der der König von Italien und Kaiser von Aethiopien teilnahm, und in der der Präsident der Union Internationale und Leiter des Kongresses, Professor Nicola Parravano, Mitglied der Akademie von Italien, allgemeine Ausführungen über die neueren Erfolge der chemischen Wissenschaft und Technik machte, begann am Montag in den Hörsälen der „Citta Universitaria“, der neuen Universitätsstadt Roms, mit ihren stattlichen Neubauten, die eigentliche Kongreßarbeit mit einer Reihe von Hauptvorträgen und 11 Fachgebietsitzungen. An den Hauptvorträgen und den Fachgebietsberichten waren Italiener und Deutsche anteilig am stärksten vertreten. Sechs sehr beachtete Hauptvorträge und von den insgesamt 540 Fachgebietsbeiträgen entfielen allein 80 auf deutsche Berichterstatter. In der Schlußsitzung am Samstag, dem 21. Mai, wurde bekanntgegeben, daß der 11. Internationale Kongreß 1941 aus Anlaß der Hundertjahrfeier der „Chemical Society“ in London stattfinden soll.

Jedem Kongreßteilnehmer wurde eine vom Präsidenten, Professor N. Parravano, verfaßte umfangreiche Schrift „Chemie in Italien“ überreicht, aus der zu entnehmen ist, daß die chemische Industrie Italiens heute etwa 1500 Gesellschaften mit rd. 7 Milliarden L Kapital und etwa 400 000 Arbeitern umfaßt.

Der erste Hauptvortrag in der Fachgruppe 1 (Chemie und der wissenschaftliche Gedanke), den Professor Dr. P. Walden, Rostock, hielt, und der „Das Credo der wissen-

⁴⁹⁾ Bull. Sci. Ecole Polytechn., Timisoara, 7 (1937) S. 317/64; vgl. Gießerei 25 (1938) S. 209/15.

¹⁾ Iron Age 141 (1938) Nr. 5, S. 116.

²⁾ Steel 102 (1938) Nr. 26, S. 38 u. 62; Iron Age 141 (1938) Nr. 25, S. 31; W. H. Burr: Iron Steel Engr. 15 (1938) Nr. 1, S. 49.

schaftlichen Chemie“ behandelte, wurde zu einer eindrucksvollen Kundgebung der deutschen chemischen Wissenschaft vor den Chemikern aus allen Ländern der Welt. Er sprach von den Wandlungen und Entwicklungen, die der Begriff des Atoms seit den Zeiten Demokrits bis in unsere Tage erfahren hat. Der Grundgedanke des Demokrit und Lukrez von den ewigen Atomen, die Gewicht, Gestalt und Bewegung haben, erhält sich durch die Jahrtausende, entwickelt sich zuerst nach der Seite der stofflichen Verschiedenheit und Wägbarkeit (Boyle, Wenzel, Lavoisier u. a.) bis zu Daltons Atomtheorie (1803 und folgende) und Berzelius quantitativer Begründung der Verbindungsgewichte (1811 und folgende) und Einführung der Symbole für die Elementaratome (1814 und folgende).

Als dann verläuft die Entwicklung in der Richtung der gegenseitigen Wirkung der Atome, der Ursachen für die chemischen Vorgänge. Galvanis Entdeckung führt Volta (1800) zur Entdeckung der Voltaschen Säule, diese vermittelt Davys elektrochemische Entdeckungen (1806 und folgende) und führt nun über Berzelius' dualistische elektrochemische Theorie der Atome und Verbindungen (1819) zu Faradays Ionen-theorie (1834), von dieser zu Arrhenius' Dissoziationstheorie (1887) und zu deren Neuformung durch Debye und Hueckel (1923). Die Entdeckung des Radiums (P. und M. Curie 1898) führt zum Bau des Atoms, zu seiner Gestalt, zu den Atommodellen (Rutherford und Bohr, 1913 und folgende), zu Valenzelektronen (Stark 1908) und elektrischer Atombildung, um in die moderne Atomphysik und in die Chemie der Atomkerne einzumünden. Parallel verlief ein Entwicklungsweg der Atommorphologie über die Begriffe des Moleküls (Avogadro 1811; Cannizzaro 1858), der Kohlenstoffwertigkeit und des Benzolrings (Kekulé 1858 und 1865) zum Kohlenstofftetraeder und zur Stereochemie (J. H. van 't Hoff 1874). Die „Gestalt“ der Atome erhielt hier eine andere Sinndeutung; die „Konstitution“ der Moleküle in Verbindungen, die Synthese der hochentwickelten chemischen Naturstoffe, die chemische Kinetik im Zusammenhang mit der Thermodynamik und den Katalysatoren schufen nicht allein eine Biochemie, sondern ergaben in ihrer Auswirkung ein neues Zeitalter der synthetisch-technischen Chemie.

Als zweiter Redner der 1. Fachgruppe sprach Professor G. N. Hinshelwood, Oxford, über „Physikalische Chemie und modernes wissenschaftliches Denken“. Der Vortragende betonte die starke Bedeutung, die der Mathematik überall da zukommt, wo mengenmäßige Beziehungen zu klären sind. Erst die Gesetzmäßigkeit der Wellenbewegung hat die Bildung von Atomen und Molekülen verständlich gemacht. Das Studium der chemischen Molekulargewichte mit Hilfe der Wahrscheinlichkeitsrechnung hat die Bedingungen für das Vorhandensein und die Festigkeit chemischer Verbindungen geklärt. Mit Hilfe der Statistik (Großzahlforschung) konnten die kinetischen Verhältnisse und die Neigung, einen Gleichgewichtszustand zu erreichen, gedeutet werden. Die Quantentheorie hat schließlich die physikalischen und mathematischen Gründe für die Erscheinung der „Wertigkeit“ gezeitigt.

Die zweite Fachgruppe des Kongresses beschäftigte sich mit den chemischen Grundstoffen. Professor W. Swietoslowski (Warschau) behandelte das Thema: „Fortschritte und Entwicklungslinien der chemischen Großindustrie“, während Professor Dr. F. Bergius, Heidelberg, über das Thema „Der chemische Aufschluß des Holzes durch Hydrolyse der Kohlenhydrate“ sprach. Er führte aus, daß die chemische Wissenschaft den Aufschluß der Naturschätze in Betracht gezogen und bearbeitet habe. Man begann mit Erzen, Kohlen usw., bis in der letzten Zeit diese Versuche auch auf die vegetabilischen Stoffe ausgedehnt wurden.

Bei der Holzverwertung waren aber bis vor kurzem die Verfahren nur so weit möglich, daß sie kaum die Hälfte des Holzes verwenden konnten. Die Nationalökonomie verlangt aber vom Chemiker die völlige Ausnutzung der Rohstoffe; beim Holz wurde diese Ausnutzung durch die Hydrolyse erreicht. Diese Hydrolyse ergibt aus hochpolymeren Kohlenhydraten einfachere Glukosen und Galaktosen.

Aus den bereits gemachten Versuchen ergeben sich folgende Maßnahmen als zweckmäßig für die quantitative Holzbearbeitung: Zerkleinerung des Holzes — Extraktion der Gerbstoffe — Vorhydrolyse mit verdünnten Säuren — Trocknung — Hydrolyse mit konzentrierter Säure — Auswaschung — Wiedergewinnung der Säuren und Weiterverarbeitung der gewonnenen Erzeugnisse. So erhält man Gerbstoffe, Essigsäure, Xylose, Glukose, Lignin usw. Wenn auch die weitere Verfeinerung noch viele Aufgaben bietet, so ist im Grunde die rationelle Verwertung des Holzes gelöst.

Die dritte Fachgruppe behandelte „Die Chemie und die Ausnutzung der verschiedenen Energieformen“. Hier sprach Professor F. Giordani über „Die Chemie in der Ver-

wendung der thermischen Energie“. Der Vortragende besprach die besten Verfahren für die Verwendung der thermischen Energie und die Möglichkeit, die Chlorophyllsynthese mittels einer besseren Ausnutzung der Sonnenenergie, die heute nur in äußerst geringem Maße beansprucht wird, zu beschleunigen. Er erläuterte dann die bessere Verwendung der Treibstoffe in den Motoren und die Antiklopf- und Verbrennungseigenschaften. Weiterhin wurden die verschiedenen Stahlsorten erwähnt, die durch ihren hohen Temperaturwiderstand für die Verwendung zum Bau von thermischen Maschinen besonders geeignet sind.

Die Hauptvorträge in der vierten Fachgruppe (Chemie und Ernährung) befaßten sich mit biochemischen und geochemischen Themen. Außer einem Vortrag von H. v. Euler (Stockholm) über „Vitamine und Hormone“ war der Vortrag von Professor A. Butenandt vom Kaiser-Wilhelm-Institut für Biochemie, Berlin-Dahlem, über „Neue Probleme der biologischen Chemie“ das Ereignis des Kongresses. Der Vortragende führte aus, daß es neben dem auf die Erhaltung und den Aufbau des Organismus gerichteten gewöhnlichen Stoffwechsel noch einen Stoffwechsel höherer Ordnung gibt, der sich in physiologischen, hochaktiven, in geringsten Mengen wirksamen Verbindungen abspielt. Man nennt diese Stoffe, zu denen die Hormone, Vitamine und Enzyme gehören, Wirkstoffe oder Biokatalysatoren. Der Körper bildet nach dem Grundsatz einer höheren Oekonomie in einem Wurf eine Vielzahl von Wirkstoffen, indem er zunächst Verbindungssysteme aufbaut, in denen verborgen eine Fülle von biologischen Wirkungen enthalten sind. Die pflanzlichen Wachstumsstoffe, die Metamorphose- und Häutungshormone der Insekten und andere Wirkstoffe, haben ein ganz neues Gebiet erschlossen, und schon sind die ersten Einblicke in das stoffliche Wesen der die Erbfaktoren bestimmenden sogenannten Gene möglich geworden.

Die Hauptvorträge in den Fachgruppen 5 bis 8 befaßten sich mit den Leistungen der Chemie für Wohnung, Kleidung, Hygiene, Photographie, Kinematographie und Landwirtschaft.

In der neunten Fachgruppe (Chemie und Industrie) behandelte in einem der Hauptvorträge Dr. F. ter Meer (Ludwigshafen) die neuere Entwicklung der chemischen Technik, wobei er besonders über die neuen ununterbrochen arbeitenden Hochdrucksynthesen und über die schwierigen Aufgaben, die von der Werkstoffseite und in apparativer Hinsicht von den Ingenieuren, Physikern und Metallurgen zu überwinden waren, berichtete. Bei allen diesen Verfahren, die uns Benzin, Kautschuk, Fettsäure, Zellwolle, Kunstdünger usw. liefern, handelt es sich nicht um eine Nachbildung der Natur, sondern darum, in Anlehnung an die Natur Stoffe zu gewinnen, die auf die Bedürfnisse ihres Verwendungszweckes abgestellt und daher den Naturstoffen in ihren Eigenschaften überlegen sind. Zum Schluß ging der Vortragende in italienischer Sprache auf die Ähnlichkeit der Aufgaben ein, die der Chemie in Italien und in Deutschland gestellt sind. Mit der Schaffung der neuen synthetischen Stoffe wolle man in Deutschland wie in Italien nicht nur dem Wohlstand der eigenen Völker dienen, sondern auch dem Fortschritt in der Welt.

Professor Dr. F. Fischer (Mülheim) sprach als Präsident der zehnten Fachgruppe (Chemie und Transporte) über „Chemie und Motorisierung“. Er gab einen Ueberblick über die Leistungen der Chemie bei der Gewinnung und Verbesserung von Treibstoffen und Schmiermitteln, die aus in der Natur vorkommenden Stoffen isoliert werden können, und ergänzend dazu einen solchen über Gewinnung künstlicher Treibstoffe und Schmiermittel. Er schilderte die Gewinnung bestimmter Treibstoffe wie Benzin, Dieselöl und der Schmiermittel auf dem Wege der Destillation und der chemischen Raffination, ferner durch die Behandlung mit selektiven Lösungsmitteln, die Bedeutung des Krackverfahrens und die Verbesserung von Oelen durch Hydrierung. Andererseits erwähnte er die mannigfaltigen Wege, auf denen versucht und erreicht worden ist, fehlende Erdölzerzeugnisse, also vor allem Treibstoffe und Schmiermittel, aus anderen Rohstoffen herzustellen oder durch andere Stoffe zu ersetzen. Im letzten Fall erinnerte er an den Betrieb der Motoren mit Gasen aus fahrbaren Gaserzeugern oder mit solchen, die in komprimierter Form mitgeführt werden. Er führte weiter Erzeugnisse an, die durch Destillation bei niedriger oder hoher Temperatur aus Kohle, Torf, Oelschiefer usw. erhalten werden können, und solche, die sich beispielsweise durch geeignete Zersetzung aus Methan und aus Methanhomologen herstellen lassen. Dann besprach er die zerstörende Hydrierung, wie sie von Bergius gefunden und dann in verschiedener Weise, z. B. in Deutschland und England, durch Einführung von Katalysatoren weiterentwickelt wurde. Zum Schluß kam er auf die Synthese von Fischer und Tropsch, welche die Wege zu den verschiedensten Treibstoffen und Schmierölen öffnet und ebenfalls in industriellem Maßstab eingeführt ist, zu sprechen.

Die letzte und elfte Fachgruppe behandelte die Chemie im Kriege. Aus der großen Zahl der Einzelbeiträge, die zum kleineren Teil vorgetragen, zum größeren Teil den Kongreßteilnehmern gedruckt vorgelegt wurden, seien nur einige wenige herausgegriffen.

Ueber die Reinigung von Gasen nach dem I.-G.-Alkaid-Verfahren und die Schwefelgewinnung nach dem I.-G.-Claus-Verfahren berichtete Dr. H. Bähr (Leuna). Die nach dem Verfahren abgeschiedenen Schwefelwasserstoffmengen aus Gasen betragen bereits jährlich etwa 30 000 t Schwefel. Bemerkenswerte Untersuchungen über das Wachstum von Kristallen bei erstarrenden Metallschmelzen hat Dr. G. Masing (Göttingen) angestellt, nachdem es ihm gelungen war, durch eine besondere Versuchsanordnung die wahre Temperatur an der Grenze der Kristallschmelze zu messen. Ueber die Anwendung des Elektronenmikroskops in der Kolloidchemie berichtete Dr. Beischer (Berlin-Dahlem), der erstmalig das Elektronenmikroskop als neues Hilfsmittel für die Untersuchung kolloidaler Systeme angewendet hat und hierbei zu das Auflösungsvermögen des Lichtmikroskops wesentlich übertreffenden Ergebnissen gelangt ist. Professor Dr. Schwarz (Königsberg) ist es gelungen, neuartige Verbindungen des Siliziums herzustellen, die in ihrem Aufbau den Kohlenstoff-Verbindungen gleichen. Insbesondere für die ausländischen Zuhörer waren die Ausführungen von Dr. M. Pier (Ludwigshafen) beachtenswert, der über die zehnjährigen Erfahrungen mit der großtechnischen Herstellung von Hochdruck-Hydrierbenzin berichtete. Nach diesem Verfahren wurden 1937 in Deutschland rd. 900 000 t Benzin, das sind 90 % der einheimischen Benzinerzeugung, hergestellt.

Gleichzeitig mit dem Kongreß war eine Ausstellung wissenschaftlicher Bücher und Zeitschriften in der Universität verbunden. Hier zeigte sich, daß gerade das deutsche Fachbuch eine führende Stelle auf dem Gebiete der Chemie einnimmt.

Zur persönlichen Fühlungnahme der Kongreßteilnehmer fanden eine Reihe gesellschaftlicher Veranstaltungen statt. Hierbei war nichts unterlassen worden, um die Gastfreundschaft Italiens in ein glänzendes Licht zu setzen, um die Schönheiten des Landes, besonders von Rom, einschließlich des antiken Roms, und um Italiens Kunst und Musik den aus aller Welt zusammengekommenen Chemikern zu vermitteln. *Paul Klinger.*

Iron and Steel Institute.

(Frühjahrsversammlung und Symposium on Steelmaking am 4. und 5. Mai 1938 in London. — Fortsetzung von S. 767.)

Die Anlagen in Glasgow und Lancashire.

Von den in Schottland in der Nähe von Glasgow und im Gebiet von Lancashire gelegenen Siemens-Martin-Stahlwerken sind besonders die mit Venturiöfen gemachten Erfahrungen berichtenswert. Neuzeitlich ist das Werk in Clydebridge mit fünf Öfen üblicher Bauart zu 86 t und drei Öfen zu 62 t Abstichgewicht, sowie das Werk in Glengarnock mit sechs Öfen zu 90 t, von denen zwei mit Venturiköpfen ausgerüstet sind; diese beiden Öfen kamen im Februar und September 1937 in Betrieb. Da im schottischen Gebiet Hochofenwerke fehlen, wird nach dem festen Roheisen-Schrott-Verfahren gearbeitet.

Seit 1933 wird Roheisen auf den Hochofenwerken nur noch mit der Maschine vergossen. Der Phosphorgehalt betrug früher bis 2 %, der Siliziumgehalt stieg häufig auf gleich hohe Werte. Kennzeichnende Roheisenanalysen sind:

	1927	1936
Si %	1,60	1,00
P %	1,00	0,40
S %	0,040	0,040
Mn %	1,20	1,40
Sandguß %	90	nichts
Maschinenguß %	10	100

Bemerkenswert ist, daß bei Schmelzen mit einem Einsatz von etwa 25 % in Sand vergossenem Roheisen obiger Zusammensetzung die Kalkmenge um etwa 1,5 t je 90 t Schmelze höher lag als bei einem Gießmaschinenroheisen von niedrigerem Silizium- und Phosphorgehalt. Die Schlackenmenge war infolgedessen bei in Sand vergossenem Roheisen bei 90-t-Schmelzen um 3 t höher.

Die Jahreserzeugung der 46 basischen, mit Generatorgas beheizten Siemens-Martin-Öfen Schottlands betrug 1937 rd. 1.4 Mill. t gegenüber etwa 100 000 t Rohstahl in den Jahren vor dem Weltkrieg.

Der aus Amerika übernommene Venturiöfen¹⁾ ist bekanntlich aus dem Grunde so genannt worden, weil der Längs- und der

waagerechte Schnitt der Köpfe Ähnlichkeit mit einem Venturirohr hat. Durch die Einschnürung des Gewölbes und der Seitenwände werden eine bessere Mischung von Gas und Luft und hierdurch günstigere Verbrennungsverhältnisse und eine bessere Flammenführung erreicht. Gaszüge und Türen sind wassergekühlt. Die Haltbarkeit der feuerfesten Auskleidung der Türen, die hydraulisch bedient werden, soll sechs bis acht Wochen betragen. Der Gesamtkühlwasserverbrauch wird für die 50-t-Öfen mit 87 m³/h, für die 90-t-Öfen mit 81,5 bis 112 m³/h angegeben. Bemerkenswert ist, daß die beiden Venturiöfen Abhitzekessel haben, die in England die größten dieser Art sind. Einzelheiten sind aus *Zahlentafel 1* ersichtlich. *Zahlentafel 2* gibt einen Ueberblick über

Zahlentafel 1. Bauangaben von einem 90-t-Ofen üblicher Bauart und einem 90-t-Venturiöfen. (Glengarnock in Schottland; nur fester Einsatz.)

	90-t-Ofen üblicher Bauart		90-t-Venturiöfen	
Oberöfen:				
Ofenlänge m	24,39		29,87	
Herdlänge m	11,25		12,80	
Herdbreite m	4,27		4,27	
Herdfläche m ²	48,0		54,6	
Unterofen:				
Kammerlänge m	Luft 6,15	Gas 6,15	Luft 6,23	Gas 6,23
Kammerbreite m	3,66	2,44	3,79	2,40
Mit feuerfesten Steinen gefüllter Kammeraum m ³	94,1	62,6	103	65,7
Gesamtkammeraum m ³	140,5	108,9	150	96,25
Gitterraum je t Ofenfassungs- vermögen m ³ /t	1,05	0,70	1,13	0,73
Schlackenammerlänge m	4,88	4,88	4,88	4,88
Schlackenammerbreite m	2,44	2,44	3,66	2,44
Schlackenammerfläche m ²	11,9	11,9	17,8	11,90
Anzahl der senkrechten Züge . .	2	1	2	1
Querschnitt der senkrechten Züge m ²	0,59	0,96	1,99	0,84
Gaszüge m ²	—	0,31	—	0,33
Schornsteinhöhe m	45,7		45,7	

Gas-, Luft- und Schlackenammern sind vollkommen mit Blech gepanzert und innenseitig 11 cm stark mit feuerfesten Steinen isoliert. Anzahl der Abstiche: 16 bis 18 je Woche (= 1600 t je Woche).

Zahlentafel 2. Mittlere Betriebszahlen von 90-t-Silikaöfen. (Glengarnock in Schottland; nur fester Einsatz.)

	90 t, übliche Bauart	90 t, übliche Bauart	90 t, Venturi- öfen	90 t, Venturi- öfen
Anzahl der Abstiche in 7 Tagen . .	16	14	18	16
Flickzeit min	21	27	28	32
Einsetzen min	292	298	217	236
Einschmelzen min	189	223	192	203
Frischen min	50	76	60	77
Insgesamt min	552	624	497	548
Abstichgewicht t	93,6	92,3	91,6	91,8
Schmelzeistung t/h	3,21	10,38	8,28	9,13
Rohestoffverbrauch:				
Roheisen kg/t Stahl	250	326	318	335
Gußeisenschrott kg/t Stahl	61,5	152	156	139
Stahlschrott kg/t Stahl	778	595	600	592
Pfannenbären, Gießgrubenschrott usw. kg/t Stahl	—	8,1	14,7	18,4
Eisenerz kg/t Stahl	—	34	39,5	35,5
Walzsinter kg/t Stahl	10	23,3	20,3	35,5
Kalkstein kg/t Stahl	25	60	45,6	54,2
Gebraannter Kalk kg/t Stahl	36,5	40,5	49,2	35
Flußspat kg/t Stahl	6	9,2	7,6	9,2
Ferromangan kg/t Stahl	2	6,4	7,1	4,8
Siliziummangan kg/t Stahl	4	2,7	2,4	3,4
Ferrosilizium kg/t Stahl	—	1	1,0	0,2

mittlere Betriebszahlen der Siemens-Martin-Öfen in Glengarnock, jedoch kann wegen der Kürze der Betriebszeit der Venturiöfen noch kein endgültiger Vergleich mit den Öfen üblicher Bauart gezogen werden.

In Lancashire stehen mehrere Venturiöfen mit wassergekühlten Gaszügen, Türen und Rahmen, davon ist ein Ofen mit Radexsteinen zugestellt. Die *Zahlentafeln 3 und 4* geben einen Ueberblick über einen 50-t-Ofen üblicher Bauart und zwei Venturiöfen von 50 und 90 t. *Abb. 1* zeigt einen 50-t-Venturiöfen in Radexzustellung.

Der Wärmeverbrauch der Öfen schwankt je nach Verfahren und Stahlart zwischen 1 und 1,12 × 10⁶ kcal/t weicher Handelsstahl bei 50 % flüssigem Roheiseinsatz und 50 % Stahlschrott.

Eine wichtige Kenngröße für Ausbringen, Leistung und Wärmeverbrauch ist bekanntlich wegen des Einflusses der Wärmeabstrahlung der Flammen die Höhe des Gewölbes über der Herdsohle oder über dem Bad. Wegen der beim Schmelzen bei hohen Roheisensätzen oft heftigen Reaktionen muß die Gewölbedecke so hoch wie möglich liegen, damit sie vor Spritzern geschützt ist. Als zweckmäßig wird eine solche Gewölbemindest-

¹⁾ Iron Coal Tr. Rev. 115 (1927) S. 670; Iron Age 108 (1921) S. 1324/28; Stahl u. Eisen 42 (1922) S. 1133/39.

Zahlentafel 3. Bauangaben von 50-t- und 90-t-Venturiöfen (Lancashire).

	50-t-Ofen üblicher Bauart	Venturiöfen	
		50-t-Ofen	90-t-Ofen
Oberofen:			
Gesamtlänge m	17,31	17,31	19,19
Gesamtbreite m	5,03	5,03	5,54
Nutzbare Herdfläche m ²	32,40	31,59	42,60
Rauminhalt des Herdraumes m ³	59,70	58,60	82,60
Querschnitt des Gaszuges m ²	0,21	0,26	0,31
Anzahl der Gaszüge	1	1	1
Neigung des Gaszuges	14° 50'	6°	5°
Querschnitt des Luftzuges m ²	1,37	Venturi- form	Venturi- form
Neigung des Luftzuggewölbes zur Waagerechten	21° 50'	34° 45'	34° 45'
Unterofen:			
Schlackenkammerraum (an einer Ofenseite)			
Gas m ³	16,5	21,0	44,0
Luft m ³	20,9	28,0	68,5
1 Kammerpaar m ³	37,4	49,0	112,5
Gitterraum			
Gas m ³	34,9	40,6	104,5
Luft m ³	44,4	57,6	134,0
1 Kammerpaar an einer Ofenseite m ³	79,3	98,2	238,5
Verhältnis Gitterraum : Kammerraum (Gesamtkammerraum an einer Ofenseite (Gas + Luft) m ³	0,733	0,722	0,759
Wärmeverbrauch ¹⁾ 10 ⁶ kcal/h	106,7	134,1	311
Leistung t/Woche	?	9,05	13
Leistung t/h	500	1200	1600
Wärmeverbrauch 10 ⁶ kcal/t ²⁾	3	7,1	9,5
	?	1,28	1,37

1) Gemessen am Ofenventil. 2) Bei weichem Handelsstahl.

höhe angesehen, bei der sich für die Flammengase eine Aufenthaltszeit im Ofenraum von 2,2 bis 2,5 s ergibt. Die Öfen des Lancashire-Gebietes arbeiten nach dem Roheisen-Schrott-Erz-Ver-

Zahlentafel 4. Herdflächenleistung und Tagesleistung von 50-t- und 90-t-Siemens-Martin-Oefen.

Ofen	Herdflächenleistung kg/m ²	Leistung t/24 h
50-t-Ofen üblicher Bauart	104	72
50-t-Venturiöfen (weicher Handelsstahl)	160 bis 170	107 bis 114 (157)
50-t-Venturi-Radexöfen (weicher Handelsstahl)	204	136 (172)
90-t-Venturiöfen (weicher Handelsstahl)	190	172 (228)

Bei nur mit Koksofengas beheizten Öfen verläßt das Gas die Düsen, deren Neigung 12 bis 17° beträgt, mit einer Geschwindigkeit von 60 bis 80 m/s.

An allen Öfen werden die Kammertemperaturen sowie der Zug hinter den Ventilatoren aufgeschrieben. Die Temperatur des Heißgases wird durch Thermolemente gemessen; sie liegt im Mittel bei 1000°, während die Heißluft auf etwa 1250 bis 1350° aufgeheizt wird. Nach den Betriebserfahrungen scheint es zweckmäßig, die Vorwärmung des Gases nicht über 1000° ansteigen zu lassen, da die Ruß- und Kohlenstoffausscheidung sowie die Teerspaltung bei 900 bis 1000° Bestwerte erreicht, was mit Rücksicht auf die Leuchtkraft der Flamme und die günstigste Wärmeübertragung wichtig ist. Höhere Feuchtigkeitsgehalte im Gas wirken sich besonders oberhalb 1000° infolge Entleuchtung der Flamme schädlich aus.

Bei dem 50-t-Venturiöfen mit Radexzustellung in Lancashire (vgl. Zahlentafel 3 und 4 sowie Abb. 1) sind Gewölbe, die gesamte feuerfeste Ausmauerung, Köpfe und senkrechte Züge vom Kammergewölbe an aufwärts vollkommen aus Radexsteinen zugestellt. Türen und Züge sind wassergekühlt. Das Gewölbe wurde nach 24 Wochen entsprechend 449 Schmelzen etwa zur Hälfte erneuert. Nach 44 Wochen Betriebsdauer sank die Zahl der Schmelzen in der Woche auf 15 bis 16, da die Kammern nicht mehr einwandfrei arbeiteten.

Die größere Erzeugung des Radexöfens im Vergleich mit dem Silikaofen gleicher Größe wird durch die höhere Arbeitstemperatur des Radexöfens ermöglicht. Allerdings muß dafür gesorgt werden, daß die Gittertemperatur nicht zu hoch ansteigt. Die Temperaturmeßgeräte an den Radexöfen sind daher mit roten Begrenzungslinien versehen.

Saurer Siemens-Martin-Ofen. Zur Erzeugung unlegierter, härterer Stähle findet auch in Schottland das saure Siemens-Martin-Verfahren nach dem festen Roheisen-Schrott-Verfahren größere Verwendung. Von besonderer Bedeutung für den sauren Ofen ist die Pflege und das Flickern des Herdes sowie die Zustellung des neuen Herdes, die schwieriger ist und auch mehr Zeit beansprucht als der Bau basischer Herde²⁾. Auch die Beachtung des Einflusses der verschiedenen Schlacken- und Metallverbindungen auf die Herdzustellung ist von Wichtigkeit. Der Verbrauch an Quarzsand für den Herd wird mit rd. 20 kg/t Stahl angegeben. Mit einem stark tonhaltigen Sand wird man nie eine gute Haltbarkeit erzielen. In Übereinstimmung mit J. H. Whiteley

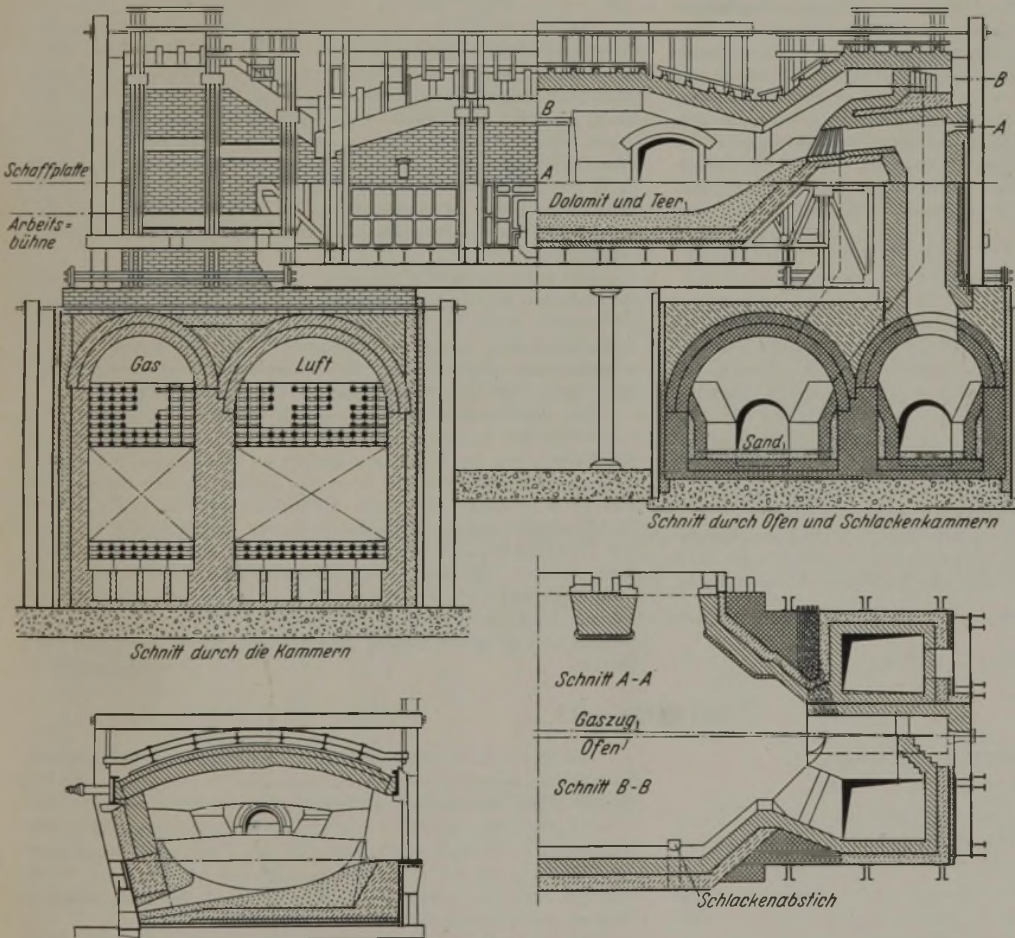


Bild 1. 50-t-Radexofen mit Venturikopf in Lancashire (vgl. Zahlentafel 3).

fahren mit einem Einsatz von 50 % flüssigem Mischerroheisen und festem Roheisen (1,4 % Si und 1,65 % P) sowie 50 % Stahlschrott.

Die Gasgeschwindigkeit in den Gaszügen beträgt bei der mittleren Temperatur von 1000° bei dem

- 50-t-Venturiöfen 28 m/s (Neigung des Gaszuges 6°),
- 90-t-Venturiöfen 34 m/s (Neigung des Gaszuges 5°).

2) Stahl u. Eisen 40 (1920) S. 1165/70; 56 (1936) S. 818.

und A. F. Hallimond³⁾ zeigt der saure Herd nach längerem Betrieb eine starke Abnahme des Kieselsäuregehaltes. Man erkennt weiter eine Anreicherung an Eisenoxydul und Kalk. *Zahlentafel 5* zeigt die Zusammensetzung des Herdes bei einem sauren 60-t-Ofen.

Zahlentafel 5. Herdzusammensetzung bei einem 60-t-Ofen¹⁾.

Bestandteil	Neuer Herd ²⁾	Zusammensetzung in %		
		Nach 12 Wochen	Nach 8 Jahren	Alter saurer Herd
SiO ₂	94,87	70,54	67,4	67,20
FeO	—	15,84	20,4	18,80
Fe ₂ O ₃	0,86	5,51	3,96	0,30
Al ₂ O ₃	2,60	2,29	1,06	2,80
MnO	—	5,28	5,06	6,60
CaO	0,44	0,08	2,10	2,20
MgO	0,19	0,72	0,44	0,04
Alkalien	0,28	—	—	—
TiO ₂	—	—	—	1,20

¹⁾ Stahl u. Eisen 40 (1920) S. 1129/35, 1165/70 u. 1201/04; 41 (1921) S. 1074/75. — ²⁾ Gewicht 24,25 t aus belgischem und Brown-Sand.

Die Proben wurden in 5 cm Tiefe und in 1,80 m Entfernung vom Stichloch aus dem Herd genommen. Die zerstörenden Stoffe sind hiernach anscheinend vorwiegend die Eisenoxyde und nicht die Manganoxyde, wie schon von J. H. Whiteley und A. F. Hallimond festgestellt wurde.

Vergleicht man die Kammerhaltbarkeit saurer Siemens-Martin-Ofen mit basischen Ofen gleicher Bauart und Größe, so ergeben sich für den sauren Ofen gewisse Schwierigkeiten durch das Auftreten von schon früher beschriebenen⁴⁾ Ablagerungen, die sich sehr ungünstig auswirken und eine häufigere Erneuerung der Kammerpackung erforderlich machen. Vor allem die senkrechten Züge des sauren Ofens und das oberste Gitterwerk werden durch diese Verstopfungen in Mitleidenschaft gezogen, die gewöhnlich oben in den Luftkammern beginnen. Sie bestimmen, da sie zu einer Zerstörung des Gitterwerks führen, damit auch im weitesten Maße die Lebensdauer des Ofens. Durch die Notwendigkeit der häufigen Reinigung oder gar teilweisen Erneuerung des Gitterwerks tritt eine starke Abkühlung in den Kammern ein, die die Haltbarkeit des Gitterwerks noch weiter herabsetzt. Der Angriff auf die feuerfesten Steine des Oberofens ist nach den vorliegenden Betriebsangaben im sauren Ofen weniger stark als im basischen Ofen, aber dieser Vorteil geht wegen der kürzeren Lebensdauer des Gitterwerks wieder verloren. Die Ansätze (*Zahlentafel 6*) haben auf den obersten Gitterwerksteinen eine

Zahlentafel 6. Ansätze in den Kammern saurer Siemens-Martin-Ofen.

Oberste Steine des Gitterwerks	97,3 % Fe ₂ O ₃
	1,62 % SiO ₂
Luft- und Schlackenammer	49,9 % Fe ₂ O ₃
	26,0 % FeO
	20,6 % SiO ₂
	2,2 % Al ₂ O ₃
	0,16 % MnO

harte schwammartige Form, oder sie bilden in den Gebieten niedriger Temperatur eine Art feinen Staubes. Sie bestehen, wie auch K. Dornhecker⁴⁾ angibt, aus fast reinem Eisenoxyd und sind in den Kammern basischer Ofen nicht zu finden.

Während sich das Gitterwerk des basischen Ofens ausnahmslos von unten nach oben zusetzt, beginnen die Verstopfungen beim sauren Ofen zuerst im oberen Teil der Kammer. Vermutlich ist

³⁾ J. Iron Steel Inst. (1919) Nr. 4, S. 199/270; Stahl u. Eisen 40 (1920) S. 1133.

⁴⁾ Stahl u. Eisen 40 (1920) S. 952/54.

es Eisen in Dampfform, das vorwiegend während des Kochens entweicht und sich in Eisenoxydul, später unterhalb 1250° in Eisenoxyd umsetzt. Bisher wurde noch keine Möglichkeit zur Verhinderung und Beseitigung dieser Ansatzbildung gefunden, ohne dabei das Gitterwerk erneuern zu müssen.

Bei der Schlackenüberwachung treten beim sauren Stahlschmelzverfahren grundsätzlich ähnliche Fragen wie beim basischen Verfahren auf. Beim sauren Ofen besteht die Schlacke bekanntlich hauptsächlich aus Kieselsäure, Eisenoxydul und Manganoxydul; die Silikate treten vorwiegend als CaO · SiO₂, MnO · SiO₂ und FeO · SiO₂ auf.

Die Gegenwart von Kalk in der sauren Schlacke vermindert die Aufnahme von Mangan aus dem Metallbad. Das Ergebnis von 110 Endschlackenanalysen aus dem sauren Ofen ist in *Zahlentafel 7* angebeu.

Zahlentafel 7. Schlackenzusammensetzung aus dem sauren Siemens-Martin-Ofen.

Angabe in Mol.-% (CaO + FeO + MnO + SiO₂ = 100%). Die übrigen Stoffe, die weniger als 5% der Gesamtschlackenmenge ausmachen, sind vernachlässigt.

Stahlart	SiO ₂ %	FeO %	MnO %	CaO %
Weiche Stähle (0,15 bis 0,19% C)	55,9 bis 60,7	19,1 bis 25,8	3,3 bis 16,4	2,9 bis 6,1
Mittelharte Stähle (0,20 bis 0,35% C)	57,4 bis 61,9	15,7 bis 20,8	8,4 bis 18,7	3,6 bis 14,9
Hartere Stähle (0,40 bis 1,0% C)	60,9 bis 63,7	11,5 bis 18,1	8,4 bis 18,4	4,0 bis 16,0

Für den sauren Ofen ist die Beschaffenheit des Hämatiteiseneinsatzes von großer Wichtigkeit. Neuerdings sieht man im Gegensatz zu früheren Anschauungen (0,5% Mn) einen hohen Mangangehalt im Hämatiteisen für vorteilhaft an. Durchschnittlich wird mit folgender Hämatitzusammensetzung gearbeitet:

Silizium	im Mittel 2,0	bis 3,0 %
Mangan	im Mittel	bis 3,0 %
Gesamtkohlenstoff	im Mittel 2,9	bis 3,3 %

Der Schrott für den sauren Ofen soll neben niedrigen Schwefel-Phosphor-Gehalten nicht zu schwere Brocken aufweisen; diese verursachen, da sie den Ofengasen länger ausgesetzt sind, eine verstärkte Schwefelaufnahme. Am Ende der Woche wird mit 30% Schrott gearbeitet, wobei zuerst 75% des festen Roheisens, dann der Schrott und zum Schluß der Rest des Roheisens eingesetzt wird. Bei den anderen Schmelzen mit 30 bis 70% Schrott wird (umgekehrt wie in Amerika) zuerst das Roheisen, dann der Schrott eingesetzt, da man aus den Oxyden des Schrottes während des Einschmelzens Schädigungen des Herdes befürchtet.

Consett verwendet für seine sauren Siemens-Martin-Ofen ein Roheisen mit 1,25% Si und 0,05% P. Mit diesem Roheisen wird dann nach dem Roheisen-Schrott-Verfahren mit einem verhältnismäßig hohen Roheisensatz (41%) Stahl mit Güteanforderungen hergestellt. Das Schmelzverfahren unterscheidet sich dabei nicht von demjenigen der deutschen Werke.

Die durchschnittliche Einsetzzeit für 82 t beträgt 3½ h, das Schmelzen dauert 3¼ h, dann werden Erz und Brikketts zur Beschleunigung des Kochens zugegeben. Das Feinen und Fertigmachen dauert weitere 3½ h, so daß insgesamt eine Schmelzzeit von 14 h benötigt wird. Die Schmelzen werden außer mittels Stahlanalysen durch Schlackenanalysen (Eisengehalt) verfolgt. Zur Verminderung des Eisengehalts in der Schlacke wird Kalkstein gegeben. Beruhigter Stahl wird mit Ferrosiliziumzusatz im Ofen fertiggemacht; Ferromangan wird warm in die Pfanne gegeben. Merkwürdigerweise hat sich die Verwendung flüssigen Roheisens gegenüber festem Roheisen als nicht vorteilhaft erwiesen.

Kurt Guthmann.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

(Patentblatt Nr. 28 vom 14. Juli 1938.)

Kl. 10 a, Gr. 22/04, O 177.30. Verfahren zur Kohleverkockung in waagerechten Ofenkammern unter gleichzeitiger Wassergasgewinnung. Dr. C. Otto & Comp., G. m. b. H., Bochum.

Kl. 12 e, Gr. 5, S 120 097. Verfahren zur elektrischen Reinigung von Gasen oder schlecht leitenden Flüssigkeiten. Siemens-Lurgi-Cottrell, Elektrofilter-Gesellschaft m. b. H. für Forschung und Patentverwertung, Berlin-Siemensstadt.

Kl. 18 a, Gr. 18/01, H 144 843. Verfahren zur unmittelbaren Eisengewinnung aus Erzen. Hoesch A.-G., Dortmund.

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

Kl. 18 b, Gr. 14/05, St 53 512. Verfahren zum Betriebe von Flammöfen, insbesondere von Siemens-Martin-Ofen, mit reichen Gasen. Max Steinheißer, Duisburg.

Kl. 18 c, Gr. 10/06, O 22 762. Ununterbrochen arbeitender ringförmiger Endenanwärmer. Walter Sprenger, Düsseldorf.

Kl. 21 h, Gr. 15/01, S 99 768. Elektrischer Ofen mit Hochvakuum oder mit Schutzgasfüllung für sehr hohe Temperaturen. Siemens-Schuckertwerke, A.-G., Berlin-Siemensstadt.

Kl. 21 h, Gr. 15/01, S 119 792; Zus. z. Pat. 648 070. Elektrischer Widerstandsofen. Siemens-Schuckertwerke, A.-G., Berlin-Siemensstadt.

Kl. 48 a, Gr. 6/08, P 73 700. Verfahren zum Versilbern von nichtrostenden Stählen. Wilh. Pfeiffer & Co., Solingen.

Kl. 48 a, Gr. 14, P 73 699. Verfahren zur Herstellung haltbarer nicht abblättrender und biegefähiger Silberüberzüge auf nichtrostendem Stahl. Wilh. Pfeiffer & Co., Solingen.

Kl. 48 a, Gr. 16, V 33 761. Verfahren zur Erzeugung oxydischer Schutzschichten auf Eisen und Stahl. Anton Vollmer, Berlin-Tegel.

Kl. 58 b, Gr. 14, L 90 171. Schrottpaketierpresse mit Schieberdeckel. Waldemar Lindemann, Düsseldorf.

Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 28 vom 14. Juli 1938.)

Kl. 18 b, Nr. 1 440 125, Krätzer für Flammöfen, insonderheit für Siemens-Martin-Oefen. Hoesch A.-G., Dortmund.

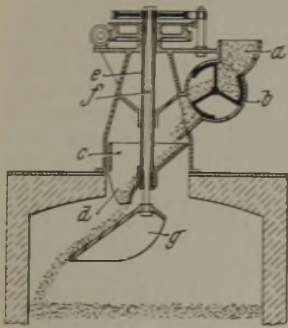
Kl. 18 c, Nr. 1 440 098. Vorrichtung zum Abdichten von Durchlauf-Blankglühöfen. Jean Nabheuer und Matthias Ludwig, Troisdorf-Oberlar.

Deutsche Reichspatente.

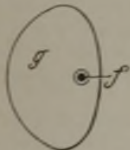
Kl. 18 d, Gr. 2₃₀, Nr. 658 824, vom 27. Januar 1931; ausgegeben am 14. April 1938. Zusatz zum Patent 612 268 [vgl. Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 870]. Dortmund-Hoerder Hüttenverein, A.-G., in Dortmund. (Erfinder: Dr.-Ing. Ernst Hermann Schulz in Dortmund.) *Stahl für auf Verschleiß beanspruchte Gegenstände.*

Als Werkstoff für Eisenbahnschienen, Radreifen, Spundbohlen und andere stark auf Verschleiß beanspruchte Gegenstände wird ein Stahl mit weniger als 0,15% C, 0,08 bis 0,2% P, 0,8 bis 2% Mn, über 0,6 bis 1,5% Si, 0,4 bis 1,5% Cu, Rest Eisen verwendet, der noch bis zu 2% Cr und/oder bis zu 1% Ti enthalten kann.

Kl. 24 e, Gr. 9, Nr. 658 956, vom 16. August 1933; ausgegeben am 19. April 1938. Dr.-Ing. Carl Weidmann in Leichlingen (Rheinl.). *Vorrichtung zur gleichmäßigen Streuung der Kohle bei mechanisch beschickten Gaserzeugern.*



Aus dem Behälter a fällt die Kohle in die Zellentrommel b und aus dieser absatzweise in den Verteilungstrichter c, dessen Auslauf d außermittig angeordnet ist. Durch die Hohlwelle e kann der Trichter gedreht werden. An einer in der Hohlwelle gelagerten Welle f ist der Rutschkegel g als Brennstoffzuteiler angebracht. Da Hohlwelle e und Welle f sich mit verschiedenen Geschwindigkeiten drehen, so fällt die Kohle je nach der gegenseitigen Stellung des Auslaufs d zum Kegel g auf eine andere Stelle des Kegels und wird dadurch mehr oder weniger weit nach außen geführt.



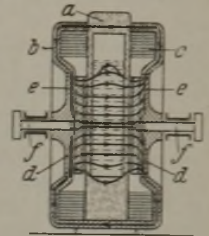
Stelle des Kegels und wird dadurch mehr oder weniger weit nach außen geführt.

Kl. 18 c, Gr. 14, Nr. 659 134, vom 28. Februar 1935; ausgegeben am 26. April 1938. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft in Berlin. (Erfinder: Dr. Franz Pawlek in Berlin-Niederschöneweide.) *Verwendung von magnetischen Legierungen, die Nickel und Eisen im Verhältnis 30 bis 70% Nickel zu 70 bis 30% Eisen enthalten.*

Die Legierungen werden vor der Schlußglühung mit mehr als 90%, vorzugsweise 95% Dickenverminderung kaltgewalzt, dann bei Temperaturen oberhalb der Rekristallisationsgrenze bis hinauf zu etwa 1200° geglüht und für solche Zwecke verwendet, bei denen es auf einen über einen großen Induktionsbereich gleichmäßigen Anstieg der Magnetisierung sowie auf eine völlige Sättigung bei niedrigen Feldstärken ankommt.

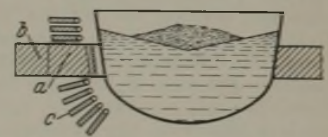
Kl. 21 h, Gr. 18₃₀, Nr. 659 145, vom 22. März 1935; ausgegeben am 26. April 1938. Dr.-Ing. Georg Mars in Csepel bei Budapest und Richard Hirsch in Berlin. *Kernloser Induktionsöfen.*

Zwischen dem Schmelzgut und einem das Gut durchsetzenden magnetischen Kraftlinienfeld wird eine Relativbewegung herbeigeführt, durch die im Gut die seiner Erwärmung dienenden Induktionsströme erzeugt werden. Im trommelartigen und den Herd a von beiden Seiten umfassenden Magnetgehäuse b sind zwei Spulen c untergebracht, die derart geschaltet werden, daß sie einen gleichpoligen Magneten bilden. Während des Betriebes werden nur die mit Polvorsprüngen d versehenen Polräder e bewegt, die auf den von Motoren angetriebenen Achsen f sitzen und gleichsinnig oder entgegengesetzt gedreht werden, wobei sich die dargestellten Kraftlinien ausbilden.



Kl. 40 a, Gr. 15₀₁, Nr. 659 153, vom 7. Dezember 1932; ausgegeben am 27. April 1938. Heraeus-Vacuumschmelze, A.-G., und Dr. Wilhelm Rohn in Hanau a. M. *Verfahren zur Beschleunigung metallurgischer Schlackenreaktionen.*

Auf den symmetrisch angeordneten Polen a des ringförmigen Eisenjoches b werden die Flachspulen c radial sowie vorwiegend waagrecht angeordnet. Wird der Ofen an Drehstrom angeschlossen, so treibt das ganze Bad um eine senkrechte Achse umlaufend um, wobei das Bad am Rand höher steht als in der Mitte, in der sich die Schlacke sammelt, so daß sie nicht den Herd oder Tiegel angreift. Im Bad sind unmittelbar nebeneinander auf- und absteigende Badbewegungen, die das Bad stark aufwirbeln, wobei die metallurgischen Reaktionen beschleunigt und die Reaktionsschlacke zu einer Emulsion derart verquirlt wird, daß selbst bei einem Schlackengewicht von 5 bis 6% des Badgewichtes keine Schlacke mehr an der Badoberfläche erkennbar ist.



Statistisches.

Großbritanniens Roheisen- und Stahlerzeugung im Juni 1938.

	Roheisen 1000 t zu 1000 kg					Am Ende des Monats in Betrieb befindliche Hochofen	Rohblöcke und Stahlguß 1000 t zu 1000 kg						Herstellung an Schweißstahl 1000 t	
	Hämatit	Stahl	Gießerei	Puddel	zusammen einschl. sonstiges		Siemens-Martin sauer	Siemens-Martin basisch	Thomas	Bessemer	sonstige	zusammen		darunter Stahlguß
Januar 1938	178,3	417,8	141,0	16,9	773,3	130	179,2	827,3	40,1	21,0	31,1	1098,7	22,9	18,4
Februar	158,2	389,8	123,6	14,8	704,4	124	184,7	805,4	36,0	21,4	27,0	1074,5	22,3	16,9
März	164,1	409,8	127,1	9,8	726,0	118	182,6	865,0	35,6	19,0	31,5	1133,7	24,8	20,9
April	147,7	386,6	107,1	17,3	671,6	111	156,7	721,4	36,4	12,5	26,6	953,6	20,9	13,5
Mai	133,0	370,5	110,3	17,2	644,0	105	162,9	729,6	37,1	12,4	30,3	972,3	22,7	
Juni	123,5	307,8	96,5	11,4	550,2	97						788,5		

Luxemburgs Roheisen- und Stahlerzeugung im Mai und Juni 1938.

1938	Roheisenerzeugung				Flußstahlerzeugung			
	Thomas	Gleditsch	Puddel	zusammen	Thomas	Siemens-Martin	Elektro	zusammen
	t	t	t	t	t	t	t	t
Januar	140 743	3323	—	144 066	131 075	—	1359	132 434
Februar	116 572	771	—	117 343	108 258	—	2582	110 840
März	113 107	—	—	113 107	104 891	—	4599	109 490
April	114 113	—	—	114 113	105 474	—	3887	109 361
Mai	114 848	—	—	114 848	106 965	—	3723	110 688
Juni	113 154	—	—	113 154	105 674	—	4106	109 780

Die Bergwerks- und Eisenindustrie Ungarns im Jahre 1937.

In Ungarn wurden im Jahre 1937 8 972 103 (1936: 8 764 802) t Stein- und Braunkohle und 314 607 (219 624) t Eisenerze gefördert. Ueber die Roheisen- und Stahlerzeugung unterrichtet *Zahlentafel 1*.

Zahlentafel 1. Die Roheisen- und Stahlerzeugung Ungarns in den Jahren 1936 und 1937.

	1936	1937
Roheisenerzeugung t	306 275	357 927
desgl. im Verhältnis zu 1913 ¹⁾ %	160,8	187,9
Stahlerzeugung insgesamt t	552 482	665 323
desgl. im Verhältnis zu 1913 ¹⁾ %	124,6	150,1
darunter		
Siemens-Martin-Stahlblöcke und Stahlguß t	511 707	624 917
Elektrostahl t	40 775	40 406

¹⁾ Auf den heutigen Gebietsumfang bezogen.

Wirtschaftliche Rundschau.

Der englische Eisenmarkt im Juni 1938.

Der abgelaufene Monat brachte der englischen Eisen- und Stahlindustrie eine weitere Einschränkung der Geschäftstätigkeit. Sowohl die Hochofenwerke und die Hersteller von Halbzeug als auch die reinen Walzwerke und eine Anzahl Werke für Sondererzeugnisse hatten in den letzten Monaten ihre Auftragsbestände wesentlich schneller aufgearbeitet als neue Geschäfte herein kamen, so daß verschiedentlich — vor allem bei den reinen Walzwerken — die Arbeitszeit verkürzt werden mußte. Verursacht wurden diese Schwierigkeiten zum Teil auch durch die sehr umfangreiche Einfuhr an Eisen- und Stahlwaren vor der Erhöhung der Zölle zu Ende März, deren Hauptmengen zu einer Zeit herein kamen, als sich schon Zeichen eines Wirtschaftsniederganges bemerkbar machten; ihr Druck auf den Markt wurde dadurch noch betonter. Für Großeisenerzeugnisse war die Lage etwas besser, da für den Schiffbau und die Konstruktionswerkstätten noch umfangreiche Bestellungen zu Buch standen. Zu Beginn des Monats waren die Konstruktionsfirmen noch zu über 80 % ihrer Leistungsfähigkeit beschäftigt; nach und nach verschlechterte sich jedoch auch ihre Lage durch die zunehmende Zurückhaltung in der Auftragserteilung. Während noch vor wenigen Wochen Lieferfristen bis zu zwei Monaten gefordert worden waren, ist jetzt sofortige Lieferung möglich. Gegen Ende des Monats besserte sich die Lage etwas durch einige Aufträge auf Tender und Hallen in Verbindung mit der Wiederaufrüstung sowie eine Anzahl behördlicher Bestellungen. Der Markt bekam hierdurch wieder eine zuversichtlichere Note, zumal da auch das Ausführungsgeschäft eine leichte Zunahme verzeichnete. Die Zahl der Anfragen steigerte sich beträchtlich, führte aber nur zum kleinsten Teil zu tatsächlichen Abschlüssen. Anscheinend tasteten die Auslandsverbraucher zunächst noch vorsichtig die gegenwärtige Preislage ab, wahrscheinlich als Folge der Beschlüsse der IRG., wonach die Festlandswerke ihre Preise unverändert beibehalten. Sie folgten hierbei der Politik der britischen Stahlwerke, deren Inlandspreise gleichfalls bis Ende des Jahres bestehen bleiben. Gewisse Preisherabsetzungen für verschiedene Märkte wurden allgemein erwartet, so daß sich einige Enttäuschung über die Haltung der IRG. bemerkbar machte. Die britischen Werke haben der Preisbeibehaltung auf lange Sicht zugestimmt, und sicherlich hat diese Haltung die Entscheidung wesentlich beeinflusst. Bei den gegenwärtigen Verhältnissen auf den Auslandsmärkten hätte auch eine Herabsetzung der Festlandspreise kaum irgendwelche Geschäftstätigkeit begünstigt.

Im englischen Eisen- und Stahlhandel haben sich die sechs wichtigsten Händlervereinigungen zur National Federation of Iron and Steel Merchants zusammengeschlossen; andere derartige Verbände werden sich wahrscheinlich anschließen. Die Federation ist zu dem Zweck gebildet worden, ein einträgliches Zusammenarbeiten zwischen Händler- und Erzeugerverbänden sicherzustellen. Die Satzungen der Federation sehen ein Zusammenwirken mit der British Iron and Steel Federation vor.

Der Erzmarkt war während des ganzen Monats ruhig. Die Fracht Bilbao—Middlesbrough von 6/6 sh war gegen Ende Juni kaum noch aufrechtzuerhalten. Die Werke verfügten noch über ausgedehnte Vorräte, so daß die Nachfrage nach Erz infolge des geringen Beschäftigungsgrades erheblich zurückging. Neuabschlüsse sind für längere Zeit kaum zu erwarten, abgesehen vielleicht von einigen wenigen Ladungen an Sondererzen.

Auf dem Roheisenmarkt fehlte jedes Anzeichen einer Belebung; in allen Sorten setzten sich deshalb die Erzeugungseinschränkungen mehr und mehr durch. Die umfangreichen Käufe festländischen Roheisens im ersten Vierteljahr und früher lasten schwer auf dem Markt; es ist kaum anzunehmen, daß sich diese Verhältnisse vor dem Herbst auf einen normalen Stand zurückführen lassen. Die Nachfrage nach gewöhnlichem Gießereiroheisen hauptsächlich der Gießereien für leichten Guß war nur gering, und auch der Bedarf der Bauanstalten ging weiter zurück. Neugeschäfte wurden nur sehr wenig abgeschlossen, da die meisten Verbraucher von ihren eigenen Vorräten oder von Lieferungen auf alte Verträge lebten. Die bis zum Jahresende gültigen Preise lauten: Cleveland-Gießereiroheisen Nr. 3 109/- sh frei Tees-Bezirk und 112/- sh frei Falkirk; Northamptonshire-Gießereiroheisen Nr. 3 108/6 sh und Derbyshire-Gießereiroheisen Nr. 3 111/- sh frei Black-Country-Stationen und dem üblichen Preisnachlaß. Phosphorarmes Roheisen wurde von den Konstruktionsfirmen etwas besser gefragt. In Schottland, wo die Erzeugung bisher immer noch gut untergebracht werden konnte, nahm die Nachfrage stark ab, so daß sich erhebliche Vorräte bei den Hochofenwerken ansammelten. Das Geschäft in Roheisen für die Stahlerzeugung war begrenzt. Uebereindeckungen der Einkaufs-

organisation der Stahlwerke führten zu beträchtlichen Ansammlungen von Stahleisen und Schrott, wodurch die Eigenerzeugung natürlich ungünstig beeinflusst wurde. Obwohl keine Neuigkeiten über die Vorräte bekanntgeworden sind, ist es fast als sicher anzunehmen, daß die zu Ende Mai vorhandenen Bestände von 600 000 t Stahleisen noch zugenommen haben. Zusammen mit den umfangreichen Vorräten an Gießereiroheisen dürften sich rd. 1 000 000 t Roheisen an den Lagern befinden. Nur ein kleiner Teil des benötigten Stahleisens wird auf dem offenen Markt gekauft, den größeren Teil stellen die mit den Verbrauchern verbundenen Hochofenwerke selbst her. Der Preis beträgt unverändert £ 5.- bis 5.7.6 frei Werk je nach Bezirk. Auf dem Hämatitmarkt traten keine Änderungen ein. Die Nachfrage blieb ruhig; Abrufe auf alte Verträge gingen etwas reichlicher ein, und besonders in der letzten Woche des Monats nahmen die Verbraucher größere Mengen ab. Zum Monatsschluß trat dann allerdings wieder ein merklicher Rückschlag ein; in einigen Fällen verlangten die Verbraucher sogar die Zurückstellung von Lieferungen. Die bis Ende des Jahres festgesetzten Preise bewegen sich zwischen £ 6.13.- bis 7.4.6 frei Werk je nach Bezirk.

Besonders niederdrückende Verhältnisse herrschten auf dem Halbzeugmarkt. Die reinen Walzwerke hielten sich mit Rücksicht auf die bei ihnen vorhandenen überreichlichen Vorräte vom Markte fern; viele andere Verbraucher lehnten selbst Lieferungen auf ihre laufenden Verträge ab. Im Bezirk Sheffield, in dem durch Arbeiten für die Wiederaufrüstung lange Zeit lebhaft Tätigkeit geherrscht hatte, bröckelte das Geschäft stark ab, so daß die Erzeugung sowohl an weichen basischen Knüppeln als auch an Knüppeln aus saurem Stahl erheblich eingeschränkt wurde. Gegen Ende des Monats wurde die Stimmung wieder etwas zuversichtlicher, da ein oder zwei reine Walzwerke, die anscheinend etwas mehr Ueberblick über ihre Vorräte gewonnen hatten, mit Anfragen an den Markt kamen. Die bis Ende 1938 unverändert gültigen Preise lauten wie folgt: Weiche basische Knüppel aus unlegiertem Flußstahl ohne Abnahmeprüfung in Mengen von 100 t £ 7.17.6 frei Verbraucherwerk, basische Knüppel bis zu 0,25 % C £ 8.7.6; 0,26 bis 0,33 % C £ 8.10.-; 0,34 bis 0,41 % C £ 8.12.6; 0,42 bis 0,60 % C £ 9.2.6; 0,61 bis 0,85 % C £ 9.12.6; 0,86 bis 0,99 % C £ 10.2.6; über 0,99 % C £ 10.12.6. Knüppel aus saurem unlegiertem Siemens-Martin-Stahl mit 0,25 % C kosteten £ 10.7.6; mit 0,26 bis 0,35 % C £ 10.12.6; mit 0,36 bis 0,85 % C £ 11.5.-; mit 0,86 bis 0,99 % C £ 11.15.-; mit 0,99 bis 1,5 % C £ 12.5.- und mit 1,5 bis 2 % C £ 13.5.-. Die Preise für Knüppel aus saurem legiertem Stahl stellten sich auf £ 11.5.-, für saure Siliko-Mangan-Knüppel auf £ 11.7.6 und für Knüppel aus Automatenstahl auf £ 9.15.-. Auf diese Preise kommt für Schmiedegüte noch ein Aufschlag.

Die Blechwalzwerke beschränkten sich darauf, ihre zu hohen Preisen eingekauften Vorräte an Platinen aufzuarbeiten, so daß praktisch keinerlei Geschäftsabschlüsse hierin zustande kamen. Der Preis für gewöhnliche Platinen blieb mit £ 7.15.- frei Werk bestehen.

Der Markt für Fertigerzeugnisse war — gelinde gesagt — im Juni völlig in Unordnung. Die großen Werke, die lange Zeit hindurch über ausreichende Auftragsbestände verfügt hatten, sahen sich gezwungen, ihre Tätigkeit einzuschränken; stellenweise wurde sogar Kurzarbeit eingeführt. Hoffnungen auf umfangreiche Regierungsbestellungen für Hallenbauten und größere behördliche Vergabungen verwirklichten sich bis Ende des Monats noch nicht. Auch der Schiffbau und die Konstruktionswerkstätten erteilten nur geringfügige Aufträge. Für leichtere Erzeugnisse — einschließlich derjenigen der reinen Walzwerke — war die Lage gleichfalls schwierig. Die großen Bestände in den gängigen Sorten Stab- und Formstahl hielten die Verbraucher überhaupt vom Markte fern. Einige wenige Bestellungen auf Stabstahl, Betonstahl und kleine Winkel gaben dem Markt zu Ende des Monats ein freundlicheres Aussehen. Die Fob-Preise lauten wie folgt (die bis Ende 1938 gültigen Inlandspreise frei London in Klammern): Träger £ 10.12.6 (11.3.-), U-Stahl über 3" £ 10.17.6 (11.8.-), Winkel über 4" £ 10.12.6 (11.3.-), Flachstahl über 5 bis 8" £ 11.12.6 (11.13.-), $\frac{3}{16}$ zöllige Grobbleche £ 11.- (11.3.-), $\frac{3}{16}$ zöllige Grobbleche (8 G) £ 12.10.- frei Ort, dünner Stabstahl unter 3" £ 11.- (12.15.6).

Der Absatz in Schwarz- und verzinkten Blechen blieb während des ganzen Monats gedrückt, obwohl sich die Inlandsnachfrage in der zweiten Monatshälfte etwas belebte. Ausführungsgeschäfte wurden kaum getätigt und unterlagen zudem besonders in den dünneren Abmessungen dem schärfsten Wettbewerb der Festlandswerke. Vor allem die französischen Werke setzten ihre Preise stark herab, wobei sie sich auf den beträchtlichen Wett-

Die Preisentwicklung am englischen Eisenmarkt im Juni 1938 (in Papierfund).

	4. Juni		11. Juni		18. Juni		25. Juni	
	Britischer Preis £ sh d	Festlands-Preis £ sh d	Britischer Preis £ sh d	Festlands-Preis £ sh d	Britischer Preis £ sh d	Festlands-Preis £ sh d	Britischer Preis £ sh d	Festlands-Preis £ sh d
Gießereirohisen Nr. 3 ¹⁾	5 1 0	4 10 0	5 1 0	4 10 0	5 1 0	4 10 0	5 1 0	4 10 0
Stahlisen ²⁾	5 0 0	4 10 0	5 0 0	4 10 0	5 0 0	4 10 0	5 0 0	4 10 0
Knüppel	7 17 6	7 17 6	7 17 6	7 17 6	7 17 6	7 17 6	7 17 6	7 17 6
Stabstahl ³⁾	12 13 0	9 15 6	12 13 0	9 15 6	12 13 0	9 15 6	12 13 0	9 15 6
	bis	bis	bis	bis	bis	bis	bis	bis
	12 15 6 ⁴⁾	10 19 0	12 15 6 ⁴⁾	10 19 0	12 15 6 ⁴⁾	10 19 0	12 15 6 ⁴⁾	10 19 0
	11 0 0 ⁵⁾		11 0 0 ⁵⁾		11 0 0 ⁵⁾		11 0 0 ⁵⁾	
3/8 zölliges Grobblech	11 8 0 ⁴⁾	10 5 0	11 8 0 ⁴⁾	10 5 0	11 8 0 ⁴⁾	10 5 0	11 8 0 ⁴⁾	10 5 0
	bis	bis	bis	bis	bis	bis	bis	bis
	10 10 6	10 10 6	10 10 6	10 10 6	10 10 6	10 10 6	10 10 6	10 10 6
	11 0 0 ⁵⁾		11 0 0 ⁵⁾		11 0 0 ⁵⁾		11 0 0 ⁵⁾	

¹⁾ Cleveland-Gießereirohisen Nr. 3 frei Tees-Bezirk; Festlandspreis fob. — ²⁾ Abzüglich eines Trennchlases von 5/- sh je t. — ³⁾ Für dünnen britischen Stabstahl wird im Inlande ein Preisnachlaß von 15/- sh gewährt. Preise für festländischen Stabstahl und Grobbleche frei Birmingham für die Lagerhalter; andere Käufer zahlen für Festlands- und britische Ware den gleichen Preis. — ⁴⁾ Inlandspreis. — ⁵⁾ Ausfuhrpreis fob britischer Hafen.

bewerb der Amerikaner auf den Ueberseemärkten beriefen. Die Ausfuhrpreise für Schwarzbleche von 26 G und stärker wurden zu Monatsbeginn um 5/- sh herabgesetzt, doch hatte dies nur geringen Einfluß auf den Eingang neuer Aufträge. Es kosten:

Schwarzbleche:		Ausfuhr fob	
Inland frei Werk			
11 bis 12 G	14.15.0	11 bis 13 G	12.10.0
13 G	15. 2.6	14 G	12.10.0
14 bis 20 G	15.10.0	15 bis 20 G	12.15.0
21 bis 24 G Grundpreis	15.15.0	21 bis 24 G	13. 0.0
25 bis 27 G	16.10.0	25 bis 26 G	13.15.0
28 G	16.15.0	27 G	14.15.0
29 G	17. 0.0	28 G	15. 5.0
30 G	17. 5.0	29 G	16. 0.0
31 G	17.12.6	30 G	16.15.0
		31 G	17. 5.0
		32 G	17.10.0

Südafrika, Rhodesien und Nyassaland £ 14.0.0 fob, Kanada 14.12.6 fob, Irischer Freistaat £ 15.15.0 fob alles auf Grundlage 24 G.

Verzinkte Weißbleche:

Inland: £ 18.10.0 frei Werk für Mengen von mindestens 4 t. Ausfuhr: £ 16.15.0 fob. Für den indischen Markt £ 18.15.0 cif Grundlage 24 G.

Das Geschäft in Weißblechen war völlig bedeutungslos. Aus Uebersee kamen ganz kleine Aufträge auf sofortige Lieferung. Klagen über den festländischen und amerikanischen Wettbewerb häuften sich während des Monats; trotzdem hielten die englischen Werke an ihren Preisen von 20/3 bis 21/6 sh fob für die Normal-kiste 20 x 14 und von 21/1 1/2 fob für den Inlandsmarkt fest.

Der Schrottmrkt zeigte keinerlei Merkmale einer Belebung. Die Händler setzten ihre ganzen Hoffnungen auf eingeleitete Verhandlungen mit den Stahlwerken wegen deren Schrottblieferung. Es wurde festgestellt, daß die Stahlwerke es zwar ablehnten, irgendwelche Mengen abzunehmen und selbst Lieferungen auf alte Verträge verweigerten, andererseits aber umfangreiche Mengen aller Arten Schrott vom Auslande erhielten. Die British Iron and Steel Federation begründete diese Haltung damit, daß sie während der Zeit der Schrottknappheit diese Abschlüsse getätigt habe und deshalb jetzt verpflichtet sei, die Lieferungen abzunehmen. Die Preise blieben praktisch unverändert mit Ausnahme für die nichtüberwachten Sorten, bei denen aber auch infolge mangelnden Geschäftes Preisrückgänge nur unbedeutend waren. Gewöhnlicher schwerer Stahlschrott kostete an der Nordostküste 67/6 sh, schwerer Maschinengußbruch etwa 75/- sh; für leichten Gußbruch verlangten die Verkäufer etwa 52/6 sh. Das Geschäft in schweren Stahldrehspänen blieb klein bei einem Nennpreis von etwa 55/6 sh. Gußeiserne Bohrspäne notierten rd. 43/- sh. In Südwales hielt sich offener Schrott schwerer weicher Stahlschrott auf 68/9 bis 71/3 sh, das Geschäft lag jedoch völlig still. Für weiche Stahlspäne wurden 56/6 bis 59/- sh gefordert; das Angebot überstieg jedoch bei weitem die Nachfrage. Nach gemischtem Schweißstahlschrott für die basischen Oefen bestand keinerlei Bedarf; guter schwerer Schrott kostete etwa 66/9 bis 69/3 sh, gepreßte Pakete etwa 62/6 bis 64/- sh. In Schottland wurden die Preise wie folgt herabgesetzt: Schwerer schmiedbarer Schweißstahlschrott, 3/8" und dicker, von 87/6 sh auf 77/6 sh, desgl. 1/4" und dicker von 82/6 auf 75/- sh; getemperte Bolzen und Muttern von 77/6 auf 72/6 sh; halbgewempelter Schrott, 1/8 bis 3/4", von 67/6 auf 62/6 sh. Der Preis für alte Schienenstühle hielt sich unverändert auf 77/6 sh. Legierter Schrott mit mindestens 3% Ni kostete im Sheffielder Bezirk £ 8.5.- und Schnellarbeitsstahlschrott etwa £ 50.--.

Rheinisches Braunkohlen-Syndikat, G. m. b. H., Köln. — Der weitere Aufschwung der deutschen Wirtschaft im Berichtsjahr 1937/38 hat auch dem rheinischen Braunkohlenbrikett einen Mehrabsatz gebracht; er beträgt gegen das Vorjahr 805 749 t = 7,65%. Die Absatzsteigerung in Hausbrandbriketts beträgt 5,61%, in Industriebriketts 15,31%. Die Leistungs-

fähigkeit der Werke bei der Brikettherstellung wurde im abgelaufenen Geschäftsjahr zu 99,89% ausgenutzt gegenüber 90,10% im Vorjahr. Im Berichtsjahr wurde zum ersten Male der Höchstabsatz des Geschäftsjahres 1929/30 überschritten. Die mit dem Mitteldeutschen Braunkohlen-Syndikat getroffene neue Absatzregelung, die nachträglich durch kleine Aenderungen in der Grenzziehung verbessert wurde, hat sich bislang bewährt. Der Brikettabsatz nach dem Ausland hielt sich bis Ende 1937 auf der Höhe des Vorjahres. Der milde Winter und der fast sommerliche Vorfrühling brachten dann aber einen gewissen Rückgang, besonders in Frankreich und in der Schweiz. Verkaufspreise und Sommer-nachlässe blieben im Berichtsjahr unverändert. Der Versand mit der Eisenbahn hielt mit der Absatzentwicklung Schritt. Die Reichsbahn bemühte sich, Schwierigkeiten in der Leerwagenversorgung in erträglichen Grenzen zu halten. Die Beförderung der Briketts auf dem Wasserwege wies im Berichtsjahr eine bedeutende Steigerung auf, obschon die Wasserstandsverhältnisse wesentlich ungünstiger waren als im Vorjahr.

Ueber die Kohlenförderung und Brikettherstellung sowie den Absatz an Rohbraunkohle und Briketts der Syndikatszechen in den beiden letzten Jahren geben nachstehende Zahlen Auskunft:

	1936/37		1937/38	
	t	% ± gegen das Vorjahr	t	% ± gegen das Vorjahr
Rohbraunkohle:				
Forderung	50 107 636	+ 9,77	56 322 195	+ 12,4
Absatz	14 413 828	+ 15,46	16 956 162	+ 18,0
Briketts:				
Herstellung	10 824 989	+ 7,35	12 060 736	+ 10,9
Absatz	10 534 075	+ 9,13	11 339 824	+ 8,0

Vom Brikettabsatz entfielen auf:

	1936/37		1937/38	
	t	% des Gesamtabsatzes	t	% des Gesamtabsatzes
Landabsatz	278 396	2,64	282 076	2,49
Eisenbahnabsatz	7 688 351	72,99	8 035 108	70,86
Schiffsversand	2 567 328	24,37	3 022 640	26,65
Gesamtabsatz	10 534 075	100,00	11 339 824	100,00
Davon:				
Industrie	2 218 384	21,06	2 557 933	22,56
Hausbrand	8 315 691	78,94	8 781 891	77,44

Die Lagerbestände bei den Mitgliedswerken und auf den oberrheinischen Lagern betragen am Ende des Berichtsjahres insgesamt rd. 370 500 t gegenüber rd. 187 500 t am 1. April 1937.

Verbrauchsbeschränkung für Gußbruch und Roheiseneinsatz bei der Siemens-Martin-Stahlherzeugung im Lande Oesterreich. — Durch die Anordnung 36 der Ueberwachungsstelle für Eisen und Stahl¹⁾ sind die früher veröffentlichten Bestimmungen für die deutschen Werke²⁾ auch auf die österreichischen Werke ausgedehnt worden. Danach ist vom 1. August 1938 an die Verwendung von Gußbruch aller Art zur Herstellung von Roheisen oder von Stahl für Blöcke, Brammen oder Knüppel verboten. Dies gilt nicht für die Verwendung von Brandguß, Poterieguß und Roststäben.

Sämtliche Siemens-Martin-Stahlwerke im Lande Oesterreich haben der Ueberwachungsstelle für Eisen und Stahl, Berlin C 2, Klosterstraße 80/85, bis zum 1. August 1938 die Tonnenzahl ihrer Siemens-Martin-Stahlerzeugung und ferner den Hundertsatz, in dem die dabei eingesetzten Roheisenmengen zu ihrer

¹⁾ Reichsanzeiger Nr. 150 vom 1. Juli 1938.

²⁾ Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 966; 55 (1935) S. 404.

Siemens-Martin-Stahlerzeugung stehen, gesondert für folgende Zeiträume zu melden:

- a) für das Jahr 1937,
- b) für das erste Vierteljahr 1938,
- c) für das zweite Vierteljahr 1938.

Die gleichen Angaben haben sie laufend für die folgenden Monate, beginnend mit dem 1. Juli 1938, der Ueberwachungsstelle für Eisen und Stahl bis zum 10. des dem Berichtsmonat folgenden Monats zu machen.

Vom 1. August 1938 an haben alle Stahlwerke,

- a) die bisher bei der Erzeugung von Siemens-Martin-Stahl kein Roheisen eingesetzt haben, Roheisen in Höhe von mindestens 10 % derjenigen Menge einzusetzen, die sie an Siemens-Martin-Stahl insgesamt erzeugen,
- b) die bereits Roheisen bei der Erzeugung von Siemens-Martin-Stahl eingesetzt haben, den Roheiseinsatz um 10 % derjenigen Mengen zu erhöhen, die sie an Siemens-Martin-Stahl insgesamt erzeugen.

Vereins-Nachrichten.

Verein Deutscher Eisenhüttenleute.

Mitgliederverzeichnis 1938.

Nach einer Pause von drei Jahren haben wir ein neues Mitgliederverzeichnis zusammengestellt, das in einigen Tagen erscheint und unseren Mitgliedern kostenlos übermittelt wird. Es enthält in seinem ersten Teil allgemeine Angaben über unseren Verein: seine Geschichte, seinen Aufbau und sein Arbeitsgebiet, seine Satzung, seine Fachausschüsse und die Vereinsbücherei, ferner eine Ehrenliste der im Weltkrieg gefallenen Mitglieder und Verzeichnisse unserer Ehrenmitglieder, der Inhaber der Carl-Lueg-Denkünze, der Mitglieder, die dem Verein 40 Jahre und mehr angehören, des Vorstandes und der Beiräte und Ausschüsse unserer technisch-wissenschaftlichen Einrichtungen.

In dem zweiten Teil sind die Mitglieder in der Buchstabenfolge aufgeführt; der dritte Teil bringt eine Aufstellung der Mitglieder nach Wohnorten. Das Namensverzeichnis der Mitglieder weist insofern eine Neuerung auf, als jedem Mitglied eine feste, für die Dauer der Mitgliedschaft gleichbleibende Mitgliedsnummer zugeteilt worden ist. Diese gleichbleibende Nummer soll einmal helfen, den Verkehr zwischen Mitglied und Geschäftsstelle zu vereinfachen, zum anderen läßt sie das jeweilige Eintrittsjahr erkennen, das durch die fettgedruckten beiden Ziffern am Anfang der Nummer bezeichnet wird.

Für viele Mitglieder wird das Verlagsverzeichnis wertvoll sein, das dem Mitgliederverzeichnis im Anhang beigegeben worden ist und nicht nur die im Verlag Stahl Eisen m. b. H. erschienenen Buchwerke aufführt, sondern auch einen vollständigen Nachweis aller Fachausschuß-Berichte des Vereins, der „Mitteilungen der Wärmestelle“ und der „Mitteilungen aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung“ enthält. Das Verzeichnis, das auf einen Umfang von 72 Seiten angewachsen ist, gibt ein sprechendes Bild von dem aus der Gemeinschaftsarbeit des Vereins erwachsenen eisenhüttenmännischen Schrifttum. Für die Fachausschüsse, die eine größere Zahl von Berichten herausgegeben haben, für die „Mitteilungen der Wärmestelle“ und für die „Mitteilungen aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung“ ist eine stoffliche Aufteilung angefügt, um die in dem Verzeichnis in zeitlicher Reihenfolge aufgeführten Arbeiten leichter zu erschließen.

Das mit Sorgfalt zusammengestellte Mitgliederverzeichnis gibt in großen Zügen einen Ueberblick über unseren Verein, seine technisch-wissenschaftlichen Einrichtungen und seine Arbeit. Wir hoffen, daß es unseren Mitgliedern willkommen und nützlich sein wird.

Änderungen in der Mitgliederliste.

- Arauner, Rudolf*, Dipl.-Ing., Direktor, H. A. Brassert & Co., Berlin-Charlottenburg 2, Hardenbergstr. 7.
Birnbaum, Hans, Dr.-Ing., Brebach (Saar), Adolf-Hitler-Str. 9.
Büssing, Paul, Bergassessor, Gewerkschaft Düsterloh, Bochum; Wohnung: Essen-Bredeney, Rebenlaube 11.
Dienbauer, Hans, Dr.-Ing., Betriebschemiker, Kupferwalz- u. Hammerwerk, Waldegg (Niederdonau).
Fritz, Werner, Dipl.-Ing., beim Oberkommando der Kriegsmarine; Wohnung: Berlin-Zehlendorf, Fischerhüttenstr. 75 a.
Orth, Hans, Dr. phil., Chemiker, Vereinigte Hüttenwerke Burbach-Eich-Düdelingen A.-G., Abt. Burbacher Hütte, Saarbrücken 5.

Die Ueberwachungsstelle für Eisen und Stahl kann den Hundertsatz des Roheiseinsatzes für einzelne Stahlwerke abweichend von Absatz a besonders festsetzen.

Preise für Metalle im zweiten Vierteljahr 1938.

	April	Mai	Juni
	In <i>R.M.</i> für 100 kg Durchschnittskurse der höchsten Richt- oder Grundpreise der Ueberwachungsstelle für unedle Metalle		
Weichblei (mindestens 99,9 % Pb)	20,63	18,95	18,31
Elektrolytkupfer (Drahtbarren)	57,38	54,90	51,96
Zink, Original-Hütten-Rohzink	18,29	17,06	16,94
Standardzinn (mindestens 99,75 % Sn in Blocken)	222,33	213,72	228,08
Nickel (98 bis 99 % Ni)	246,—	246,—	246,—
Aluminium (Hütten- ¹⁾)	133,—	133,—	133,—
Aluminium (Walz- und Drahtbarren ¹⁾)	137,—	137,—	137,—

¹⁾ Notierungen der Berliner Metallbörse.

- Pott, Alfred*, Dr.-Ing. E. h., Dipl.-Ing., Generaldirektor, Graf von Ballestrem'sche Güterdirektion, Gleiwitz, Markgrafenastraße 2; Wohnung: Menzelstr. 1.
Rosenbaum, Heinrich, Dipl.-Ing., Hochofenwerk Lübeck A.-G., Zweigniederl. Hütte Kraft, Stolzenhagen-Kratzweick; Wohnung: Kirchenstr. 57.
Schwarz, Carl, Dr.-Ing. habil., Leiter der Abt. Stahlwerke, H. A. Brassert & Co., Berlin-Charlottenburg 2, Hardenbergstraße 7.
Springherr, Hans, Ingenieur, Abt.-Leiter, Vereinigte Oberschles. Hüttenwerke A.-G., Abt. Edeltahlwerk Malapane, Malapane (Oberschles.).
Stefan, Walter, Dipl.-Ing., The Mannesmann Trading Co. Ltd., London WC 2 (England), Aldwych, Bush House.
Stolle, Paul, Hüttendirektor, M. Gladbach, Lüpertzenderstr. 12 I.
Stolte, Josef, Dipl.-Ing., Reichswerke A.-G. für Erzbergbau u. Eisenhütten „Hermann Göring“, Berlin W 8, Französische Straße 33 e.

Gestorben:

- Kirdorf, Emil*, Dr.-Ing. E. h., Geh. Kommerzienrat, Mülheim (Ruhr)-Speldorf. * 8. 4. 1847, † 13. 7. 1938.
Moser, Wilhelm, Verbandsdirektor i. R., Düsseldorf-Kaiserswerth. * 17. 8. 1865, † 13. 7. 1938.

Neue Mitglieder.

A. Ordentliche Mitglieder:

- Dalmer, Peter*, Fabrikdirektor, Maschinenbau A.-G. vorm. Ehrhardt & Sehmer, Saarbrücken; Wohnung: Robert-Koch-Str. 4.
Fischer, Josef, Dipl.-Ing., Klöckner-Werke A.-G., Werk Haspe, Hagen-Haspe; Wohnung: Büddingstr. 27.
Fischer, Wilhelm, Dipl.-Ing., Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf 1, August-Thyssen-Str. 1.
Harada, Shiduo, Dr., Ingenieur, Berlin-Schöneberg, Innsbrucker Straße 18.
Kast, Wolfgang, Dipl.-Ing., Dürener Metallwerke A.-G., Düren; Wohnung: Dechant-Vaassen-Str. 46.
Müller, Josef, Dr.-Ing., Vorstand der Werkstoff-Versuchsabt., Focke-Wulf Flugzeugbau G. m. b. H., Bremen-Flughafen.
Rummel, Oskar, Dipl.-Ing., Oberingenieur, Vereinigte Oberschles. Hüttenwerke A.-G., Abt. Drahtwerke, Gleiwitz; Wohnung: Heydebreckstr. 36.
Sabaß, Ulrich, Dipl.-Ing., Betriebsassistent, Fried. Krupp A.-G., Friedrich-Alfred-Hütte, Rheinhausen; Wohnung: Bliersheimer Straße 86.
Schnitzler, Paul Ernst, Dipl.-Ing., Deutsche Eisenwerke A.-G., Friedrich-Wilhelmshütte, Mülheim (Ruhr); Wohnung: Düsseldorf-Oberkassel, Columbusstr. 60.
Seher, Karl, Dipl.-Ing., Deutsche Edeltahlwerke A.-G., Walzwerk, Krefeld; Wohnung: Schlageterallee 167.
Volk, Karl Erich, Dr.-Ing., Fried. Krupp A.-G., Essen; Wohnung: Ladenspelder Str. 59.
Weinberger, Emil, Dr., Gewerke des Eisenwerks Sulzau-Werfen, Wien 4, Schwindgasse 20.
Wolf, Kurt, Dipl.-Ing., Rheinmetall-Borsig A.-G., Werk Borsig, Berlin-Tegel; Wohnung: Veitstr. 24 II.

Diesem Hefte liegt das Inhaltsverzeichnis zum I. Halbjahresband 1938 bei.