

# STAHL UND EISEN

## ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein deutscher Eisenhüttenleute

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

unter verantwortlicher Mitarbeit von Dr. J. W. Reichert und Dr. M. Schlenker für den wirtschaftlichen Teil

HEFT 30

24. JULI 1930

50. JAHRGANG

### Untersuchung über die Badzusammensetzung von Siemens-Martin-Schmelzungen in verschiedenen Badhöhen.

Von Direktor Dr.-Ing. Siegfried Schleicher in Geisweid.

[Bericht Nr. 189 des Stahlwerksausschusses des Vereins deutscher Eisenhüttenleute\*].

*(Art der Probenahme in verschiedenen Badtiefen und Prüfung auf Genauigkeit. Aenderung der Stahlzusammensetzung in verschiedenen Badtiefen im Schmelzungsverlauf vom Loskochen bis in die Pfanne. Die Frischwirkung von Erz in verschiedenen Badtiefen. Entschwefelung durch Flußspat. Vorgänge bei der Desoxydation durch Ferromangan. Die Wirkung von Zusätzen in die Pfanne. Beobachtungen über Ungleichmäßigkeiten in der Zusammensetzung der flüssigen Schlacke.)*

Nachdem die bisherigen Arbeiten des vom Stahlwerksausschuß des Vereins deutscher Eisenhüttenleute eingesetzten Unterausschusses für den Siemens-Martin-Betrieb einige Klarheit über Fragen der Ofenbauweise und Wärmeübertragung sowie der thermischen Verhältnisse beim Siemens-Martin-Verfahren überhaupt gebracht haben, hat sich der genannte Unterausschuß in seiner Weiterarbeit Untersuchungen über die metallurgischen Vorgänge zugewandt. Ein Eingehen auf diesen großen Fragenkreis schien um so wertvoller, als z. B. der Mechanismus des Ablaufes der Reaktionen in keiner Weise als geklärt anzusprechen ist. Wir wissen wohl, daß bei gegebener Zusammensetzung von Bad, Schlacke und Gas die Temperatur die Art der Umsetzungen und die Geschwindigkeit, mit der sie erfolgen, weitgehend beeinflußt. Unbekannt ist jedoch z. B., inwieweit Mischungs- oder Entmischungsvorgänge als Folge der Badbewegung im Ofen und ferner die bisher kaum oder doch nur in den seltensten Fällen berücksichtigte Diffusionsgeschwindigkeit einen Einfluß auf die Vorgänge ausüben; besonders mußten diese Einflüsse sich nach dem Loskochen der Schmelzung im Ofen, beim Frischen mit Erz, bei der Entschwefelung und der Desoxydation und schließlich auch an dem Verhalten der Zusätze in der Pfanne bemerkbar machen. Um diesen Fragen näherzukommen, wurde von der Geschäftsstelle angeregt, zunächst durch entsprechende Versuche festzustellen, ob und in welchem Maße Unterschiede in der Zusammensetzung des Bades in verschiedenen Badtiefen auftreten.

Ueber Untersuchungen mit diesem Ziel, ihre Durchführung und ihre Ergebnisse, soll im nachfolgenden berichtet werden.

Angestellt wurden die Ermittlungen an einem Siemens-Martin-Ofen, dessen Stahlausbringen 65 bis 70 t beträgt. Bei der verhältnismäßig kleinen Herdfläche des Ofens entspricht diesem Ausbringen eine Badtiefe allein für den Stahl von 600 bis 700 mm; darüber befindet sich noch die Schlackenschicht. Die Probenahme gestaltet sich bei diesen Verhältnissen natürlich erheblich viel schwieriger, als bei

ähnlichen von H. Neuhauß<sup>1)</sup> durchgeführten Untersuchungen an einem 7-t-Héroult-Ofen bei einer Badtiefe von etwa 400 mm. Ferner wurde bei diesen letzten Versuchen lediglich eine Probe auf der Herdsohle und eine an der Badoberfläche entnommen; dabei bediente sich Neuhauß eines an einer Stange befestigten Schamottehohlkörpers, der mit zwei Oeffnungen versehen ist, von denen eine mit einer Eisenniete verschlossen wird, die im Bad nach 30 bis 45 s abschmilzt; es dringt dann Stahl in den Hohlkörper ein, wobei die zweite Oeffnung dem Druckausgleich dient. Die große Badtiefe beim Siemens-Martin-Ofen ließ es jedoch erwünscht erscheinen, nicht nur auf Herdsohle und Badoberfläche, sondern auch in gewissen Abständen ihrer ganzen Höhe gleichzeitig Proben zu entnehmen.

Eine solche Probenahme läßt sich aber auch auf andere als die oben angegebene Art durchführen, und zwar auf folgende Weise. Eine Stahlstange von 30 mm Dmr. und 5 m Länge wird derartig rechtwinkelig umgebogen, daß der so entstehende kurze Schenkel eine Länge von etwa 90 cm erhält und eine waagerechte Stangenlänge von rd. 4 m verbleibt. Diese genügt, um im Ofen bis an das Abstichloch vorzudringen. Der rechtwinkelig umgebogene Schenkel wird dicht mit Bleiblech von 2 mm Stärke umwickelt, und damit ist die Vorrichtung zur Probenahme fertiggestellt. Die Probenahme selbst erfolgt in der Weise, daß diese Stange über eine vor die Ofentür gelegte Querstange mit größter Geschwindigkeit über dem Bad in den Ofen geschoben, dann der mit Blei umhüllte Schenkel senkrecht bis auf den Boden des Bades eingetaucht und nach etwa 4 s wieder herausgezogen wird. Der Schenkel der Stange ist dann nach dem Herausziehen nicht mehr mit Blei, sondern mit einer 2 bis 4 mm starken Schicht von Stahl überzogen, deren Zusammensetzung in jeder Höhenlage an der Stange, die genau abgemessen werden kann, der Zusammensetzung des Stahlbades an der betreffenden Stelle entspricht. Wenn man die Stange ohne Bleiüberzug ins Bad taucht, so überzieht sie sich beim Durchgang durch die Schlacke mit einer Schlackenschicht; bis diese im Stahlbad abschmilzt, vergeht so viel Zeit, daß die Stange selbst zu heiß wird, als daß sich an ihr Stahl ansetzen könnte; die Stange selbst beginnt

\*) Vorgetragen auf der 29. Vollversammlung des Stahlwerksausschusses am 15. Januar 1930. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahl Eisen m. b. H. in Düsseldorf, Schließfach 664, zu beziehen.

<sup>1)</sup> Mitt. K.-W.-Inst. Eisenforsch. 8 (1926) S. 177.

vielmehr zu schmelzen. Der niedrige Schmelzpunkt des Bleies genügt eben, um die Stahlstange durch die Schlacke und das Stahlbad hindurch unter Bleischutz einzutauchen; dann ist aber auch das Blei sofort abgeschmolzen, und die Stange ist noch so kalt, daß sich an ihr Stahl in einer Dicke von 2 bis 4 mm ansetzt, vorausgesetzt, daß sie nur einige Sekunden im Bad verbleibt, sonst würde auch diese Schicht wieder abschmelzen. Meißelt man die Stahlhaut nach dem Erkalten in der Längsrichtung auf, so läßt sie sich von der Stange glatt abschälen; ein Verschweißen findet an keiner Stelle statt. Der Schmelzpunkt des Bleies liegt bei 326°. Es wurde auch versucht, mit einer Aluminiumblechhülle zu arbeiten, die erst bei 657° schmilzt. Da sich aber Aluminium mit Eisen legiert, stark desoxydierend wirkt und auch Kohlenstoff enthält, so dürften hier doch Fehlerquellen auftreten können.

Es wurde nun zur weiteren Prüfung des Verfahrens auch ein Vergleich zwischen einer nach den Versuchen von Neuhaus gezogenen und einer Stangenprobe angestellt. Dabei zeigte sich, daß es infolge des starken Auftriebs des an der Stange befestigten Hohlkörpers bei der großen Badtiefe von 700 mm, die die Versuchsschmelzung aufwies, nicht leicht war, den Schamottekörper auf den Boden zu drücken. Auch die erforderliche Zeit von 40 s ließ die mit der Probenahme beschäftigte Mannschaft stark unter der strahlenden Hitze leiden, die Probenahme mit der Bleihüllenstange in einem Zehntel der Zeit war dagegen sehr leicht zu bewerkstelligen. Nach einigen mißlungenen Versuchen, bei denen die mit Schamottehohlkörper versehene Stange abschmolz und dieser auf der Schlacke schwamm oder auch die Verschlußniete vollständig in Schlacke gehüllt

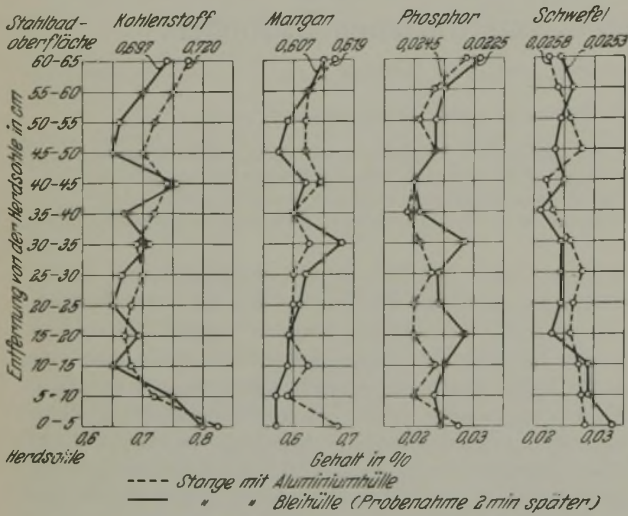


Abbildung 1. Zusammensetzung einer harten Stahlschmelze in verschiedenen Badtiefen.

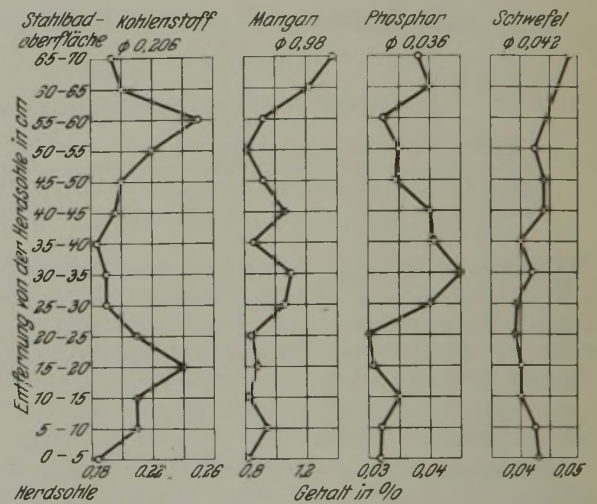


Abbildung 2. Zusammensetzung des Stahlbades kurz vor dem beendeten Durchkochen von Spiegeleisen.

nen, deren Vermeidung das Arbeiten mit Blei, das mit Eisen keinerlei Legierung eingeht, geeigneter erscheinen lassen.

Abb. 1 zeigt die Ergebnisse zweier Proben aus einer harten Schmelzung im Abstände von 2 min, von denen die erste durch eine mit Aluminium, die zweite durch eine mit Blei umwickelte Stange gezogen wurde. Von den nach dem Eintauchen mit Stahl überzogenen Stangen wurden von 5 zu 5 cm dreizehn Ringe zu 5 cm Länge abgelöst und jeder Ring in der ganzen Menge auf Kohlenstoff, Mangan, Phosphor und Schwefel untersucht. Man erhält so die Zusammensetzung des Bades in Schichten von 5 zu 5 cm von Herdsohle bis Badoberfläche. Die gute Uebereinstimmung der gefundenen Werte selbst bei Stangen mit Umwicklung durch verschiedene Metalle und beim Eintauchen in einem Abstände von 2 min zeigt die Brauchbarkeit des Verfahrens. Die Ergebnisse selbst zeigen nennenswerte Gehaltsunterschiede, die sich bei dem Versuch mit der blei umhüllten Stange im Höchsthalle für Kohlenstoff auf 23 %, Mangan auf 20 %, für Phosphor auf 55 % und Schwefel auf 60 % belaufen. Alle weiteren Versuche werden zeigen, daß die Schwankungen im Phosphor- und Schwefelgehalt weit stärker sind als beim Kohlenstoff- und Mangangehalt. Hier treten starke Schwankungen nur dann auf, wenn kurz vor der Probenahme kohlenstoff- und manganhaltige Zusätze gegeben wurden. So zeigt Abb. 2 die Entnahme einer Probe kurz vor beendeten Durchkochen von 1000 kg 10- bis 12prozentigen Spiegeleisens. Hier zeigt sich ein Unterschied im Mangangehalt von 70 %, im Kohlenstoffgehalt ein solcher von 35 % und im Phosphor- und Schwefelgehalt von 50 bzw. 23 %.

und nicht weggeschmolzen war. gelang es, eine Probe zu ziehen und sie mit einer gleichzeitig mit Bleistange gezogenen zu vergleichen. Es ergaben sich folgende Werte:

	Probe nach Neuhaus %	Probe mit blei umhüllter Stange %
C . . . . .	0,24	0,24
Mn . . . . .	0,46	0,46
P . . . . .	0,020	0,020
S . . . . .	0,050	0,054

Man erkennt bis auf die geringe Abweichung im Schwefelgehalt eine vollkommene Uebereinstimmung. Die bisher beschriebenen Versuche stellen Vorversuche dar, die das Verfahren der Probenahme prüfen sollten.

Es wurde dann zu planmäßigen Untersuchungen übergegangen, wobei die Probenahme ausschließlich mit Bleihüllenstangen erfolgte. Die Untersuchungen umfassen folgende Einzelheiten:

1. Verlauf einer Schmelzung von der Zeit unmittelbar nach dem Loskochen bis in die Pfanne.
2. Die Erzfrischwirkung in ihrem Einfluß auf das Bad in verschiedenen Tiefen, auf die Schlacke und die Gas-schicht.
3. Die Entschwefelung durch Flußspat.
4. Die Vorgänge bei der Desoxydation mit Ferromangan.
5. Die Wirkung von Zusätzen in die Pfanne.
6. Ungleichmäßigkeiten in der Zusammensetzung der flüssigen Schlacke.

1. Verlauf einer Schmelzung.

Die Probenahme in der Pfanne geschah bei den nachfolgend beschriebenen Versuchen mit einer 2,5 m langen,

auf 2,2 m mit Blei umwickelten Stange, die mit Hilfe eines schnelllaufenden Kranes in die auf Gießwagen befindliche Pfanne getaucht wurde. Es wurden acht Proben gezogen wie folgt:

- Probe I 15.31 h Schmelzung vollkommen los.  
15.35 h Zusatz von 1000 kg Kalk.
- Probe II 15.54 h  
16.01 h Zusatz von 200 kg Erz (Siegerländer Glanzeisenstein).
- Probe III 16.21 h  
16.35 h Zusatz von 100 kg Erz.
- Probe IV 16.49 h  
16.50 bis 16.53 h Zusatz von 250 kg Ferromangan durch die Mitteltür.
- Probe V 16.57 h Probenahme durch die Mitteltür.
- Probe VI 16.58 h Probenahme durch die rechte Seitentür in rd. 2,5 m Abstand von Probe V.

- Probe VII 17.04 h  
17.07 h Abstich.
- Probe VIII 17.15 h Probenahme aus der Pfanne mit 63 t Inhalt.

Von den einzelnen Stangen, die diese acht Proben in 60 cm Höhe, also Badtiefe, umhüllten, wurden nun je fünf Proben in Ringen von 5 cm abgelöst, und zwar je ein Ring von der Stelle 0 bis 5 cm am unteren und von der Stelle 60 bis 55 cm am oberen Ende, dann dazwischenliegend je drei Ringe in einer Entfernung von 47,5 bis 43,5, 32,5 bis 27,5 und 17,5 bis 12,5 cm an von der Herdsole. So entstanden von jeder Stange fünf Proben, also für die acht Stangen vierzig Proben, die in *Zahlentafel 1* mit I 1 bis 5, II 1 bis 5, III 1 bis 5, IV 1 bis 5 usw. bezeichnet sind, und in denen Kohlenstoff, Mangan, Phosphor und Schwefel bestimmt wurden. Dabei liegt Probe 1 immer an der Badoberfläche, Probe 5 auf der

Herdsole. Der Versuch umfaßte somit 160 Einzelbestimmungen. Außerdem wurden mit der Stahlprobe I bis IV und VII gleichzeitig Schlackenproben entnommen und diese auf Eisen- und Mangan-gehalt untersucht. Die Ergebnisse sind in *Abb. 3 bis 5* aufgezeichnet. *Abb. 4* gibt ein Bild des mittleren zeitlichen Schmelzungsverlaufs; man kann daran feststellen, daß durch einen glücklichen Zufall gerade in der Zeit von 16.21 bis 16.49 h eine Reduktion von Eisen und Mangan aus der Schlacke in das Bad erfolgte.

Verfolgt man zunächst in *Abb. 3 und 4* die Kurven für den Kohlenstoff, so zeigt sich, daß die Abnahme des Kohlenstoffgehalts durch die Frischwirkung oder auch seine Zunahme nach Zugabe von Ferromangan so erfolgt, daß sie gleichmäßig durch die gesamte Badtiefe verläuft. Die Kohlenstofflinien von 15.31 und 15.54 h, die eine durchschnittliche Abnahme von 0,10 % aufweisen, verlaufen fast parallel. Um 16.01 und 16.35 h ist Erz geworfen, um 16.53 h Ferromangan gesetzt, aber auch die Linien bei 16.21, 16.57 und 17.04 h zeigen annähernd gleichen Verlauf. Beim Mangan liegen die Verhältnisse ähnlich. Der oben erwähnte Vorgang der Reduktion von Mangan aus der Schlacke von 16.21 bis 16.49 h zeigt parallele Linien von Badoberfläche bis zur Herdsole (Probe III u. IV). Die Kohlenstoffabnahme ist in dergleichen Zeit größer, als der Manganreduktion entspricht; es waren aber inzwischen um 16.35 h 100 kg Erz geworfen worden.

Zahlentafel 1. Zusammensetzung des Stahlbades in verschiedener Tiefe im Verlauf der Schmelzung.

Zeit der Probenahme	C %	Gegen Mittel %	Mn %	Gegen Mittel %	P %	Gegen Mittel %	S %	Gegen Mittel %	Schlacke	
									Fe %	Mn %
I. 15.31 h	1. 0,540	+ 8	0,46	± 0	0,079	+ 2,5	0,058	+ 7		
	2. 0,500	± 0	0,46	± 0	0,079	+ 2,5	0,053	- 2		
	3. 0,490	- 2	0,46	± 0	0,071	- 8,0	0,057	+ 5		
	4. 0,470	- 6	0,46	± 0	0,074	- 4,0	0,050	- 7		
	5. 0,500	± 0	0,45	- 2	0,083	+ 8,0	0,053	- 2		
Mittel	0,500		0,46		0,077		0,054		9,00	12,00
II. 15.54 h	1. 0,430	+ 5	0,45	- 2	0,065	+ 8,0	0,055	+ 17		
	2. 0,400	- 2	0,45	- 2	0,065	+ 8,0	0,046	- 2		
	3. 0,410	+ 0,5	0,43	- 6,5	0,061	± 0	0,050	+ 7		
	4. 0,400	- 2	0,43	- 6,5	0,050	- 17	0,041	- 12		
	5. 0,400	- 2	0,52	+ 13	0,061	+ 1,5	0,043	- 9		
Mittel	0,408		0,46		0,060		0,047		10,50	11,70
III. 16.21 h	1. 0,300	- 6	0,35	- 5,5	0,046	- 6	0,053	+ 6		
	2. 0,350	+ 9	0,37	± 0	0,051	+ 4	0,056	+ 12		
	3. 0,340	+ 6	0,38	+ 3	0,044	- 10	0,043	- 14		
	4. 0,300	- 6	0,37	± 0	0,052	+ 6	0,048	- 4		
	5. 0,310	- 3	0,38	+ 3	0,050	+ 2	0,049	- 2		
Mittel	0,320		0,37		0,049		0,050		11,60	11,70
IV. 16.49 h	1. 0,230	+ 10	0,43	- 4,5	0,044	- 10	0,048	+ 4		
	2. 0,210	± 0	0,45	± 0	0,036	- 27	0,042	- 9		
	3. 0,220	+ 5	0,46	+ 2	0,054	+ 10	0,051	+ 11		
	4. 0,180	- 14	0,45	± 0	0,041	- 16	0,043	- 6,5		
	5. 0,200	- 5	0,48	+ 7	0,070	+ 41	0,044	- 4		
Mittel	0,208		0,45		0,049		0,046		10,40	10,62
V. 16.57 h	1. 0,220	± 0	0,71	- 4	0,055	± 0	0,052	+ 4		
	2. 0,250	+ 14	0,73	- 1	0,054	- 2	0,049	- 2		
	Mitte 3. 0,220	± 0	0,74	± 0	0,055	± 0	0,052	+ 4		
	4. 0,210	- 4,5	0,71	- 4	0,049	- 10,5	0,050	± 0		
	5. 0,200	- 9	0,80	+ 8	0,063	+ 15	0,048	- 4		
Mittel	0,220		0,74		0,055		0,050		n. b.	n. b.
VI. 16.58 h	1. 0,280	+ 22	0,68	- 1,5	0,060	+ 11	0,051	+ 8,5		
	2. 0,230	± 0	0,69	± 0	0,054	± 0	0,043	- 8,5		
	rechts 3. 0,220	- 4	0,66	- 4	0,050	- 7,5	0,047	± 0		
	4. 0,220	- 4	0,68	- 1,5	0,054	± 0	0,047	± 0		
	5. 0,220	- 4	0,75	+ 9	0,051	- 5,5	0,048	+ 2		
Mittel	0,234		0,69		0,054		0,047		n. b.	n. b.
VII. 17.04 h	1. 0,200	+ 1	0,65	- 3	0,057	+ 4	0,048	+ 9		
	2. 0,220	+ 11	0,63	- 6	0,051	- 7	0,046	+ 4,5		
	3. 0,200	+ 1	0,65	- 3	0,056	+ 2	0,043	- 2,5		
	4. 0,190	- 0,5	0,66	- 1,5	0,055	± 0	0,045	+ 2,5		
	5. 0,180	+ 0,5	0,77	+ 15	0,056	+ 2	0,040	- 9		
Mittel	0,198		0,67		0,055		0,044		10,30	10,98
VIII. Pfanne	1. 0,150	+ 7	0,60	+ 3,5	0,061	+ 5	0,048	+ 2		
	2. 0,140	± 0	0,57	- 2,5	0,055	- 5	0,049	+ 4		
	17.15 h 3. 0,140	± 0	0,58	± 0	0,056	- 3,5	0,044	- 6		
	4. 0,130	- 7	0,58	± 0	0,061	+ 5	0,045	- 4		
	5. 0,140	± 0	0,58	± 0	0,058	± 0	0,047	± 0		
Mittel	0,140		0,58		0,058		0,047			

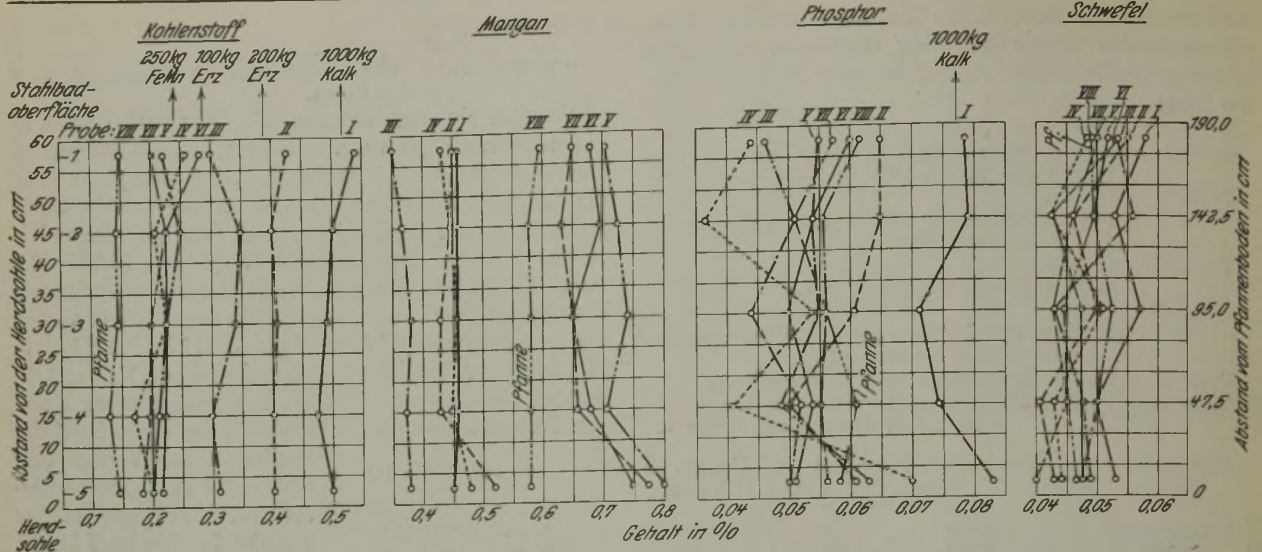


Abbildung 3. Zusammensetzung des Stahles in verschiedenen Badtiefen während des Schmelzverlaufes.

In starkem Gegensatz zu dem ruhigen Verlauf der Kohlenstoff- und Manganlinien steht der der Phosphor- und Schwefelkurven. Wenn auch eine gewisse Parallelität einzelner Linien noch erkennbar bleibt, so sind doch die Sprünge in den Gehalten bei unterschiedlichen Badtiefen zum Teil sehr erheblich. Das zeigt sich ganz besonders bei den um 16.21 und 16.49 h genommenen Proben. Stellt man fest, um wieviel die Zusammensetzung der Proben aus den verschiedenen Tiefen bei einer Versuchsreihe vom Mittel abweicht, so findet man die größten Unterschiede für Mangan

bei Schwefel und Phosphor viel häufiger. Die dicht zusammengedrängten Schwefellinien zeigen deutlich, daß eine Entschwefelung im Siemens-Martin-Ofen ohne besondere Kunstgriffe nur in geringem Umfang eintritt. Ein späterer

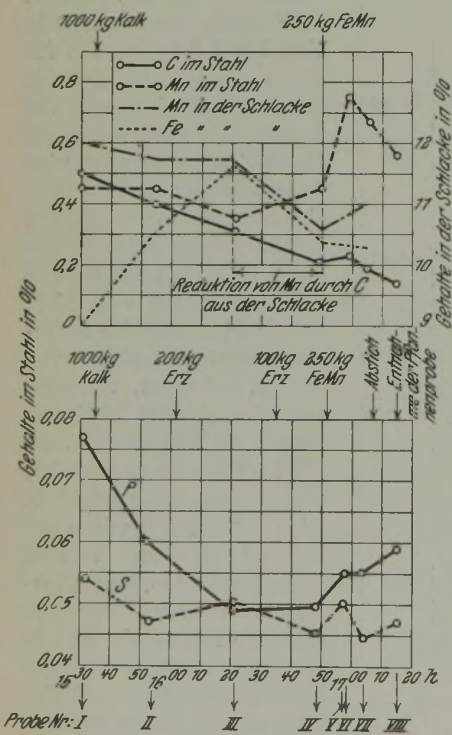


Abbildung 4. Änderung der Zusammensetzung von Stahl und Schlacke während des Schmelzverlaufes (Mittelwerte).

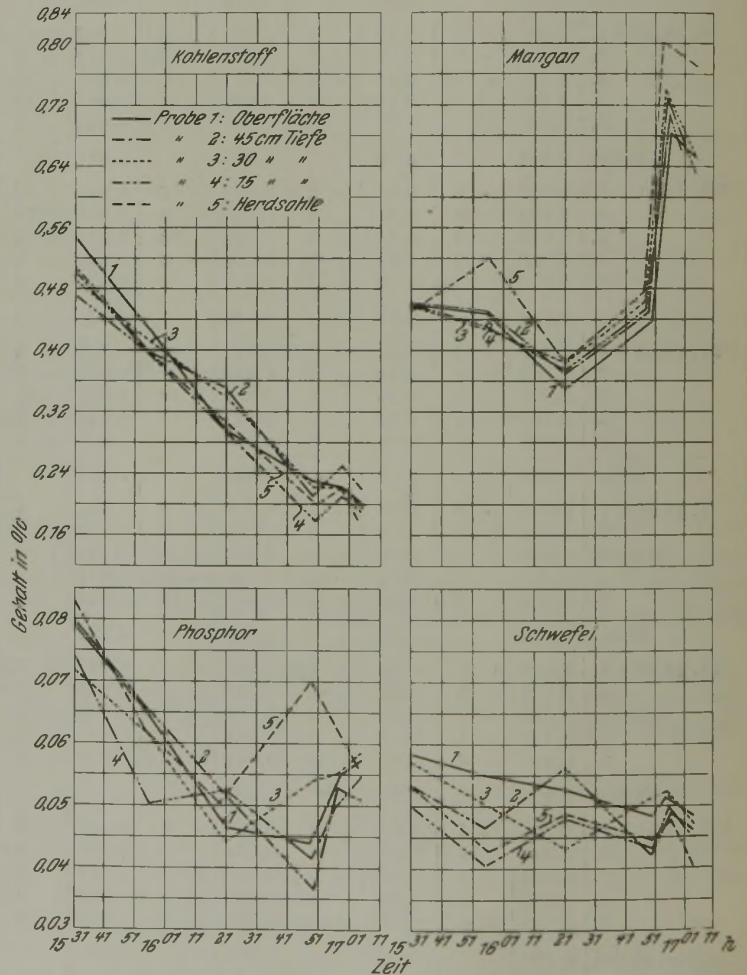


Abbildung 5. Änderung der Badzusammensetzung in den verschiedenen Höhenlagen während der Schmelzung.

bei — 6,5 % und + 13 %, für Kohlenstoff bei — 4 % und + 22 %, für Phosphor bei — 27 % und + 41 % und für Schwefel bei — 12 % und + 17 %. Derart große Sprünge sind bei Kohlenstoff und Mangan vereinzelt, aber

Versuch wird zeigen, ein welch verändertes Bild auch die Schwefellinien annehmen können, wenn man mit Flußspat zu kräftiger Entschwefelung schreitet. Die Phosphorlinien sind so lange stark auseinandergezogen, bis die Rückphos-

phorung durch Mangan erfolgt. Bemerkenswert ist die Linie um 16.49 h, in der der Phosphorgehalt zwischen 0,07 und 0,036, also um fast 100 % schwankt. Abb. 3 zeigt, daß in der Pfanne Kohlenstoff- und Mangangehalt fast vollkommen ausgeglichen sind, während Phosphor- und Schwefelgehalt immer noch Schwankungen aufweisen. Die Vorgänge während der Desoxydation sollen hier noch nicht näher betrachtet werden; es geschieht nachher im Zusammenhang mit Sonderversuchen.

In Abb. 5 sind die Werte aus Zahlentafel 1 noch einmal in der Form wiedergegeben, daß auf der Waagerechten die Zeiten, auf der Senkrechten die Gehalte aufgetragen sind,

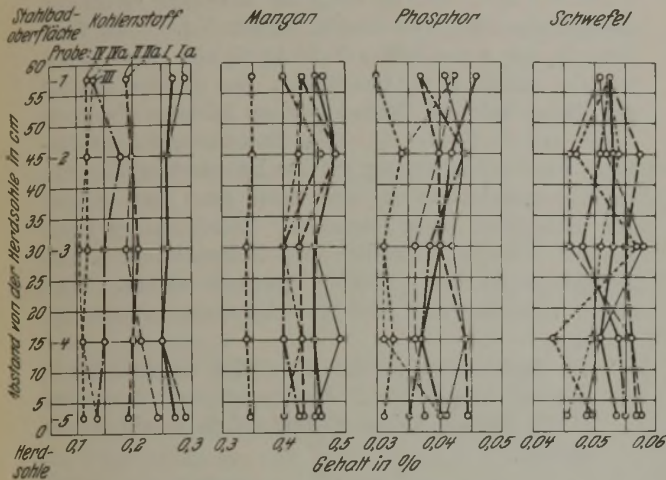


Abbildung 6. Veränderung der Badzusammensetzung unter Einwirkung eines Zusatzes von Glanzeisenstein.

(Probe I genommen um 15.26 h in Mitte, Ia um 15.26 h rechts, II um 15.31 h in Mitte, IIa um 15.29 h rechts, III um 15.40 h in Mitte, IV um 15.47 h in Mitte, IVa um 15.47 h rechts.) Zum Schmelzgewicht von 62 t wurden um 15.27 h 550 kg Glanzeisenstein gesetzt.

und zwar für die Proben I bis VII mit Ausnahme der seitlich gezogenen Probe VI. Man sieht hier den zeitlichen Verlauf der einzelnen Kurven in den fünf Badtiefen und erkennt, daß der Mangangehalt in Linie 5, also auf Herdsohle, am höchsten, an der Badoberfläche in Linie 1 am niedrigsten liegt, und zwar von Beginn der Schmelzung an. Das gleichmäßige Ansteigen des Mangangehalts von 16.21 bis 16.49 h in allen Linien durch Reduktion aus der Schlacke wird hier noch einmal besonders deutlich, dann erfolgt nach Ferromanganzusatz das starke parallele Hochschnellen in allen fünf Badtiefen. Das sprunghafte Verhalten des Phosphors ist auch hier noch einmal klar gekennzeichnet.

Wenn die bisher gezeigten Abbildungen bereits erkennen lassen, daß die Vorgänge zwischen Badoberfläche und Schlacke oder auch Flamme und Badoberfläche außerordentlich schnell bis auf die Herdsohle wirken, so wird dies noch viel deutlicher durch die weiteren Versuche.

2. Die Frischwirkung des Erzes in ihrem Einfluß auf das Bad in verschiedenen Tiefen, auf die Schlacke und die Gasschicht.

Abb. 6 zeigt die Vorgänge im Stahlbad in der bisher angewendeten Darstellung für Kohlenstoff, Mangan, Phosphor und Schwefel, Abb. 7 das zeitliche Verhalten des Kohlenstoffs in den verschiedenen Badtiefen, das gleichzeitige Verhalten von Eisen und Mangan in der Schlacke und des Kohlenoxyds im Verbrennungsgas, bestimmt in Gasproben aus dem abziehenden Gaszug. Das Eisenerz wurde bei diesem Versuch in einer Menge von 550 kg plötzlich aus einer Mulde durch die mittlere Ofentür in das Bad

gekippt. Es wurde ein äußerst grobstückiger Siegerländer Glanzeisenstein, dessen Eisen als Oxyduloxyd vorhanden war, mit einem Sauerstoffgehalt von 23 % und einem Eisengehalt von 60 % verwendet. Um 15.26 h wurde die erste Eisen- und Schlackenprobe gezogen, um 15.27 h erfolgte die Erzzugabe, um 15.29 h wurde eine Eisenprobe aus der rechten Ofentür, um 15.31 h eine solche aus der Mitteltür gleichzeitig mit einer Schlackenprobe entnommen. Eine weitere Probenahme von Eisen und Schlacke erfolgte um 15.41 und 15.47 h aus der Mitteltür; außerdem wurde 15.47 h auch noch eine Eisenprobe durch die rechte Türe gezogen. Der seitliche Abstand der Probenahmestelle von Mitte nach rechts betrug etwa 2,5 m. Abb. 6 zeigt, daß 2 min nach Erzzusatz die Kohlenstoffabnahme im Bade selbst 2,5 m seitlich von der zuerst gezogenen Probe beim Einkippen des Erzes durch die Mitteltür bis auf die Herdsohle gleichmäßig erfolgt ist, die Linien von 15.26 und 15.29 h verlaufen bis auf die Herdsohle vollkommen parallel. Auch die bei Abschluß des Versuches um 15.47 h in der Mitte und seitlich gezogenen Proben verlaufen parallel zu den Linien von 15.26 h vor Zugabe des Erzes.

Chemische Vorgänge zwischen Schlacke und Bad wirken sich demnach fast augenblicklich durch das ganze Stahlbad aus. Die Geschwindigkeit der Vorgänge ist dabei so groß, daß die Badtiefe von 600 bis 700 mm und auch eine seitliche Entfernung von mehreren Metern keine Rolle spielt. Auch die Vorgänge zwischen Erz und Schlacke erfolgen mit erstaunlicher Schnelligkeit. Das zeigt folgende Betrachtung, die sich aus Abb. 7 ergibt. Die Linien des Kohlenstoffgehaltes im Stahlbad laufen von 15.27 bis 15.47 h fast parallel in allen Teilen. Nur ein Punkt in Linie 2 liegt weit oberhalb der anderen Kurven; da der Wert aber zweimal bestimmt wurde, muß man ihn, ohne ihn erklären zu können, in Kauf nehmen. Die Zugabe an Erz betrug 550 kg, die 126,5 kg O enthalten. In der Zeit von 15.27 bis 15.31 h sind im Mittel 0,064 % C verbrannt. Das Schmelzgewicht betrug 62 t, so daß also 39,7 kg C entfernt sind, die dazu 52,8 kg O benötigen. Entsprechend ist der Kohlenoxydgehalt im Abgas bereits nach 1 min von 0,9 auf 19,8 % gestiegen und hat sich bis 15.31 h auf 6,8 % gehalten. Da bei derart großen Kohlenoxydmengen über dem Bade die Frischwirkung der

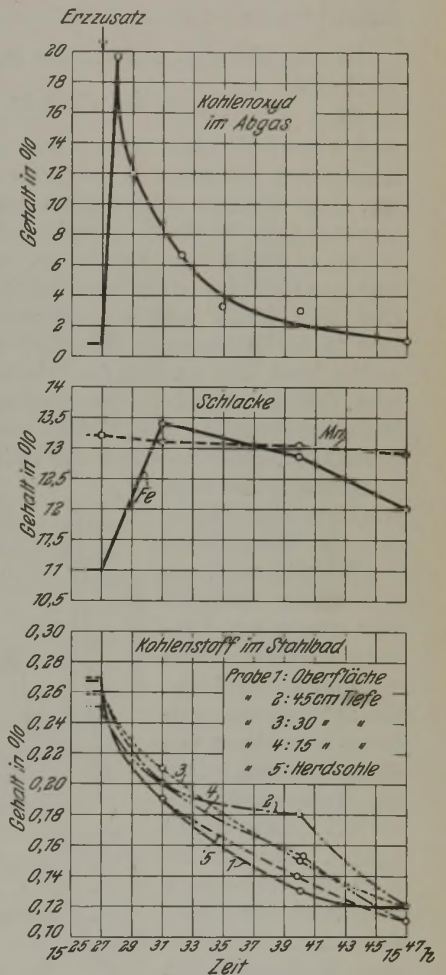


Abbildung 7. Auswirkung des Erzzusatzes auf die Zusammensetzung von Abgas, Stahl und Schlacke.

Frishwirkung der Kohlenoxydmengen über dem Bade die Frischwirkung der

Flamme ausgeschaltet wird, entstammen die benötigten 52,8 kg O aus dem Eisenoxyduloxyd des Erzes. Sie entsprechen also  $\frac{168 \cdot 52,8}{64} = 138,6$  kg aus dem Erz reduzierten Eisens. In 550 kg zugegebenem Erz waren 330 kg Fe enthalten; es sind also 191,4 kg Fe übriggeblieben. Nun zeigt der Eisengehalt der Schlacke in den 4 min einen Anstieg von 2,4 %, die diesen 191,4 kg Fe entsprechen müssen. Daraus errechnet sich ein Schlackengewicht von  $\frac{191,4 \cdot 100}{2,4} = \text{rd. } 8000$  kg Schlacke = 13 % vom Stahlgewicht. Das Gewicht deckt sich mit der bei unseren Ein-satzverhältnissen üblichen Schlackenmenge.

Es zeigt sich also, daß von der zugegebenen Erzmenge  $\frac{191,4 \cdot 100}{330} = 58$  % in der Schlacke gelöst wurden. Es muß wiederholt betont werden, daß es sich um plötzliche Zugabe von Eisenglanz in kopfgroßen Stücken gehandelt hat. Legt man ein solches Stück auf eine Flickschaufel, taucht es 1 min lang in die Schlacke und zieht es dann wieder heraus, so findet man, daß bereits erhebliche Teile abgesprungen sind, daß das erhitzte Stück aber selbst vor dem Ofen noch derart explosionsartig auseinanderspringt, daß man in der Nähe durch herumfliegende Splitter verletzt werden kann. Der Vorgang des Frischens ist also derart erfolgt, daß das zugegebene Erz innerhalb von 4 min auf dem Bade zersplittert ist, mit 42 % direkt oxydierend auf das Bad gewirkt hat, in derselben Zeit aber zu 58 % in der Schlacke gelöst wurde und dann sein Eisen, wie der Rückgang des Eisengehaltes der Schlacke zeigt, aus ihm wieder reduziert oder umgekehrt Kohlenstoff verbrannt wurde. In den ersten 4 min, also unter der unmittelbaren Einwirkung von Erz auf das Bad, betrug die Kohlenstoffabnahme 39,7 kg, also fast 10 kg/min. Das Erz ist aber erst vollkommen ausgenutzt, wenn auch die in der Schlacke gelösten Mengen reduziert sind. 20 min nach dem Erzzusatz hatte der Kohlenstoffgehalt um 0,146 % = 90,52 kg abgenommen, also um die immer wieder vom Verfasser<sup>2)</sup> festgestellten 4,5 kg/min.

Die in Abb. 7 wiedergegebene Kohlenoxydkurve ließ den Wunsch entstehen, diese durch Bestimmen einer größeren Reihe von Analysenpunkten etwas genauer zu erfassen. Deshalb wurden zwei weitere Versuche angestellt, und zwar einmal wieder mit Siegerländer Glanzeisenstein, das andere Mal mit Walzsinter, also einmal mit einem grobstückigen und zum anderen mit einem sehr feinen Frischmittel; der Walzsinter war sehr rein, enthielt 70 % Fe und 26 % O. Es zeigt sich beidemale übereinstimmend, daß, wie in Abb. 8 unter Schmelze 1 und 2 dargestellt, die Kurve der brenn-

baren Bestandteile nach starkem Anstieg innerhalb der ersten 1½ min zunächst stark abfällt, dann aber in den nächsten 4 bis 5 min erneut ansteigt und dann in einer flachen Kurve verläuft. Der tiefste Punkt des ersten Kurvenabfalls entspricht dem höchsten Eisengehalt in der Schlacke. Es sei hier bemerkt, daß dem Kohlenoxydgehalt in den Abgasen die zwischen 0 und 1 % schwankenden Mengen an Methan und Wasserstoff, die auch bestimmt wurden, zugezählt sind. Die zugegebene Glanzeisensteinmenge betrug 550 kg mit 319 kg Fe und 126,5 kg O, die Walzsintermenge 480 kg mit 336 kg Fe und 125 kg O. Durch verbrannten Kohlenstoff waren bei dem Versuch mit Glanzeisenstein in den ersten 4 min 57,7 kg O, also rd. 46 % der Erzmenge verbraucht, die restlichen 54 % verschlackt, bei dem Versuch mit Walzsinter in den ersten 3 min 55,86 kg O, also rd. 45 % verbraucht, mithin 55 % verschlackt. Zur gleichen Zeit hat der Eisengehalt der Schlacke seinen höchsten Punkt erreicht, und die Kurve, die infolge Beendigung der unmittelbaren Frischmittelwirkung auf das Bad stark gefallen war, steigt erneut lebhaft an und kehrt dann nach erreichtem Höhepunkt entsprechend der Reduktion des Eisens aus der Schlacke allmählich zum Nullpunkt, d. h. zum Ausgangspunkt des gesamten Vorgangs zurück. Nach diesen Versuchen darf jetzt wohl folgendes ausgesprochen werden:

I. Die Badtiefe hat infolge der großen Geschwindigkeit, mit der die Ausgleichung im Kohlenstoffgehalt in das Bad hinein erfolgen, keinen Einfluß auf die Frischgeschwindigkeit.

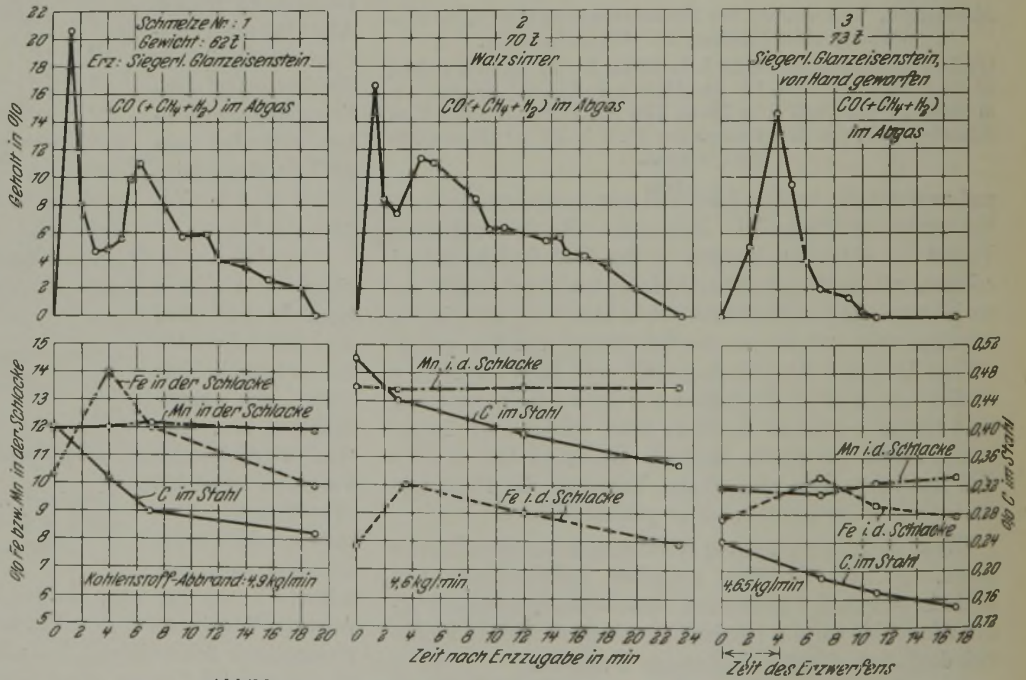


Abbildung 8. Verfolg der Frischwirkung verschiedener Erzarten.

II. Die Stückigkeit eines Erzes hat keine Bedeutung für die Frischwirkung, diese erfolgt vielmehr so, daß auch bei stückigstem Erz nur ein Teil unmittelbar auf das Bad wirkt, der andere Teil sehr schnell in Lösung geht. Auch Walzsinter sinkt durch eine höchstens 100 mm dicke Schlackenschicht beim Auskippen aus einer Mulde auf das Bad. Die Vorgänge in Bad, Schlacke und Abgas decken sich vollkommen mit denen von stückigem Glanzeisenstein.

III. Die Frischwirkung zerfällt in eine mittelbare und unmittelbare. Die unmittelbare Frischwirkung ist

<sup>2)</sup> Vgl. St. u. E. 49 (1929) S. 458/64.

erheblich kräftiger als die mittelbare. In den ersten 4 bzw. 3 min der beiden Versuche sind 10,8 bzw. 14 kg C je min verbrannt worden, bis zur Beendigung des ganzen Vorgangs aber 4,9 bzw. 4,6 kg/min. Würde man also ein Frischmittel haben, das nur Sauerstoff an das Bad abgibt, ohne von der Schlacke gelöst zu werden, so könnte man den Frischvorgang ganz wesentlich beschleunigen.

IV. Jedes Erz kann zu 100 % ausgenutzt werden, soweit genügend Kohlenstoff zu seiner Reduktion vorhanden ist und die Schlacke sich vor Zugabe des Erzes mit dem Bad hinsichtlich des Eisen- und Mangangehaltes im Gleichgewicht befunden hat.

In Abb. 8 gibt Schmelze 3 einen Versuch wieder, bei dem das Erz nicht plötzlich aus einer Mulde, sondern schaufelweise zugegeben wurde. Hier erfolgt entsprechend einer Zeit von 4 min, die das Hineinschaufeln von 380 kg Erz durch vier Mann erforderliche, der Anstieg der Kurve weniger steil, unmittelbar Erzwirkung und Lösen erfolgen überdeckt, eine Umkehr der Gaskurve findet nicht statt, die Kohlenoxydentwicklung erreicht nicht die Höhe wie bei plötzlicher Zugabe. Erst nach 7 min sind 55 % des Erzes verbraucht und 45 % in der Schlacke gelöst, dabei kann die Wirkung der 55 % nicht als unmittelbar aufgefaßt werden, da innerhalb der 7 min auch immer schon Erz in Lösung ging. Nach 11 min erreicht die Kurve ihren Ausgangspunkt. Die weitere Wirkung des bis dahin noch nicht ganz verbrauchten Erzes drückt sich noch in einem Ersatz von Eisenoxydul durch Manganoxydul nach der Gleichung  $FeO + Mn = MnO + Fe$  aus, wie das Ansteigen der Mangankurve in der Schlacke zeigt.

Die größeren Kohlenoxydmengen über dem Bade schalten bei plötzlicher Erzzugabe die Flammenwirkung vorübergehend stärker aus als bei schaufelweiser Zugabe. Man kann also bei schaufelweiser Zugabe an Erz sparen, da dann die Flamme mehr Sauerstoff an das Bad abgibt und weniger Erz zuzuführen ist. Deshalb ist es auch richtig, beim Erzen mit Luftüberschuß im Ofen zu arbeiten, also Gas abzdrehen, soweit die Temperatur der Schmelzung dieses zuläßt. Daß es auch aus anderen Gründen richtig ist, das Erz schaufelweise zuzusetzen, wurde bereits in einer früheren Arbeit ausgeführt<sup>3)</sup>, die durch diese neuen Untersuchungen eine notwendige Ergänzung findet.

### 3. Die Entschwefelung durch Flußspat.

Die Ergebnisse der Untersuchungen über die Entschwefelung sind in Abb. 9 und 10 dargestellt. Einer Schmelzung von 66 t Gewicht, die sich in lebhaftem Kochen befand, wurden plötzlich 800 kg Flußspat, und zwar 400 kg durch die Mitteltüre und je 200 kg durch die beiden Seitentüren zugesetzt. Die erste Probenahme vor Zusatz erfolgte um 16.10 h, der Zusatz selbst 16.13 h, weitere Probenahmen

um 16.28, 16.44 und 17.29 h. Mit der ersten, dritten und letzten Probe wurden gleichzeitig Schlackenproben entnommen. Nach früheren Feststellungen des Verfassers<sup>4)</sup> beruht die Wirkung von Flußspat neben der größeren Dünflüssigkeit und deshalb auch Reaktionsfähigkeit der Schlacke an sich auf einem Abrauchen von Fluor-Schwefel-Verbindungen aus der Schlacke und Wiedereintritt von Schwefel aus dem Bad in die Schlacke. Die Kurve des Schwefelgehaltes in der Schlacke zeigt dessen Abnahme von 16.10 bis 16.28 h und seine Zunahme bis 17.29 h.

Es ist nun sehr bemerkenswert zu sehen, wie sehr sich das Bild der Schwefellinien im Bade gegenüber den bisher aufgenommenen geändert hat. Die kräftige Entschwefelung hat ein Auseinanderziehen der Schwefellinien bewirkt. Man erkennt einen fast vollkommen parallelen Verlauf der Linie von 16.10 h, also vor Zusatz von Flußspat, mit der von 16.28 h nach einviertelstündiger Einwirkung, muß aber auch

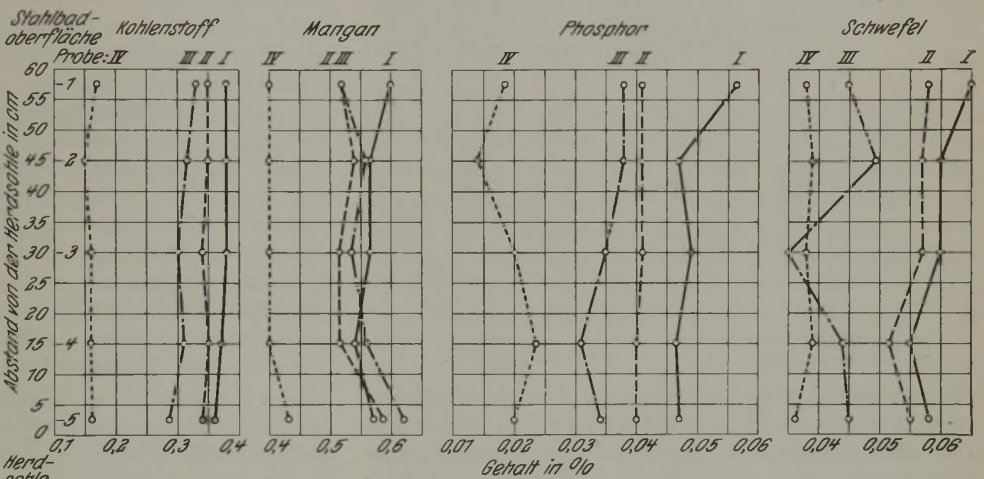


Abbildung 9. Einfluß der Entschwefelung durch Flußspat auf die Badzusammensetzung in verschiedenen Tiefen.

hier in der Linie von 16.44 h feststellen, daß der Schwefel seine Neigung zu starken Seitensprüngen nicht ganz aufgeben kann. Da Flußspat bekanntlich auch eine starke Abnahme des Phosphorgehaltes mit sich bringt, erscheinen die Phosphorlinien ebenfalls stark auseinandergezogen. Wie bei der Einwirkung von Sauerstoff auf Kohlenstoff kann hier festgestellt werden, daß auch bei der Aufnahme von Schwefel und Phosphor aus dem Stahl in die Schlacke deren Gehalte sich zwischen Herdsohle und Badoberfläche äußerst schnell ausgleichen, während der gesamte Vorgang der Entschwefelung sehr langsam vor sich geht. Zur Entfernung von 14,5 kg S sind 79 min benötigt worden; in derselben Zeit würde Erzsauerstoff 350 kg C entfernt haben.

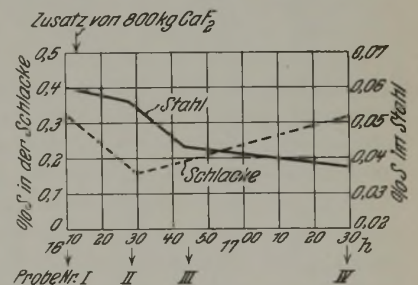


Abbildung 10. Einfluß von Flußspat auf die Entschwefelung. (Für Stahl Mittel aus den verschiedenen Badtiefen.)

### 4. Die Vorgänge bei der Desoxydation mit Ferromangan.

Einer Schmelzung wurden zum Fertigmachen nach Probenahme I (vgl. Zahlentafel 2 und Abb. 11) 430 kg

<sup>3)</sup> St. u. E. 49 (1929) S. 459.

<sup>4)</sup> St. u. E. 41 (1921) S. 357/64.

Zahlentafel 2. Auswirkung der Desoxydation mit Ferromangan auf die Badzusammensetzung.

Zeit der Probe- nahme	Ent- fernung vom Boden in cm	Zusammensetzung des Stahles in %				
		C	Mn	P	S	O
I. 14.00 h	70	0,080	0,32	0,018	0,055	0,051
	52,5	0,075	0,32	0,016	0,051	0,042
	35	0,090	0,31	0,019	0,043	0,039
	17,5	0,080	0,32	0,019	0,048	0,046
	0	0,090	0,38	0,024	0,053	0,042
Mittel		0,083	0,33	0,019	0,050	0,044
II. 14.07 h	70	0,120	0,66	0,024	0,051	0,036
	52,5	0,100	0,73	0,019	0,053	0,034
	35	0,100	0,69	0,029	0,053	0,047
	17,5	0,100	0,66	0,029	0,049	0,060
	0	0,100	0,68	0,020	0,051	0,048
Mittel		0,104	0,68	0,024	0,051	0,045
III. 14.15 h	70	0,100	0,60	0,023	0,045	0,045
	52,5	n. b. <sup>1)</sup>	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
	35	0,090	0,60	0,025	0,049	0,043
	17,5	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
	0	0,110	0,73	0,024	0,046	0,054
Mittel		0,100	0,64	0,024	0,047	0,047
IV. 14.27 h	240	0,080	0,52	0,021	0,049	<sup>2)</sup>
	192	0,070	0,54	0,016	0,044	0,052
	144	0,070	0,49	0,018	0,044	0,044
	96	0,080	0,49	0,015	0,047	0,065
	48	0,080	0,49	0,020	0,053	<sup>2)</sup>
Pfanne	0	0,080	0,50	0,026	0,052	0,050
Mittel		0,077	0,51	0,019	0,048	0,053

1) Nicht bestimmt. 2) Probe nicht einwandfrei.

77prozentiges Ferromangan zugesetzt. Die Zugabe erfolgte schaufelweise in der Zeit von 14.00 bis 14.04 h. Die nächste Probe wurde um 14.07 h genommen, also 3 min nach beendeter Zugabe, eine weitere Probe erfolgte 8 min später; darauf wurde abgestochen. Das Ausfließen in die Pfanne

Die Stahlproben wurden bei diesem Versuch auch auf Sauerstoff untersucht. Die Bestimmungen wurden im Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf, durchgeführt, dem auch an dieser Stelle dafür der verbindlichste Dank ausgesprochen sei.

Ferromangan ist etwas leichter als Eisen, es schwimmt auf der Oberfläche des Stahlbades derart, daß es fast ganz von ihm bedeckt ist. Durch Anbinden von Ferromangan an einen starken Eisendraht und Eintauchen in eine kleine mit Stahl gefüllte 8-t-Pfanne, auf der sich keine Schlacke befand, wurde dies einwandfrei festgestellt. Mangan hat nun einen Schmelzpunkt von nur 1245°. Es schmilzt also sehr schnell an der Badoberfläche, und man könnte annehmen, daß sich hier lange Zeit die höchste Konzentration finden müßte. Vor dem Ferromanganzusatz lag der Mangangehalt mit 0,38 % unten gegen 0,32 % oben auf der Herdsohle höher, und es zeigt sich, daß auch in den Proben II und III auf der Badoberfläche 0,66 und 0,60 % Mn, auf der Herdsohle aber 0,68 und 0,73 % Mn vorhanden waren. Man sieht aber auch an der um 14.07 h genommenen Probe, also 3 min nach beendeter Ferromanganzugabe, daß das Mangan von der Oberfläche aus allmählich in die Tiefe sinkt und seine höchste Konzentration 17,5 cm unter der Badoberfläche besitzt. Weitere 8 min später findet sich der höchste Gehalt auf der Herdsohle; damit entspricht der Verlauf des Mangangehaltes von der Badoberfläche zur Herdsohle dem vor Zusatz des Ferromangans.

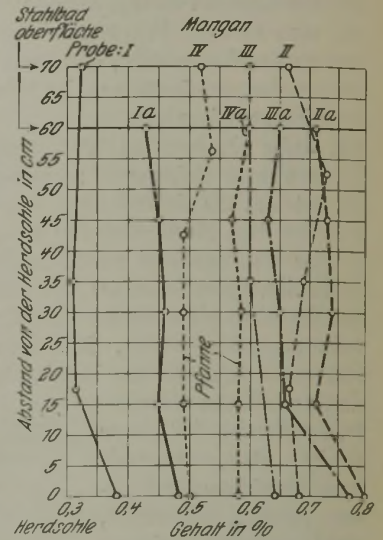


Abbildung 12. Vergleich der Desoxydation aus Versuch III und IX.

Versuch IX (70 t Ausbringen):  
 Probe Nr. I genommen um 14.00 h  
 „ „ II „ „ 14.07 „  
 „ „ III „ „ 14.15 „  
 „ „ IV „ „ 14.27 „  
 Versuch III (63 t Ausbringen):  
 Probe Nr. Ia genommen um 16.49 h  
 „ „ IIa „ „ 16.57 „  
 „ „ IIIa „ „ 17.04 „  
 „ „ IVa „ „ 17.15 „

und es zeigt sich, daß auch in den Proben II und III auf der Badoberfläche 0,66 und 0,60 % Mn, auf der Herdsohle aber 0,68 und 0,73 % Mn vorhanden waren. Man sieht aber auch an der um 14.07 h genommenen Probe, also 3 min nach beendeter Ferromanganzugabe, daß das Mangan von der Oberfläche aus allmählich in die Tiefe sinkt und seine höchste Konzentration 17,5 cm unter der Badoberfläche besitzt. Weitere 8 min später findet sich der höchste Gehalt auf der Herdsohle; damit entspricht der Verlauf des Mangangehaltes von der Badoberfläche zur Herdsohle dem vor Zusatz des Ferromangans.

Abb. 12 zeigt einen Vergleich des Desoxydationsvorgangs aus Versuch III mit dem soeben beschriebenen in bezug auf die Manganlinien. Bei Versuch III war die erste Probe nach beendeter Ferromanganzugabe von 250 kg nach 4 min genommen; gleichwohl ist bereits deutlich der parallele Verlauf dieser Manganlinie (Probe IIa) mit der vor dem

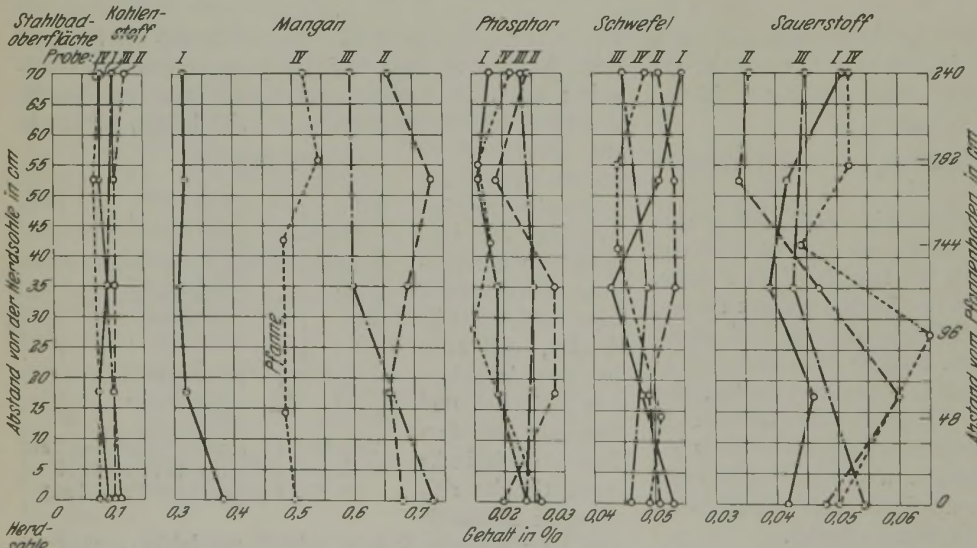


Abbildung 11. Desoxydation mit Mangan. Schmelzung von 70 t Ausbringen.

Probe Nr. I genommen um 14.00 h Probe Nr. III genommen um 14.15 h  
 Probe Nr. II genommen um 14.07 h Pfannenprobe Nr. IV genommen um 14.27 h  
 Von 14.00 bis 14.04 h Zusatz von 430 kg 77prozentigem Ferromangan,  
 von 14.17 bis 14.25 h läuft die Schmelzung in die Pfanne.

erfolgte bei kleinem Abstichloch langsam und dauerte 8 min. 2 min nach Füllen der Pfanne wurde aus ihr die letzte Probe gezogen. Das Schmelzungsgewicht betrug 72 t. Mit jeder Stahlprobe wurde eine Schlackenprobe entnommen, die letzte Schlacke von oben aus der Pfanne abgeschöpft.



Ferromanganzusatz (Probe Ia) zu erkennen. Die Verteilung des zugesetzten Ferromangans bis in die Tiefe des Bades erfolgt also ebenso wie die bei Reduktion von Mangan aus der Schlacke sehr schnell und gleichmäßig.

Wie Abb. 11 zeigt, setzt nach der Zugabe von Ferromangan zunächst von 14.00 bis 14.07 h eine kräftige Rückphosphorung ein, die aber in der langen Zeit bis 14.27 h wieder rückgängig gemacht wird. Der Schwefelgehalt zeigt eine geringe Abnahme durch Bildung von Mangansulfid in der Zeit von 14.07 bis 14.27 h, im Mittel von 0,051 auf 0,048 % S. Was nun die Sauerstoffwerte anlangt, so zeigt auch der Sauerstoffgehalt zum Teil nennenswerte Schwankungen in den verschiedenen Badtiefen. Es ist aber zu berücksichtigen, daß die Proben für die Bestimmung von Sauerstoff nicht als sehr geeignet zu bezeichnen sind; sie wiesen zum Teil viele, wenn auch kleine, oxydierte Löcher auf, die nicht vollkommen entfernt werden konnten, wodurch die absolute Genauigkeit einer Sauerstoffbestimmung aber beeinflußt wird. Andererseits war es auch schwierig wegen der stellenweise ziemlich geringen Dicke der Proben auf der Probestange, die Oberfläche in der für eine Sauerstoffbestimmung notwendigen reinen Beschaffenheit herzustellen. Es mußten deshalb einzelne Werte ausgeschieden werden. Die verzeichneten Werte stellen das Mittel aus zwei Parallelbestimmungen dar, die Schwankungen von 0,001 bis 0,01 % aufwiesen. Die Bestimmungen erscheinen aber doch vollkommen ausreichend, um zu zeigen, daß das zugegebene Ferromangan auf den an sich bereits vor Zusatz erreichten niedrigen Sauerstoffgehalt von 0,044 % im Mittel keine Einwirkung mehr gehabt hat. Die Werte von 14.07 und 14.15 h mit im Mittel 0,045 und 0,047 % O decken sich praktisch vollkommen mit den vor Zugabe des Mangans, und ob man den etwas höheren Wert von 0,053 % in der Pfanne auf eine erneute Oxydation beim Auslaufen des Stahlstrahls durch die atmosphärische Luft in die Pfanne zurückführen soll, erscheint nach dem über die Sauerstoffbestimmung Gesagten fraglich. In einer Arbeit von P. Oberhoffer und A. Beutell<sup>5)</sup> finden sich ebenfalls Angaben über den Sauerstoffgehalt in Siemens-Martin-Stahl vor und nach der Desoxydation, die praktisch keine Unterschiede zeigen; allerdings muß hierzu gesagt werden, daß diese Angaben wegen der damals noch größeren Unsicherheit in dem Sauerstoffbestimmungsverfahren nicht als belegend anzusprechen sind. Im Geisweider Stahlwerk ist man bei Verwendung hochmanganhaltigen Siegerländer Stahleisens und bei Verarbeitung größerer Mengen verzinkten Schrotts, dessen Zinküberzug sauerstoffverzehrend wirkt, in der Lage, einen größeren Teil der Schmelzungen ohne Ferromanganzusatz abzustechen; Ferromangan wird nur bei solchen Schmelzungen zugesetzt, bei denen das Einsinken der Topfprobe zeigt, daß sie wenig Mangan enthalten. So zeigt auch diese Versuchsschmelzung, daß das zugegebene Ferromangan nicht der Desoxydation, sondern lediglich der notwendigen Erhöhung des Mangangehaltes im Stahl gedient hat. Er ist schon deshalb nötig, um schädlichen Einflüssen eines etwas höheren Schwefelgehaltes zu begegnen. Es ist ja auch viel richtiger, einen größeren Sauerstoffgehalt im Stahl durch manganhaltigen Einsatz von vornherein nicht aufkommen zu lassen, als ihn hernach durch Ferromanganzusatz wieder zu entfernen.

Stellt man für den angezogenen Versuch, dessen Schlackenanalysen in *Zahlentafel 3* enthalten sind, eine Manganbilanz auf, unter der Annahme, daß die Schlackenmenge 11 t betragen hat — größer war sie bestimmt nicht —, so findet man von Probe I bis Probe IV in 72 t Stahl eine Zu-

nahme von 0,18 % = rd. 130 kg Mn und in 11 t Schlacke eine Zunahme von 0,54 % Mn = rd. 56 kg Mn, zusammen also 186 kg Mn, während 330 kg zugesetzt wurden. Somit fehlen 144 kg Mn oder 1,3 % Mn in der Schlacke. Wie später eingehend gezeigt wird, liegt das daran, daß die flüssige Schlacke nach Zusatz von Ferromangan so starke Seigerungen einzelner Bestandteile aufweist, daß eine einzige aus dem Ofen genommene Schlackenprobe keineswegs den mittleren Mangangehalt der gesamten Schlackenmenge angibt. Da das Mangan, wie die Schaubilder zeigen, sich

Zahlentafel 3. Veränderung der Schlacke bei Ferromanganzusatz.

Proben Nr.)	Zusammensetzung in %									
	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	SO <sub>3</sub>	MnS
I	21,26	1,97	11,96	10,20	38,00	11,45	2,25	0,879	0,366	0,07
II	20,97	1,83	11,31	10,22	39,20	11,08	2,13	0,880	0,334	0,05
III	20,85	2,40	10,67	10,61	41,70	8,64	2,26	0,779	0,388	0,07
IV	20,50	2,69	10,29	10,90	41,70	8,65	2,17	0,779	0,413	0,04

1) Entspricht den in *Zahlentafel 2* angegebenen Nummern.

innerhalb des Stahlbades sehr schnell und gleichmäßig von der Badoberfläche bis zur Herdsohle verteilt, so muß auch in den Fällen, in denen es wirklich desoxydierend wirkt, die Desoxydation sich auf das ganze Bad gleichmäßig verteilen. Der Versuch zeigt aber auch, daß bei längerem Abstehen der Schmelzung mehr als die Hälfte des zugesetzten Mangans verschlackt wird, und es daher sicher wirtschaftlicher ist, das Mangan in die Pfanne zuzugeben als in den Ofen. Es zeigt sich weiter, daß das in die Schlacke getriebene Mangan keineswegs nur das Mangan ist, das vorher vielleicht desoxydierend auf das Bad gewirkt hat. Die Schlacke selbst nimmt schon von dem an der Oberfläche des Bades schwimmenden und durch die oxydierende Schlacken- und Flammenwirkung verbrennenden Mangan in sich auf, und allgemein nimmt das Mangan im Bade mit längerem Stehen der Schmelzung ab, nicht allein, weil es einem überfrischten Bad Sauerstoff entzogen hat, sondern weil es auch durch die frischende Flamme verbrannt wird, und zwar leichter als Eisen.

Die hier durchgeführten Versuche zeigen deutlich, daß die Gefahr, im Siemens-Martin-Betrieb Manganverschwendung zu treiben, sehr groß ist. Bei der besprochenen Versuchsschmelze ist jedenfalls in hohem Maße Verschwendung getrieben worden. Desoxydation hat nicht stattgefunden, und um 72 t Stahl von 0,33 auf 0,51 % Mn zu bringen, hätten bei Zugabe in die Pfanne 130 kg Mn = 170 kg 77prozentiges Ferromangan genügt. In der Absicht, die Wirkung von Mangan für den Versuch recht deutlich zu machen, ist eine reichlich große Menge von 430 kg gesetzt und der Zweck, die obwaltenden Verhältnisse klarzulegen, damit auch erreicht worden. Bei einem weiteren Versuch, der, mehrfach wiederholt, ähnliche Ergebnisse zeigte, wurde das Ferromangan nicht in den Ofen, sondern mit 150 kg = 115 kg Mn auf 65 t Stahl in die Pfanne gegeben. Im Ofen zeigte das Bad unmittelbar vor dem Abstechen 0,41 % Mn. Nach Manganzusatz in die Pfanne ergaben sieben während des Gießens gezogene Proben 0,46, 0,45, 0,48, 0,48, 0,45, 0,45, 0,46 %, im Mittel 0,46 % Mn. Von den zugesetzten 115 kg sind also nur 32,5 kg in den Stahl gegangen, die restlichen 83 kg müssen in diesem Falle der Desoxydation gedient haben und hätten dann 24 kg O = 0,037 % O aus dem Stahl entfernt.

Der Gedanke ist nicht von der Hand zu weisen, daß die Desoxydation im Ofen nicht gut sein kann, weil hier das Bad immer wieder unter dem Einfluß oxydierender Flamme

<sup>5)</sup> St. u. E. 39 (1919) S. 1584/90.

und Schlacke steht. Die Oxydationsvorgänge im Ofen übertragen sich aber, wie festgestellt wurde, ebenso schnell von der Badoberfläche auf die Herdsohle, wie sich das zugesetzte Ferromangan, das desoxydieren soll, von oben nach unten verteilt. Dieser Umstand fällt in der Pfanne mangels oxydierender Flammenwirkung fort. Er fällt auch im Thomaskonverter fort, da hier die Schlacke vor dem Ferromanganzusatz abgegossen wird und eine oxydierende Flamme im ruhenden Konverter nicht mehr vorhanden ist;

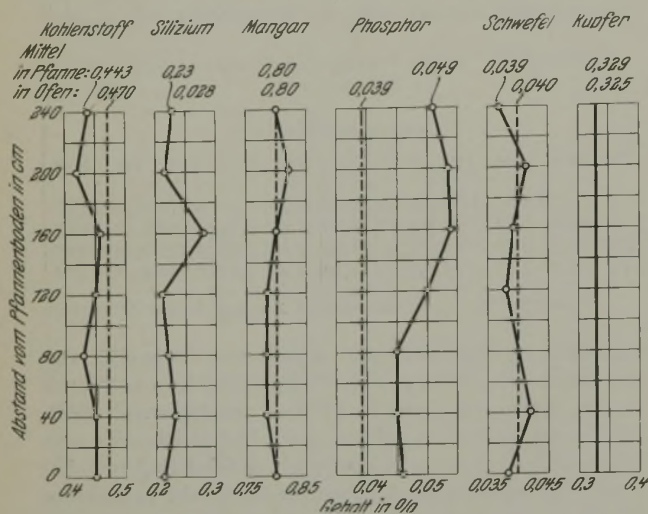


Abbildung 13. Wirkung eines Ferrosiliziumzusatzes in die Pfanne auf die Stahlzusammensetzung in verschiedenen Badtiefen.

so ist es auch erklärlich, daß für Thomasstahl gleiche oder geringere Sauerstoffgehalte gefunden werden als für Siemens-Martin-Stahl<sup>6)</sup>.

Im Zusammenhang mit dieser Frage wurden noch folgende Versuche angestellt: Einer Schmelzung von 71 t Ausbringen wurden im Ofen 350 kg Ferromangan zugegeben. Die Sauerstoffbestimmung vor Zusatz des Ferromangans ergab 0,010 % O bei 0,38 % Mn, nach Zusatz beim Abgießen 0,021 % O bei 0,42 % Mn. Bei einer anderen Schmelzung von 70 t Ausbringen wurden 160 kg Ferromangan in die Pfanne gegeben. Eine unmittelbar vor dem Abstechen aus dem Ofen entnommene Probe zeigte 0,0185 % O bei 0,41 % Mn, die Probe aus der Pfanne 0,0135 % O bei 0,43 % Mn. Die Sauerstoffbestimmungen wurden wieder im

Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung ausgeführt, und zwar diesmal an Schiedeproben mit vollkommen einwandfreier Oberfläche bei sehr gut übereinstimmenden Kontrollanalysen. Man erkennt auch hier wieder, daß erstens das im Ofen mit Mangan behandelte Bad Sauerstoffzunahme, das in der Pfanne behandelte Sauerstoffabnahme aufweist. Zweitens ergibt sich aber auch, daß die Zugabe von Ferromangan in beiden Fällen vollkommen überflüssig war, denn in beiden Fällen war nicht nur der Sauerstoff-

gehalt dank der Verwendung guten Stahleisens im Einsatz (obgleich der eingesetzte Schrott vorwiegend aus Schmelzeisen bestand) außerordentlich niedrig, sondern auch der Mangengehalt ausreichend. Nach F. Jansen<sup>7)</sup> soll Rotbruch

durch Sauerstoff nur dann auftreten, wenn  $\left(O_2 - Mn \frac{16}{55}\right)$  einen positiven Wert ergibt; danach würden bei 0,021 % O schon 0,07 % Mn zur Vermeidung von Rotbruch durch Sauerstoff genügen. Da aber auch andere Bestandteile, besonders Schwefel, Rotbruch hervorrufen, den ein entsprechender Mangengehalt wieder aufhebt, muß dieser natürlich höher sein. Ein Mangengehalt von 0,38 % hätte aber auf jeden Fall genügt. Bei den beschriebenen Versuchen hat eine Desoxydation durch Ferromangan im Siemens-Martin-Ofen nicht stattgefunden, eine Feststellung, die nicht allorts gemacht wurde. Man kann sie also wohl nicht ohne wiederholte und eingehendere Untersuchungen auch an anderen Orten verallgemeinern.

Man muß daher immer wieder die Schwierigkeiten bedauern, die die Sauerstoffbestimmung bereitet, sonst würde es im Betrieb wohl gelingen, die noch reichlich dunklen Vorgänge der Desoxydation im Siemens-Martin-Ofen durch zahlreiche wiederholte Versuche zu klären.

5. Die Wirkung von Zusätzen in die Pfanne.

Die beiden letzten Versuche befaßten sich mit der Frage der Verteilung von Zusätzen in die Pfanne; in Abb. 13 ist die Wirkung eines Zusatzes von 350 kg 75prozentigen Ferrosiliziums zu 73 t Stahl mit 0,44 % C und 0,80 % Mn dargestellt; Abb. 14 gibt die Aufkohlung und Beruhigung von 8000 kg weichen Flußstahl wieder, der aus einer 70-t-Pfanne in eine kleine 8-t-Pfanne gegossen wurde, um ihn hier durch Zusatz von 14 kg Koks, 70 kg 80prozentigen Ferromangans, 20 kg Alsimin (mit 47 % Al und 37 % Si) sowie 1 kg Aluminium für Stahlgußzwecke brauchbar zu machen. Die Zusätze wurden in pulverisierter Form zugegeben jedesmal, wenn die Pfanne zu einem Drittel gefüllt war.

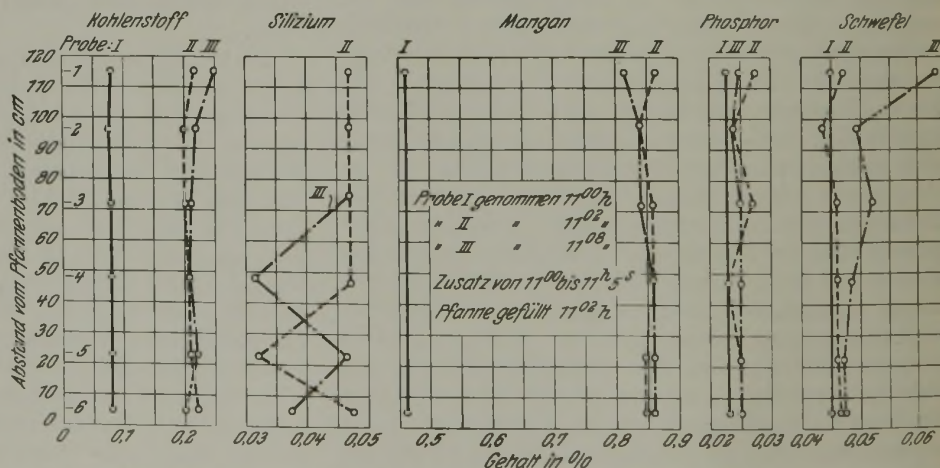


Abbildung 14. Einwirkung von Beruhigungs- und Aufkohlungszusätzen in die Pfanne auf weichen Siemens-Martin-Stahl.

Das Ferrosilizium verteilte sich, wie Abb. 13 zeigt, in der 2,4 m hohen Stahlsäule sehr schnell. Da es nach Füllen der Pfanne bis auf etwa 80 cm Höhe zugesetzt wurde und als leichter Körper mit nach oben geht, ist die höchste Konzentration bei 160 cm erklärlich; man sieht aber andererseits, daß auch der Ausgleich in die Tiefe sehr rasch erfolgt

<sup>6)</sup> Vgl. H. Diergarten: Arch. Eisenhüttenwes. 2(1928/29) S. 827.

<sup>7)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 1 (1927/28) S. 147/55 (Gr. E: Werkstoffaussch. 109).

ist. Bei diesem Versuch wurde auch der Kupfergehalt bestimmt, und zwar handelt es sich nicht um künstlichen Kupferzusatz, sondern um den natürlichen Kupfergehalt einer mit Siegerländer Stahlisen erzeugten Stahlschmelzung. Während alle übrigen Fremdkörper im Eisen Schwankungen in den verschiedenen Höhenlagen aufweisen, verharrt Kupfer in vollkommener gleichmäßiger Verteilung, die so weit geht, daß die Gehalte bis auf die tausendstel Prozent übereinstimmen. Die Erklärung ist wohl darin zu suchen, daß Mangan-, Phosphor- und Schwefelgehalt in Stahl und Schlacke in fortwährendem Kampf um Aufrechterhaltung des Gleichgewichtszustandes gegen störende Einflüsse stehen, der Kohlenstoff ständigen Angriffen des Eisenoxyduls der Schlacke ausgesetzt ist, während Kupfer als nur im Stahl vorhanden und an keinerlei chemischen Umwandlungen beteiligt, in vollkommener Ruhe zu verharren vermag.

Bemerkenswert ist bei diesem Versuch noch der Verlauf der Phosphorlinie. Die Zugabe von 350 kg Ferrosilizium, das teilweise mit Sauerstoff zu Kieselsäure verbrennt, die in die Schlacke gelangt, bewirkt ein Austreiben von Phosphor in den Stahl, wie es aus der Abbildung der Phosphorlinie klar zu erkennen ist. Man sieht hier klar vor Augen, wie der Phosphor von der Oberfläche bis auf den 2,4 m tiefer gelegenen Boden der Pfanne abgewandert ist. Die Proben des Versuchs sind 1 min nach Füllen der Pfanne gezogen. Man erkennt auch hier die Geschwindigkeit der Reaktionen. Die Proben, auf Grund derer die Zusammensetzung der Schmelzung vor Ablassen in die Pfanne eingezeichnet wurde, wurden ebenfalls mit der Bleistange gezogen und stellen den Durchschnitt aus Herdsohle, Badmitte und Stahlbadoberfläche dar.

Ein Blick auf *Abb. 14* lehrt bei diesem Versuch ein ähnliches Eindringen des Schwefels in den Stahl wie bei Phosphor im soeben geschilderten Fall. Das mußte ganz besonders auffallen, weil der Stahl in die kleine Pfanne durch den Ausguß der großen Pfanne abgezapft wurde, eine Schlackendecke auf dem Flußstahl in der kleinen Pfanne also nicht vorhanden war. Nachforschungen ergaben, daß die Stahlgießereiarbeiter zum Warmhalten der Oberfläche Asche rheinischer Braunkohlenbriketts, die zum Pfannentrocknen benutzt werden, auf die gefüllte Pfanne schaufelten. Diese Asche enthält bis zu 60 % Kalk, aber auch 12 % Schwefelverbindungen. Der Uebergang von Schwefel in das Bad stammt also aus dieser Brikettasche; sie wurde nach dieser Feststellung durch Kalkstaub ersetzt. In den Linien der Proben I ist der Durchschnittsgehalt zweier zu Beginn und zu Ende des Füllens aus der großen Pfanne genommenen Löffelproben eingetragen. Die Linien von Probe II zeigen, wie schnell die zugesetzten Kohlenstoff-, Silizium- und Manganmengen sich durch die ganze Höhe der Pfanne ausgleichen. Die Linien von Probe III sind nach der Ueberführung der Pfanne in die Stahlgießerei aufgenommen. Das Silizium zeigt Gehaltsschwankungen in der Linie von 11.02 h nur in Probe 5, d. h. in 20 bis 30 cm über dem Boden, also an der Stelle der Zugabe, und nach der Pfannenbeförderung in der Linie von 11.08 h am Boden und in 45 cm Höhe. Das Silizium ist aber im Durchschnitt nur noch mit 0,045 und 0,043 % vorhanden, also fast in der ganzen Menge zur Desoxydation verbraucht worden.

#### 6. Ungleichmäßigkeiten in der Zusammensetzung der flüssigen Schlacke.

Im Abschnitt 4, in dem von den Desoxydationsvorgängen mit Ferromangan die Rede war, wurde festgestellt, daß die Manganbilanz nicht stimmte. Betrachtet man nun die Zusammensetzung der Schlackenproben II und III in

Zahlentafel 4.

Beobachtungen über Aenderung der Schlacken-zusammensetzung innerhalb kurzer Zeiten.

Bestandteile	Zusammensetzung in %				Unterschied in %		
	Schlacke I A <sup>1)</sup>	Schlacke II A <sup>1)</sup>	Schlacke I B <sup>2)</sup>	Schlacke II B <sup>2)</sup>	in Schlacke II A gegen I A	in Schlacke II B gegen I B	in Schlacke III gegen II <sup>3)</sup>
SiO <sub>2</sub>	15,22	13,86	20,48	19,84	- 9,0	- 3	- 0,6
FeO	16,20	18,40	10,80	10,80	—	—	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,57	1,57	2,43	2,14	—	—	—
Fe	15,10	15,40	10,10	9,90	+ 2,0	- 2	- 0,9
MnO	20,14	23,24	14,25	14,07	—	—	—
Mn	15,58	17,98	11,04	10,90	+ 15,4	- 1,3	+ 3,8
CaO	31,49	27,60	36,90	36,90	- 12,3	+ 0	+ 6,4
CaF <sub>2</sub>	3,57	3,28	—	—	—	8,0	—
MgO	6,08	8,44	10,79	12,09	+ 38,8	+ 12	- 22,2
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,75	0,66	2,02	2,04	- 12,0	+ 1	+ 6,0
SO <sub>3</sub>	0,33	0,28	0,54	0,49	- 15,0	- 9	+ 16,0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,98	0,96	1,47	1,37	- 2,0	- 7	- 11,4

<sup>1)</sup> Mit Ferromanganzusatz zum Bad.

<sup>2)</sup> Ohne Ferromanganzusatz.

<sup>3)</sup> Aus Zahlentafel 2.

*Zahlentafel 3*, die beide aus der Mitteltür des Ofens geschöpft sind, so stellt man große Unterschiede in den Gehalten an Kalk und Magnesia fest. Es fehlen ferner in den Proben IV gegen I, wie früher gezeigt, erhebliche Manganmengen, während der Eisengehalt mit 10,07 gegen 9,98 % in Probe II und III kaum einen Unterschied aufweist. Es drängt sich der Gedanke auf, daß innerhalb der flüssigen Schlacke starke Seigerungen eingetreten sind, daß ähnlich dem stark geänderten Magnesiagehalt es auch Schlackenstellen gibt, in denen der Mangangehalt angereichert sein kann. Die im Ferromangan zugesetzte Menge Mangan muß sich in Bad und Schlacke unbedingt wiederfinden; treten aber starke Manganseigerungen in der Schlacke auf, so enthält eine Schöpfprobe nie den mittleren Mangangehalt der gesamten Schlackenmenge.

Um diese Verhältnisse zu prüfen, wurden beim Auslaufen der Schlacke durch die Schlackenrinne von einigen Schmelzungen Proben der zuerst und der zuletzt erscheinenden Schlacke gezogen. Bei einer Schmelzung, der 200 kg Ferromangan zugesetzt waren, ergab sich in

Schlacke I . . . 11,60 % Fe 13,80 % Mn

Schlacke II . . . 11,60 % Fe 14,64 % Mn

bei einem zweiten Versuch, bei Zusatz von 450 kg Ferromangan zu einer sehr weich eingelaufenen Schmelzung, deren Schlacke infolgedessen sehr reich an Eisen- und Manganoxydul war, in

Schlacke I . . . 15,10 % Fe 15,58 % Mn

Schlacke II . . . 15,40 % Fe 17,98 % Mn

Während der Eisengehalt nur wenig schwankt, zeigen sich bei beiden Versuchen im Mangangehalt erhebliche Unterschiede, und man erkennt deutlich, weshalb eine Manganbilanz nach Zusatz von Ferromangan nicht stimmen kann. Das Mangan ist in der Schlacke vollkommen ungleichmäßig verteilt.

Von den Schlacken des letztgenannten Versuchs wurden nun Vollanalysen angefertigt, die in *Zahlentafel 4* unter Schlacke IA und IIA angegeben sind. Die großen Unterschiede im Kalk- und Magnesiagehalt, die die Schlacken des Desoxydationsversuchs aufwiesen, treten auch hier wieder auf, die Mangangehalte sind stark unterschiedlich, dagegen zeigt der Eisengehalt nur ganz unwesentliche Schwankungen. Weitaus am stärksten streut der Magnesiagehalt; in einem Falle konnten aus derselben Schlacke

nach Ferromanganzusatz Proben geschöpft werden, in denen der Magnesiumgehalt von 12 zu 6 %, also um 100 %, schwankte.

Bekanntlich wird die Siemens-Martin-Schlacke nach Zusatz größerer Ferromanganmengen meist recht dickflüssig. C. Dichmann<sup>8)</sup> sagt darüber, daß dies auf Bildung von Manganoxyduloxyd zurückgeführt werde, eines Körpers, der in der Schlacke unlöslich und daher in ihr nur suspendiert enthalten ist. Ist das wirklich der Fall, so ist seine ungleichmäßige Verteilung erklärlich, und es ist weiter denkbar, daß die durch Ferromanganzusatz hervorgerufene Dickflüssigkeit der Schlacke die weiteren Seigerungen zur Folge hat und diese sich bei Magnesia besonders stark auswirken, da Magnesia ein sehr strengflüssiger Körper ist. Es war nun zu vermuten, daß Schlacken ohne Zusatz von Ferromangan eine gleichmäßigere Zusammensetzung zeigten. Da, wie früher bereits erwähnt, bei reichlicher Verwendung von Stahleisen in Geisweid viele Schmelzungen ohne Desoxydation durch Ferromangan abgestochen werden können, wurden beim Abstechen einer solchen Schmelzung ebenfalls zwei Schlackenproben I B und II B aus der Abstichrinne gezogen, deren Zusammensetzung in *Zahlentafel 4* angegeben ist. Man sieht die Vermutung, daß der Ferromanganzusatz Ursache für das Entstehen starker Gehaltsunterschiede ist, durchaus bestätigt. Der Manganunterschied ist ohne Ferromanganzusatz nur noch sehr gering, der Kalkgehalt ist gleichgeblieben, nur die Magnesiumgehalte zeigen immer noch einen nennenswerten Unterschied, aber auch diese haben gegen die früheren Beispiele stark abgenommen.

<sup>8)</sup> Der basische Herdofenprozeß, 2. Aufl. (Berlin: J. Springer 1920) S. 165.

An den Bericht schloß sich folgende Erörterung an.

W. Alberts, Duisburg-Ruhrort: Ganz unabhängig und fast gleichzeitig habe ich versucht, der gleichen Anregung folgend, allerdings im Rahmen einer anderen Arbeit, die Verhältnisse beim Talbot-Verfahren zu untersuchen. Die Probenahme erfolgte in der Weise, daß über ein eisernes Rohr Stopfenrohre gezogen wurden; beide waren mit Einfluß- und Druckausgleichöffnungen versehen. Wärmte man diese Apparatur an, so war es möglich, sie in das Bad einzutauchen, sie längere Zeit, etwa 2 bis 3 min, darin zu lassen, ohne daß die Steine abgesprungen wären. Es wurde dadurch ermöglicht, im Abstände von 200 zu 200 mm mit einmahl drei Proben zu nehmen. Die Anzahl der Proben unterscheidet sich also wesentlich von der bei dem von Herrn Schleicher geübten Verfahren. Ich gebe nun zu bedenken, daß die Zeit der Probenahme im letzten Falle sehr gering ist. Infolgedessen konnte sich keine starke Metallkruste ansetzen, und wenn man weiter bedenkt, daß beim Herausziehen der Probenstange sich Metallteile aller Schichten ansetzen mußten, so erscheint die Probenahme vielleicht nicht ganz einwandfrei zu sein. So vorteilhaft an sich die Entnahme von Proben in jeder Schicht ist, so müßte doch ein Verfahren gefunden werden, das uns in die Lage versetzt, ganz erheblich stärkere Proben aus dem Bad herauszuholen, bei denen die Oberfläche weitgehend gesäubert werden kann.

Bei dem von mir angewandten Verfahren ist für das Talbot-Verfahren das Ergebnis jedenfalls so, daß Kohlenstoff- und Manganlinien einen ruhigen Verlauf zeigen, dagegen der Schwefel ebenso sprunghaft auftritt, wie es Herr Schleicher mitgeteilt hat. Dagegen hat der Phosphorgehalt diese Sprünge nicht mitgemacht. Ebenso konnte ich den überraschend schnellen Verlauf der chemischen Reaktion feststellen. Eine volle Stunde vor Erreichung der notwendigen Gießtemperaturen konnte man die chemischen Vorgänge als beendet betrachten. Dieser Verlust von einer Stunde ist aber leider mit den heute zur Verfügung stehenden Mitteln nicht einzuholen, es sei denn, daß die Wärmeübertragung wesentlich verstärkt werden könnte, ohne daß die Oefen leiden; oder aber die feuerfeste Steinindustrie müßte uns einen Stein herstellen, der weit höheren Temperaturen gewachsen ist. Mit dem Vortragenden gehe ich dahin einig, daß die Badtiefe keinen Einfluß auf die Frischgeschwindigkeit hat, wohl aber auf die Wärmeübertragung.

Schwefel- und Phosphorgehalt zeigen verhältnismäßig auch noch ziemliche Schwankungen, da aber ihre Menge an sich sehr niedrig ist, wirken sich kleine Unterschiede, die unter Umständen in den Analysenfehlergrenzen liegen, prozentual schon sehr stark aus.

Die Schlackenuntersuchungen zeigen deutlich, daß man mit Schlüssen aus Stoffbilanzen auf Grund einer aus dem Ofen gezogenen Schlackenprobe namentlich nach Zusatz von Ferromangan sehr vorsichtig sein muß. Als Abschluß der vorgenommenen Untersuchungen soll noch besonders betont werden, daß sie in manchen Punkten Ergebnisse gehabt haben, die nicht ohne weiteres verallgemeinert werden sollen. Die für die vorliegenden Verhältnisse gemachten Feststellungen sollen vielmehr als Grundlagen für weitere Forschungen auch andernorts betrachtet werden.

#### Zusammenfassung.

Durch Eintauchen von Stahlstangen, die mit Bleiblech umhüllt waren, in das Bad von Siemens-Martin-Schmelzungen wurden Proben aus jeder beliebigen Stelle der Badtiefe erhalten. Es gelang so, die Vorgänge im Stahlbad in unterschiedlichen Tiefen zu verfolgen. Es konnte festgestellt werden, daß zum Teil nennenswerte Gehaltsunterschiede bestehen, die bei Phosphor und Schwefel die größten Sprünge aufweisen, während Kupfer vollkommen gleichmäßig gelöst ist. Es konnte weiterhin festgestellt werden, daß sich chemische Vorgänge zwischen Schlacke und Bad sehr schnell von der Badoberfläche bis auf Herdsohle auswirken. Auch die Schlacken zeigen Gehaltsunterschiede, die nach Ferromanganzusatz sehr groß werden. Dabei zeigen die Magnesiumgehalte ganz besonders starke Schwankungen.

Die Untersuchung über stückige und feine Frischmittel haben mich von der Richtigkeit für das Schrottverfahren überzeugt. Beim Talbot-Verfahren ist jedoch die Schlackenmenge fast doppelt so groß wie beim Schrottverfahren; daher möchte ich dem Erz mit höherem Stückgewicht hierfür weiter den Vorzug geben.

In der von mir erwähnten, im Entstehen begriffenen Arbeit habe ich die verschiedenen Desoxydationsmöglichkeiten mit Ferromangan untersucht. Ich kann so viel mitteilen, daß die Desoxydation in der Pfanne mit festem Ferromangan nur für weichen Flußstahl in Frage kommt (bei härteren Stahlsorten ist die Manganverteilung sehr schlecht), und ferner, daß die Desoxydation mit flüssigem Ferromangan zwar den höchsten Manganverbrauch aufweist, aber rd. 87 % des Sauerstoffs aus dem Stahl entfernt, gegenüber 46 % bei der Zugabe von festem Ferromangan in der Pfanne.

K. Daeves, Düsseldorf: Ich schließe mich den von Herrn Alberts genannten Bedenken wegen der Probenahme, wie sie von Herrn Schleicher getätigt wurde, an. Ich vermute auf Grund anderer Untersuchungen, daß die Schicht, die sich auf dem Probstab bildet, einen Durchschnitt von allen möglichen Schichten gibt und daher sehr gleichmäßig sein, aber kein Bild über die wirkliche Verteilung geben wird. Besonders darf ich darauf hinweisen, daß die Beobachtungen über die rasche Wirksamkeit des Ferromangans jedenfalls auf andere Verfahren nur mit größter Vorsicht zu übertragen sind. Wir haben wiederholt festgestellt, daß das zugesetzte Ferromangan, selbst wenn der Ofen seine höchste Temperatur hatte, in den verschiedenen Schichten bei Entnahme von Löffelproben oben und unten noch lange Zeit außerordentlich ungleich verteilt ist, und daß es etwa 20 min dauert, ehe man eine gleichmäßige Manganverteilung hat. Dagegen scheinen die Frischvorgänge sich rascher durch das Bad auszugleichen, so daß wesentliche Unterschiede in Abhängigkeit von der Badtiefe nicht vorhanden sind.

C. Schwarz, Hamborn-Bruckhausen: Auch wir haben in Hamborn gelegentlich einer noch nicht veröffentlichten Untersuchung festgestellt, daß der Sauerstoffgehalt des Stahles unmittelbar nach dem Ferromanganzusatz steigt. Woher das kommt, ist nicht ganz klar. Möglicherweise rührt es daher, daß die Proben vor dem Manganzusatz besser auskochen. Dies ist auf alle Fälle mit einem Sauerstoffverlust verknüpft. Nach dem Manganzusatz

wird der Stahl dick und kocht schlechter. Wenn das bei der Desoxydation entstandene Manganoxydul dann noch keine Zeit gehabt hat sich abzusondern, so wird es in Form von Einschlüssen im Stahl zurückbleiben und bei der Sauerstoffbestimmung reduziert werden. Dies könnte eine Erklärung für den scheinbar höheren Sauerstoffgehalt zu diesem Zeitpunkt sein. Doch ist die Frage auf alle Fälle noch genauer zu untersuchen.

Was die Desoxydation mit kaltem Ferromangan in der Pfanne betrifft, so möchte ich auch aus meiner Praxis bestätigen, daß diese Arbeitsweise leicht zu harten Stellen, vor allem im beruhigten Stahl, führen kann. Diese harten Stellen erweisen sich bei näherer Untersuchung als Mangananreicherungen.

Zum Schluß möchte ich noch Ergebnisse einer Untersuchung über die Gleichmäßigkeit des Stahles in der Pfanne mitteilen. Beim Guß aus einer 90-t-Pfanne werden bei uns jedesmal drei Gespanne zu 26,4 t und der Rest in Einzelblöcke vergossen. Nach jedem Gespann und nach jedem Einzelblock wurden Proben genommen. Die Ergebnisse finden Sie in der folgenden Zusammenstellung. Die in der zweiten Spalte vermerkte Tonnenangabe zeigt, wieviel Tonnen Stahl bis zum Augenblick der Probennahme die Pfanne verlassen hatten.

Nach dem

1. Gespann = 26,4 t	0,335 % C	0,036 % P	0,79 % Mn	0,033 % S	0,18 % Si
2. Gespann = 52,8 t	0,335 % C	0,040 % P	0,77 % Mn	0,031 % S	0,18 % Si
3. Gespann = 79,2 t	0,320 % C	0,042 % P	0,78 % Mn	0,029 % S	0,17 % Si
1. Bestblock = 82,5 t	0,325 % C	0,044 % P	0,77 % Mn	0,030 % S	0,17 % Si
2. Bestblock = 85,8 t	0,335 % C	0,044 % P	0,79 % Mn	0,029 % S	0,17 % Si
3. Bestblock = 89,1 t	0,335 % C	0,046 % P	0,79 % Mn	0,029 % S	0,16 % Si
4. Bestblock = 92,4 t	0,330 % C	0,046 % P	0,78 % Mn	0,029 % S	0,16 % Si

dann wurde noch ein Stummel von 500 kg gegossen.

Guß Nr. 01920.

Nach dem

1. Gespann = 26,4 t	0,350 % C	0,018 % P	0,70 % Mn	0,030 % S	0,18 % Si
2. Gespann = 79,2 t	0,355 % C	0,020 % P	0,72 % Mn	0,031 % S	0,17 % Si
1. Bestblock = 82,5 t	0,350 % C	0,019 % P	0,70 % Mn	0,030 % S	0,16 % Si

dann wurde noch ein Stummel von 1800 kg gegossen.

E. Killing, Bobrek (O.-S.): Mir ist besonders die Untersuchung über die Stückigkeit des Erzes aufgefallen. Die dabei herausgekommenen Ergebnisse widersprechen eigentlich unseren Erfahrungen. Wir haben immer festgestellt, daß, sobald das Erz feiner wird, der Erzverbrauch bei demselben Roheisenzusatz steigt. Ich kann mir nicht denken, daß dieser Mehrverbrauch des Erzes nur etwa mit dem Flugstaub zusammenhängt, der im Augenblick des Zugebens aus dem Ofen abgezogen wird. Ich möchte fragen, ob sich die Untersuchung auf mehrere Versuche oder nur einen erstreckt. (Zuruf: Auf mehrere.)

W. Goldbeck, Thale a. Harz: Mit dem Zusatz von Ferromangan in die Pfanne habe ich in den letzten Jahren viele Versuche gemacht, und zwar sowohl beim Thomas- als auch Siemens-Martin-Stahl. Hierbei habe ich festgestellt, daß Ungleichmäßigkeiten der Schmelzungen durch den Zusatz von festem Ferromangan in die Pfanne bedingt sind. Ich schließe ausdrücklich den Zusatz von flüssigem Ferromangan, mit dem ich auch viele Versuche gemacht habe, aus. Es sieht wiederholt bei vielen Analyseergebnissen scheinbar so aus, als ob dies nicht der Fall wäre, aber wenn man Hunderte von Versuchen nebeneinander durchgeführt, die Schmelzungen selbst genau verfolgt und die Ergebnisse ausgearbeitet hat, so stellt sich dies doch heraus. Ich möchte betonen, daß es eine Gefahr bedeutet, auf diese Weise eine ungleichmäßige Schmelzung in Gütebeziehung herzustellen.

Ich will bei dieser Gelegenheit an eine Stahlwerksausschuß-Sitzung vor etwa zehn Jahren erinnern, in der gelegentlich eines Berichtes über die Desoxydationsbedingungen Herr Neu ungefähr ausführte, daß die Bedingungen einer vollständigen Oxydation bei Ferromanganzusatz wie folgt lauten:

1. Ein entsprechendes, nicht zu flaches Bad.
2. Die Zeitdauer der Einwirkung des Oxydationsmittels.
3. Die Temperatur des Bades.

Wenn ich diese Richtlinien vergleiche, so möchte ich anführen, daß beim Desoxydieren des flüssigen Stahles mit festem Ferromangan in der Pfanne die dritte Bedingung, die Temperatur, nicht berücksichtigt wird. Beim Auslauf der Schmelzung mag die Temperatur wohl hoch sein. Es tritt durch den Auslauf selbst immer eine Abkühlung ein, und diese Abkühlung wird vermehrt durch den Zusatz des festen Mangans und den Aufwand an Wärme beim Schmelzen des Zusatzes. Ich möchte deshalb anfragen, ob irgendwo ähnliche Erfahrungen gemacht worden sind.

E. Herzog, Hamborn-Bruckhausen: Die bisherigen Äußerungen spiegeln die allgemeine Auffassung wider, daß die Desoxydation in der Pfanne sehr gefährlich ist und besser unterlassen wird. Herr Goldbeck hat in diesem Zusammenhang soeben auf die ungleichmäßige Verteilung des Mangans im Stahl hingewiesen, und das dürfte vor allen Dingen bei harten Schmelzungen zu-

treffen. Aber auch bei weichen Schmelzungen ist der Zusatz von Ferromangan in die Pfanne als gefährlich zu bezeichnen, da er in all den Fällen, in denen nicht ein sehr gründliches Ausgarenlassen der Schmelzung im Ofen vorausgegangen ist, schlecht desoxydierten Stahl zur Folge hat. Zur Desoxydation mit Mangan gehört ja nicht nur die Bildung von Manganoxydul, sondern auch die Abscheidung der gebildeten Desoxydationsprodukte, und eine befriedigende Abscheidung kann nur durch Aufkochenlassen im Ofen selbst erfolgen, aber nicht in der Pfanne. Wenn also der Gedanke von Herrn Schleicher, Mangan dadurch zu sparen, daß man es erst in die Pfanne zugebt, zu verwerfen sein dürfte, so möchte ich dafür einen anderen Hinweis seines Berichts um so nachdrücklicher unterstreichen, nämlich den, daß bei der Desoxydation im Ofen die Gefahr der Manganverschwendung sehr groß ist. Hier handelt es sich um eine wirtschaftliche Angelegenheit von erheblicher Bedeutung, und ich glaube, daß wir fast ohne Ausnahme noch viel Mangan werden sparen können, wenn wir auf den Ergebnissen der Schleicherschen Untersuchung weiter aufbauend sorgfältig prüfen, ob nicht ein wesentlicher Teil der Ferromanganzugabe, die wir auch bei manganreichem Einsatz bisher als Desoxydationszusatz glaubten verkehren lassen zu sollen, ohne Nachteil für die Güte des Enderzeugnisses gespart werden kann.

O. von Keil-Eichenthurn, Leoben: Ich möchte nur erwähnen, daß sowohl die theoretische Erkenntnis als auch die praktischen Erfahrungen gezeigt haben, daß die Diffusion von Silizium im flüssigen Bade recht langsam vor sich geht. In Kleinversuchen ist von P. Oberhoffer der Nachweis geführt worden, während in Stahlwerken häufig bei hochsilizierten Schmelzungen zur Vermeidung verschiedenen Siliziumgehaltes bei den einzelnen Blöcken die Schmelzung zur guten Durchmischung nochmals in den Ofen zurückgekippt wird.

Der Vortragende hat auch erwähnt, daß der Sauerstoffgehalt bei der Desoxydation in der Pfanne geringer sei als bei der Desoxydation im Ofen. Ich möchte anfragen, auf wieviel Versuche sich diese Beobachtungen beziehen.

S. Schleicher, Geisweid: Die geäußerten Bedenken gegen die Probennahme, die darin bestehen, daß beim Herausziehen der Stange sich Stahl aus den verschiedenen Badtiefen ansetzt und deshalb die gleichmäßigen Analyseergebnisse erscheinen, teile ich deshalb nicht, weil

1. das Herausziehen in Hundertsteln einer Sekunde erfolgt,
2. der an der kalten Stange angesetzte Stahl an seiner Oberfläche so heiß ist wie das Bad selbst, so daß sich beim Herausziehen nichts mehr ansetzen kann, und
3. wenn sich wirklich ein dünnes Häutchen angesetzt haben sollte, seine Stärke gegenüber der Probenstärke von 2 bis 4 mm, die im übrigen für Analysen vollkommen ausreicht, keine Rolle spielt. Das Häutchen dürfte auch an der Luft oxydieren, und die Oxydschicht wird vor der Analyse entfernt.

Wo ungleichmäßige Gehalte auftreten, sind sie ja auch aus den Analysen deutlich erkennbar. In Abb. 3 zeigt z. B. Probe 4 für Kohlenstoff und Mangan große Gleichmäßigkeit, für Phosphor und Schwefel die stärksten Sprünge. Abb. 2 zeigt starke Gehaltsunterschiede für Kohlenstoff und Mangan nach Zusatz von Spiegeleisen, die 35 bzw. 70 % betragen. In den Abb. 13 und 14 erkennt man deutlich das Einfließen von Phosphor bzw. Schwefel, und schließlich stimmen die Proben nach Neuhauf mit denen mit Bleistange gezogenen überein.

Was die Zugabe von Ferromangan in die Pfanne betrifft, so habe ich für harte Schmelzungen darüber zu wenig Erfahrungen. Für weiche Schmelzungen ist sie jedenfalls ohne Bedenken anwendbar. Wie mir noch in diesen Tagen von einem Augenzeugen gesagt wurde, ist in amerikanischen Stahlwerken jedenfalls vor dem Kriege der Ferromanganzusatz in fester Form nach Erwärmen auf Rotglut nur in die Pfanne erfolgt.

Herrn von Keil kann ich auf seine Frage antworten, daß nur die im Vortrag erwähnten Sauerstoffbestimmungen durchgeführt wurden. Das Schrifttum weist aber viele Beispiele auf, unter anderem die von mir erwähnten Versuche von Oberhoffer und Beutell, bei denen Desoxydation nach Zusatz von Ferromangan im Siemens-Martin-Ofen nicht stattfand.

Was die Anwendung von Stückerz gegenüber Feinerz betrifft, so ist durchaus denkbar, daß die von Herrn Alberts erwähnte, durch größere Schlackenmengen bedingte höhere Schlackenschicht eine Rolle spielt. Wenn dadurch mehr Feinerz in der Schlacke gelöst wird, ist, wie die Versuche gezeigt haben, die direkte Frischwirkung gegenüber der mittelbaren zurückgedrängt.

Zum Schluß möchte ich noch einmal betonen, daß ich es für durchaus wünschenswert halte, daß Stahlwerke, die in der Lage sind, selbst Sauerstoffbestimmungen durchzuführen, in den Fragen über die Desoxydation weitere Versuche zur Klarstellung anstellen.

## Die Bedeutung des Zustandsschaubildes.

Bemerkungen zu dem Aufsatz von K. Honda:  
 „Ueber das Doppelschaubild des Systems Eisen-Kohlenstoff“<sup>1)</sup>.

Von Rudolf Ruer in Aachen.

Das Zustandsschaubild, auch Schmelz- oder Erstarrungs-schaubild genannt, ist eine schaubildliche Darstellung der Gleichgewichtszustände, in denen sich ein chemisches System bei verschiedenen Temperaturen, aber unverändert gehaltenem Druck, meist Atmosphärendruck, befindet. Es sei auf Grund dieser Tatsache das bekannte einfache Zustandsschaubild (Abb. 1) eines Zweistoffsystems mit den Komponenten A und B betrachtet, die völlige Mischbarkeit im flüssigen, keine nachweisbare Mischbarkeit im kristallisierten Zustande zeigen und weder eine polymorphe Umwandlung erleiden noch eine chemische Verbindung miteinander eingehen. AC und BC sind die beiden

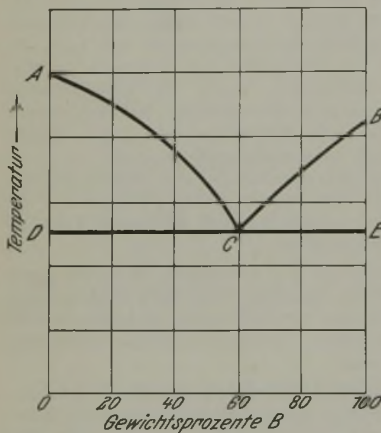


Abbildung 1. Schaubild eines Zweistoffsystems für völlige Mischbarkeit im flüssigen und nicht nachweisbare im festen Zustand.

Aeste der Schmelzkurve, von denen AC die Ausscheidung der A-Kristalle, BC die der B-Kristalle wiedergibt, während DCE die eutektische Waagerechte darstellt. Wenn die Abkühlung einer geschmolzenen Mischung so langsam erfolgt, daß stets Gleichgewicht herrscht, beginnt die Ausscheidung einer Kristallart, je nach der Konzentration von A oder B,

wenn die Temperatur den der Konzentration entsprechenden Punkt der Schmelzkurve erreicht. Die Kristallisation ist beendet, sobald die Temperatur unter die der eutektischen Waagerechten DCE gesunken ist. Umgekehrt muß bei genügend langsamer Erhitzung einer vollständig erstarrten Mischung die Schmelzung bei der Temperatur der eutektischen Waagerechten beginnen und beendet sein, sobald die Temperatur den der betreffenden Konzentration entsprechenden Punkt der Schmelzkurve erreicht hat. Das Zustandsschaubild gibt also die Vorgänge bei der Erstarrung und Schmelzung nur unter der Voraussetzung wieder, daß stets Gleichgewicht besteht, oder, was dasselbe ausdrückt, daß die Vorgänge umkehrbar verlaufen. Bei schneller Abkühlung und Erhitzung können Abweichungen von den durch das Zustandsschaubild wiedergegebenen Verhältnissen eintreten, die als Unterkühlungs- bzw. Ueberhitzungserscheinungen bezeichnet werden.

Aus der Nichtberücksichtigung der im vorstehenden dargelegten Verhältnisse erklärt sich die Forderung von K. Honda, in das Schmelzschaubild des Systems Eisen-Kohlenstoff nur die Zementitlinien aufzunehmen und die Graphitlinien daraus fortzulassen. Die dieser Forderung zugrunde liegende Auffassung wird von ihm seit einer Reihe von Jahren<sup>2)</sup> ver-

treten und ist vor einiger Zeit in einer zusammenfassenden Abhandlung<sup>1)</sup> ausführlich begründet worden. Er glaubt aus den dort angeführten Tatsachen den sicheren Schluß ziehen zu können, daß das sogenannte Doppelschaubild nicht allein unnötig, sondern auch unvernünftig (unreasonable) ist. Das von ihm als das zuverlässigste Eisen-Kohlenstoff-Schaubild angesehen ist in Abb. 2 dargestellt und enthält keine den Graphitgleichgewichten entsprechenden Kurven. Die zwei gestrichelten Linien A<sub>2</sub> bei 790° und A'<sub>2</sub> bei 770° sind also keine Graphitlinien, sondern A<sub>2</sub> soll den kritischen Punkt von reinem Eisen, A'<sub>2</sub> den Punkt darstellen, bei dem der Paramagnetismus des Austenits schnell zu wachsen

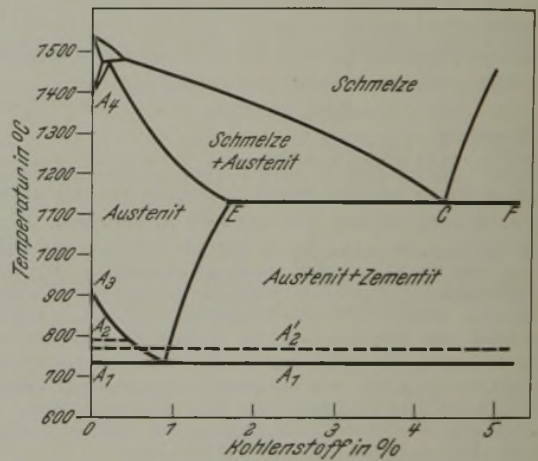


Abbildung 2. Schaubild des Systems Eisen-Kohlenstoff nach Honda.

beginnt. Die durch diese gestrichelten Linien angezeigten Vorgänge sollen nach Honda in homogener Phase vor sich gehen. Die von ihm gegebene Deutung ist jedenfalls noch sehr umstritten. Es ist nicht nötig, an dieser Stelle darauf einzugehen, sondern es genüge die Bemerkung, daß Vorgänge, die in homogener Phase verlaufen, in einem Schmelzschaubild nicht zum Ausdruck kommen, und daß daher diese Linien, wenn Hondas Anschauung richtig wäre, streng genommen nicht in das Schaubild gehörten. Das in Abb. 3 dargestellte, jetzt allgemein angenommene Schmelzschaubild der Eisen-Kohlenstoff-Legierungen ist von mir<sup>3)</sup> aufgestellt. Es ist ein sogenanntes Doppelschaubild und findet sich als Abbildung 11 ohne wesentliche Veränderungen in dem Bericht Nr. 42 des Werkstoffausschusses des Vereins deutscher Eisenhüttenleute, 3. Aufl., betitelt „Das Eisen-Kohlenstoff-Diagramm und die wichtigsten Gefügebestandteile der Kohlenstoffstähle. Nach den Beratungen des Werkstoffausschusses zusammengestellt und gemeinverständlich erläutert von Dr.-Ing. Karl Daevies in Düsseldorf.“ Da, wie schon hervorgehoben, das dort gegebene Schaubild mit dem von mir schon im Jahre 1921 gegebenen in allen wesentlichen Punkten übereinstimmt, in dem betreffenden Bericht sich aber keinerlei Angaben über die Quellen, aus denen geschöpft wurde, finden, so halte ich es für angezeigt, an dieser Stelle außer dem von mir und

<sup>1)</sup> K. Honda: Trans. Am. Soc. Steel Treat. 16 (1929) S. 183/90; St. u. E. 49 (1929) S. 1431.

<sup>2)</sup> K. Honda und H. Endô: Z. anorg. Chem. 154 (1926) S. 238/52; Science Rep. Tohoku Univ. 16 (1927) S. 9/25; St. u. E. 47 (1927) S. 2137.

<sup>3)</sup> Z. anorg. Chem. 117 (1921) S. 249.

F. Goerens<sup>4)</sup> gefundenen versuchsmäßigen Nachweis für die Existenz des Doppelschaubildes auch den weiteren Anteil anzuführen, den ich und meine Mitarbeiter an der jetzigen Gestalt des Schaubildes haben.

Zunächst sind alle mit der  $\delta \rightarrow \gamma$ -Umwandlung im Zusammenhang stehenden Kurven im System Eisen-Kohlenstoff, d. h. AB, AH, NH, NJ und die Waagerechte HJB (Abb. 3) von mir und R. Klesper<sup>5)</sup> gegeben. Diese der  $\delta \rightarrow \gamma$ -Umwandlung entsprechenden Kurven finden sich in keinem der früher aufgestellten Eisen-Kohlenstoff-Schaubilder, da diese Umwandlung bis dahin nicht bekannt war oder zum mindesten als nicht erwiesen angesehen wurde. Die genannten Kurven haben auch nachher, soweit mir bekannt ist, keine Berichtigung erfahren. Mit der oben ausgesprochenen Bemerkung, daß die  $\delta \rightarrow \gamma$ -Umwandlung vor meinen Veröffentlichungen darüber nicht bekannt war oder zum mindesten als nicht erwiesen angesehen wurde, stehen einige Angaben im neueren Schrifttum im Widerspruch. So wird von Oliver C. Ralston<sup>6)</sup> E. J. Ball als Entdecker der  $\delta \rightarrow \gamma$ -Umwandlung angegeben, und die gleiche Angabe findet sich in der im Erscheinen begriffenen 8. Auflage von Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie<sup>7)</sup>. Nun kann Ball nach seinen eigenen Angaben auf keinen Fall als Entdecker der  $\delta \rightarrow \gamma$ -Umwandlung angesprochen werden, denn er berichtet<sup>8)</sup>, daß der von ihm beobachtete Punkt durch Vergrößerung des Kohlenstoffgehaltes von 0,1 auf 0,2 % von etwa 1300° auf etwa 1000° erniedrigt wird, während in Wirklichkeit der  $\delta \rightarrow \gamma$ -Umwandlungspunkt des reinen Eisens durch Kohlezusatz zunächst bis 0,1 % C sehr stark (von 1401 auf 1487°) erhöht und durch weitere Vermehrung des Kohlenstoffgehaltes bis etwa 0,4 % C, bei welcher Konzentration sich aus der Schmelze unmittelbar  $\gamma$ -Kristalle ausscheiden, nicht mehr beeinflußt wird<sup>9)</sup>. Es ist auch heute noch nicht bekannt, welcher Vorgang der Ballschen Beobachtung zugrunde liegt. Mit der  $\delta \rightarrow \gamma$ -Umwandlung ist eine geringe diskontinuierliche Aenderung der Magnetisierbarkeit des Eisens verbunden. Dieser magnetische Effekt wurde zuerst von P. Curie<sup>9)</sup> im Jahre 1895 bei 1280° und dann von P. Weiß und G. Foëx<sup>10)</sup> im Jahre 1911 bei 1395° gefunden, die daraus auf eine polymorphe Umwandlung schlossen. Diese Beobachtungen wurden jedoch nicht als Beweis für eine polymorphe Umwandlung anerkannt. Das ist verständlich, wenn man bedenkt, daß die Aenderung der Magnetisierbarkeit bei der  $\beta \rightarrow \alpha$ -Umwandlung mehrere tausendmal größer ist als die vorerwähnte, und daß man sie auch hier nicht als Beweis für eine polymorphe Umwandlung ansieht. Auf den Abkühlungskurven von kohlenstoffarmem Eisen wurden von einigen Forschern, z. B. von H. Harkort<sup>11)</sup> bei 1380°, von W. Gontermann<sup>12)</sup> bei 1411°, geringe Wärmeeffekte beobachtet, die diese, allerdings mit allem Vorbehalt, auf eine polymorphe Umwandlung zurückführten. Auch diesen Beobachtungen wurde keine Beweiskraft für das Vorhandensein der  $\delta \rightarrow \gamma$ -Umwandlung zuerkannt, vielmehr entgegeng gehalten, daß derartige Effekte durch absor-

bierte Gase, z. B. Wasserstoff bei Elektrolyteisen, hervorgerufen sein könnten, wie schon Roberts Austen bemerkte und A. Müller<sup>13)</sup> an Elektrolyteisen für einen bei 1210° auftretenden Haltepunkt nachwies. Im Jahre 1913 wies ich bei der Untersuchung des Systems Eisen-Kobalt gemeinsam mit K. Kaneko<sup>14)</sup> und bei der Untersuchung des Systems Eisen-Kupfer mit K. Fick<sup>15)</sup> nach, daß in diesen Systemen von einem bei der Konzentration des reinen Eisens bei etwa 1420° liegenden Punkte Umwandlungskurven ausgehen, die den Gesetzen des heterogenen Gleichgewichts für ein Zweistoffsystem entsprechen. Dadurch war der Beweis für das Vorhandensein der  $\delta \rightarrow \gamma$ -Umwandlung erbracht, obgleich auf der Abkühlungskurve des benutzten Eisens mit 0,2 % Verunreinigung die der  $\delta \rightarrow \gamma$ -Umwandlung entsprechende Wärmetönung nur sehr undeutlich zu erkennen war. Der Verlauf der  $\delta \rightarrow \gamma$ -Umwandlungskurven in den Systemen Eisen-Kobalt und Eisen-Kupfer konnte mit völliger Sicherheit ermittelt werden, da der Zusatz von Kobalt und Kupfer nicht nur die entsprechenden Wärmeeffekte verstärkte, sondern auch eine Neigung zu Unter-

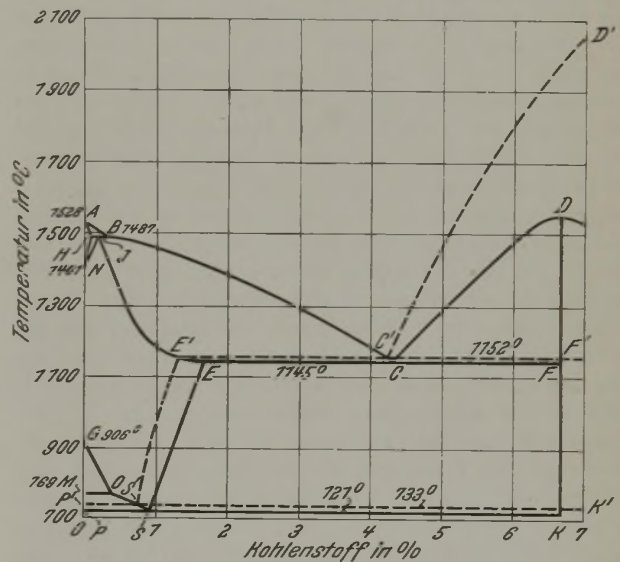


Abbildung 3.

Schaubild des Systems Eisen-Kohlenstoff nach Ruer.

kühlungen hervorrief, infolge deren auf den Abkühlungskurven bisweilen ein Wiederansteigen der Temperatur eintrat. Die Versuche wurden gemeinsam mit Klesper<sup>5)</sup> unter Benutzung eines fast vollkommenen reinen Elektrolyteisens mit im wesentlichen denselben Ergebnissen wiederholt. Dabei zeigte sich, daß das reine Elektrolyteisen im Gegensatz zu dem früher benutzten nicht so reinen Eisen auf den Abkühlungs- und Erhitzungskurven die  $\delta \rightarrow \gamma$ -Umwandlung durch einen sehr deutlichen Haltepunkt bei 1401° anzeigte. Mit diesem Elektrolyteisen wurde auch der Einfluß des Kohlenstoffs und Siliziums auf die  $\delta \rightarrow \gamma$ -Umwandlung des reinen Eisens untersucht<sup>5)</sup>. Ich glaube daher für mich und meine Mitarbeiter in Anspruch nehmen zu können, die  $\delta \rightarrow \gamma$ -Umwandlung des Eisens zuerst nachgewiesen zu haben. Der Beweis für die Berechtigung dieses Anspruches ergibt sich auch daraus, daß erst nach dem Erscheinen unserer Veröffentlichungen auch andere Forscher begannen, den Verlauf dieser Umwandlung in den Legierungen des Eisens mit anderen Elementen zu untersuchen, so zunächst G. Hannesen<sup>16)</sup> im System Eisen-Bor und G. Rümelin

<sup>4)</sup> R. Ruer und F. Goerens: *Ferrum* 14 (1916/17) S. 161; *St. u. E.* 38 (1918) S. 422/6; R. Ruer: *Z. anorg. Chem.* 117 (1921) S. 279.

<sup>5)</sup> *Ferrum* 11 (1913/14) S. 257/61; *St. u. E.* 34 (1914) S. 1716.

<sup>6)</sup> *Bull. Bur. Mines* Nr. 296 (1929) S. 155.

<sup>7)</sup> Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie, 8. Aufl. (Berlin: Verlag Chemie 1929/30) System Nr. 59, Teil A, S. 246.

<sup>8)</sup> E. J. Ball: *J. Iron Steel Inst.* (1891) S. 103.

<sup>9)</sup> *Ann. Chem. Phys.* [7] 5 (1895) S. 382.

<sup>10)</sup> *Archives des Sciences Phys. et Naturelles* [4] 31 (1911) S. 99.

<sup>11)</sup> *Metallurgie* 4 (1907) S. 646.

<sup>12)</sup> *Z. anorg. Chem.* 59 (1908) S. 378.

<sup>13)</sup> *Metallurgie* 6 (1909) S. 157.

<sup>14)</sup> *Ferrum* 11 (1913/14) S. 33/9.

<sup>15)</sup> *Ferrum* 11 (1913/14) S. 39/51.

<sup>16)</sup> *Z. anorg. Chem.* 89 (1914) S. 257.

und K. Fick<sup>17)</sup> im System Eisen-Mangan und bald darauf auch manche andere.

Des weiteren sind die in dem Schaubild *Abb. 3* gestrichelt gezeichneten Kurven, die ausschließlich dem stabilen Eisen-Kohlenstoff-System (Graphitsystem) angehören, von mir und meinen Mitarbeitern ermittelt worden. Es sind dies die Kurven E'S<sup>18)</sup> der Löslichkeit des Graphits in festem Eisen, C'D<sup>19)</sup> der Löslichkeit des Graphits in geschmolzenem Eisen, sowie die eutektische Waagerechte E'CF<sup>20)</sup> und die eutektoidische Waagerechte P'S'K<sup>21)</sup>. Daß diese Graphitlinien vorhanden seien und oberhalb der ihnen entsprechenden Zementitlinien liegen müßten, war zwar schon lange vermutet worden, da dies eine unmittelbare Folge der Annahme ist, daß der Zementit bei allen Temperaturen metastabil sei, also der gleichen Annahme, die zur Aufstellung des sogenannten Doppelschaubildes führt. Doch war es bis zu den von mir durchgeführten Untersuchungen nicht gelungen, diese Linien versuchsmäßig nachzuweisen und ihre Lage gegenüber den entsprechenden Kurven des metastabilen Zementitgleichgewichts zu bestimmen. Also war auch bis dahin ein unmittelbarer versuchsmäßiger Beweis für das Doppelschaubild nicht erbracht worden. Dieser Beweis wurde erstmalig durch die von mir gemeinsam mit F. Goerens durchgeführte Untersuchung erbracht. Wir fanden durch Beobachtung des Verhaltens des Zementiteutektikums bei wiederholter Schmelzung und Erstarrung, daß bei den ersten Schmelzversuchen auf den Erhitzungskurven zunächst ein Haltepunkt bei 1146° auftrat, und daß bei den späteren Schmelzversuchen daneben ein solcher bei 1153° beobachtet wurde, der sich auf Kosten des ersteren immer mehr verstärkte, bis er schließlich allein vorhanden war. Durch Untersuchung des Gefüges wurde nachgewiesen, daß der erste Haltepunkt der Schmelzung des Zementiteutektikums, der zweite derjenigen des Graphiteutektikums entsprach. Die beiden eutektischen Schmelztemperaturen konnten jede einzeln und auch zusammen auftreten, je nachdem die vorhergehende Erstarrung des Eutektikums nur nach dem Zementit- oder nur nach dem Graphitsystem oder nach beiden Systemen gleichzeitig erfolgt war. Dadurch war der Nachweis zweier voneinander unabhängiger, also zu zwei verschiedenen Systemen gehörender eutektischer Temperaturen erbracht. K. Honda<sup>22)</sup> gibt allerdings an, daß er in Gemeinschaft mit T. Kase diese Versuche nach demselben Verfahren und mit denselben Stoffen wiederholt habe, wie wir es benutzten, daß er aber im allgemeinen meine Ergebnisse nicht bestätigen konnte. Er habe zwar auch in wenigen Fällen auf der Erhitzungskurve einen doppelten Haltepunkt erhalten, jedoch habe der Temperaturunterschied statt 7° nur 3 bis 5° betragen. Diesen Unterschied erklärt er durch die verschiedene Auflösungsgeschwindigkeit des Graphits und Zementits in der Schmelze. Demgegenüber sei zunächst hervorgehoben, daß unsere Versuche von dritter Seite, nämlich von P. Goerens<sup>23)</sup> im Kruppschen Laboratorium unter Anwendung des Doppelgalvanometers wiederholt wurden, mit dem Ergebnis einer „völligen Bestätigung des früheren Befundes“. Die beiden Haltepunkte fand P. Goerens allerdings bei 1142° und 1155°, also den Unterschied im Gegensatz zu Honda größer als bei unseren Versuchen, was er

mit der „bekannten Unsicherheit der Auswertung derartiger Differentialkurven“ erklärt. Angesichts dieser Bestätigung von dritter Seite möchte ich den Herren Honda und Kase nahelegen, ihre Versuche zu wiederholen, in der Hoffnung, daß, statt in einigen Fällen Temperaturunterschiede von 3 bis 5° zu finden, sie regelmäßig solche von 7° finden werden, wie es dem Ergebnis der Versuche von mir und F. Goerens entspricht. Auf jeden Fall ist ihre Meinung, daß es sich um ein Geschwindigkeitsphänomen handelt, nicht haltbar; denn wir waren vorsichtig genug, diesen Fall in Betracht zu ziehen und nachzuweisen, daß es sich hier um Gleichgewichte handelt. Wir haben nämlich ausdrücklich bemerkt<sup>24)</sup>, daß die beobachtete Lage der beiden Haltepunkte auf den Erhitzungskurven, 1146° für den unteren und 1153° für den oberen, nur eine obere Grenze für die wahren, d. h. dem Gleichgewicht entsprechenden Schmelzpunkte des Zementit- und Graphiteutektikums liefert, und daß wir die untere Grenze mit Hilfe von Abkühlungskurven, im ersten Falle eines vollständig weiß erstarrten, im zweiten Falle eines grau erstarrten Regulus ermittelt hatten. Diese unteren Grenzen lagen in beiden Fällen nur 2° unterhalb der erwähnten oberen Grenze, woraus sich als Gleichgewichtstemperaturen 1145° für die Schmelzung und Erstarrung des Zementiteutektikums und 1152° für die des Graphiteutektikums ergaben. Diese Temperaturen sind auch unverändert in das Schaubild des Werkstoffausschusses aufgenommen.

In der gleichen Weise wie bei der eutektischen Waagerechten E'CF gelang es mir<sup>25)</sup>, das Vorhandensein der eutektoidischen Waagerechten P'S'K', welche das dem Perlitgleichgewicht entsprechende vollständige Gleichgewicht zwischen Austenit, Ferrit und Graphit darstellt, mit Hilfe von Erhitzungskurven nachzuweisen und dadurch einen weiteren Beweis für das Doppelschaubild zu erbringen. Die Temperatur dieser Waagerechten wurde zu 12° über der Perlitlinie PSK liegend bestimmt. Nun war die Gleichgewichtstemperatur der Perlitlinie, deren Bestimmung wegen starker Hysteresiserscheinungen früher nicht gelungen war, kurz vorher von mir gemeinsam mit F. Goerens auf neuartige Weise zu  $721^{\circ} \pm 3^{\circ}$  ermittelt worden<sup>26)</sup>, wodurch sich die Temperatur von P'S'K' zu  $733^{\circ} \pm 3^{\circ}$  ergibt. Da dem Ergebnis auch dieser Untersuchung von K. Honda widersprochen wird, so sei bemerkt, daß auch hier eine, wenn auch unbeabsichtigte, Bestätigung von dritter Stelle vorliegt, indem Anson Hayes, H. E. Flanders und E. E. Moore<sup>27)</sup> einige Jahre später bei einem allerdings sehr unreinen Eisen mit 0,95 % Si den gleichen Unterschied zwischen den beiden eutektoidischen Waagerechten fanden. Erwähnt sei noch, daß ich den Schmelzpunkt A (*Abb. 3*) des reinen Eisens gemeinsam mit Klesper<sup>5)</sup> zu 1528° und die Gleichgewichtstemperatur der  $\beta \rightarrow \gamma$ -Umwandlung G, deren Bestimmung wegen starker Hysteresiserscheinungen gleichfalls bis dahin nicht gelungen war, gemeinsam mit F. Goerens<sup>27)</sup> nach dem gleichen Verfahren, das späterhin zur Bestimmung des Perlitgleichgewichtes diente, zu  $906^{\circ} \pm 1^{\circ}$  bestimmte. Auch diese Angaben sind unverändert in das Schaubild des Werkstoffausschusses aufgenommen. Das gleiche gilt für die Konzentration des Eutektikums C, des sogenannten Ledeburitpunktes, den ich in Gemeinschaft mit J. Biren<sup>19)</sup> zu 4,30 % C gegenüber

<sup>17)</sup> Ferrum<sup>12</sup> (1914/15) S. 41/4.

<sup>18)</sup> R. Ruer und N. Iljin: Metallurgie 8 (1911) S. 97.

<sup>19)</sup> R. Ruer und J. Biren: Z. anorg. Chem. 113 (1920) S. 98.

<sup>20)</sup> R. Ruer und F. Goerens: Ferrum 14 (1916/17) S. 161; St. u. E. 38 (1918) S. 422.

<sup>21)</sup> R. Ruer: Z. anorg. Chem. 117 (1921) S. 249.

<sup>22)</sup> Trans. Am. Soc. Steel Treat. 16 (1929) S. 183.

<sup>23)</sup> St. u. E. 45 (1925) S. 137/40.

<sup>24)</sup> R. Ruer und F. Goerens: Ferrum 14 (1916/17) S. 161.

<sup>25)</sup> R. Ruer: Z. anorg. Chem. 117 (1921) S. 249.

<sup>26)</sup> Trans. Am. Soc. Steel Treat. 5 (1924) S. 183/94; vgl. St. u. E. 44 (1924) S. 380; 45 (1925) S. 1311; vgl. auch R. Ruer: St. u. E. 46 (1926) S. 918/20.

<sup>27)</sup> Ferrum 13 (1915/16) S. 1.



dem früher angenommenen Werte von 4,20 % C ermittelte. Dies gilt ferner für die in diesen Punkt einmündende Kurve CD der Löslichkeit des Zementits in geschmolzenem Eisen, deren Verlauf zu bestimmen noch nicht gelungen ist, abgesehen davon, daß sie ein offenes Maximum zeigt, wie ich durch Abschreckversuche nachgewiesen habe<sup>28)</sup>.

Der Ausgangspunkt der Auffassung von Honda war eine Untersuchung von K. Honda und T. Murakami<sup>29)</sup>, aus der sie den Schluß zogen, daß die Ausscheidung des Graphits in reinem Gußeisen nicht unmittelbar aus der Schmelze, sondern (bis zur eutektischen Konzentration) nach erfolgter Erstarrung zwischen 1130 und 1100° erfolgen sollte. Diese Folgerung deckt sich mit der früher von den meisten Metallurgen vertretenen Ansicht, die in der alten Regel, daß das Roheisen immer zuerst weiß erstarrt, ihren Ausdruck gefunden hat. Selbst wenn diese Ansicht richtig wäre, so würde das keinesfalls dazu berechtigen, das Vorhandensein der Graphitlinien im Eisen-Kohlenstoff-Schaubild zu verneinen und sie demgemäß daraus fortzulassen, da die in einem Zustandsschaubild vorhandenen Linien Gleichgewichtszuständen entsprechen, und der Umstand, daß eine Legierung bestimmter Konzentration bei einer bestimmten Temperatur mit Graphit im Gleichgewicht, d. h. gesättigt ist, durchaus nicht zu der Forderung berechtigt, daß sich bei dieser Temperatur aus übersättigten Lösungen Graphit ausscheiden müsse. K. Honda nimmt hier einen Zusammenhang zwischen Erscheinungen an, für die ein solcher erfahrungsgemäß nicht zu bestehen braucht. Dazu kommt noch, daß ich in Gemeinschaft mit F. Goerens<sup>30)</sup> gezeigt habe, daß die Ansicht von K. Honda und den früheren Metallurgen nicht zutrifft, daß vielmehr die Schmelze der Ort der Graphitbildung ist, und daß, solange es sich um reine Eisen-Kohlenstoff-Legierungen handelt, den kristallisierten Phasen, Zementit und Mischkristallen, in bezug auf die Graphitbildung, wenn überhaupt, so höchstens eine ganz untergeordnete Bedeutung zukommt. Mit anderen Worten, der in aus dem Schmelzfluß erstarrten reinen Eisen-Kohlenstoff-Legierungen vorhandene Graphit hat sich zu weitaus dem größten Teile aus dem Schmelzfluß abgeschieden. Das ergibt sich auch daraus, daß man, wie ich gemeinsam mit F. Goerens<sup>30)</sup> nachgewiesen habe, rein weiß erstarrte Eisen-Kohlenstoff-Legierungen mit Kohlenstoffgehalten von 2,5 bis 4 % bis 1143°, also bis dicht an den Schmelzpunkt des Zementit-eutektikums (1145°) erhitzen kann, ohne daß merkliche Graphitausscheidung eintritt. Allerdings war bei dieser Gelegenheit auch beobachtet worden, daß an solchen Stellen, an denen der Regulus mit der ihn umgebenden Stickstoffatmosphäre in Berührung trat, oberflächliche Graphitisierung eintrat, und zwar war die graphitisierte Schicht um so dicker, je höher die Erhitzungstemperatur war. In Übereinstimmung mit dieser Beobachtung zeigte auch reiner Zementit, der in evakuierten zugeschmolzenen Quarzfläschchen 10 min lang einer Temperatur von 1112° ausgesetzt war, schon deutliche Graphitausscheidung; er war, wenn er bis 1132° erhitzt wurde, zu mehr als der Hälfte zersetzt<sup>31)</sup>.

Wir haben also gefunden, daß der Zementit ein verschiedenes Verhalten zeigt, je nachdem er in erstarrten reinen Eisen-Kohlenstoff-Legierungen eingeschlossen ist oder seine Oberfläche freiliegt. Im ersten Falle zersetzt er sich nicht oder doch nur äußerst langsam bei Tempera-

turen bis 1143°, und ein schneller Zerfall tritt erst dann ein, wenn ein Teil der Legierung geschmolzen ist. Im zweiten Falle war schon bei einer Temperatur von 1112° merkliche Zersetzung eingetreten. Es wurde damals von uns auf die Möglichkeit hingewiesen, daß der Zerfall des nicht in Eisen-Kohlenstoff-Legierungen eingeschlossenen Zementits durch einen geringen Sauerstoffgehalt der mit dem Zementit in Berührung kommenden Gase verursacht sein könnte. Da wir jedoch bei unseren Versuchen dadurch, daß wir entweder in einer Stickstoffatmosphäre oder im Vakuum erhitzen, die Anwesenheit von Sauerstoff sehr weitgehend, wenn auch natürlich nicht vollständig ausgeschlossen hatten, so wagten wir nicht, eine bestimmte Entscheidung in dieser Richtung zu treffen. Honda und Murakami<sup>29)</sup> schließen aus ihren Versuchen, daß die Bildung des Graphits nicht auf unmittelbarer Zersetzung des Zementits beruhe, sondern durch die katalytische Wirkung von Gasen wie CO und CO<sub>2</sub> bewirkt werde. Da diese genannten Gase Sauerstoff enthalten, so steht diese Auffassung, wenn sie auch nicht als bewiesen angesehen werden kann und dazu noch die impfende Wirkung etwa vorhandener Graphitkeime gänzlich außer acht läßt, zu den Ergebnissen der Versuche von mir und F. Goerens nicht im Widerspruch. Die abweichende Auffassung Hondas und Murakamis über die Entstehung des Graphits im Roheisen hat ihren Grund darin, daß diese Forscher von der Größenordnung der Zersetzungsgeschwindigkeit des in Eisen-Kohlenstoff-Legierungen eingeschlossenen Zementits, auf die es hier allein ankommt, eine falsche Vorstellung haben. Diese kommt nach den im vorstehenden erwähnten Versuchen von mir und F. Goerens als Graphit liefernder Vorgang gegenüber der Graphitbildung in der flüssigen Phase nicht merklich in Betracht. Es würde hier zu weit führen, eine Widerlegung der weiteren Beweismittel, die Honda zur Stützung seiner Ansicht vorbringt, zu versuchen. Es mag genügen, noch auf einen der von ihm vorgebrachten Gründe hinzuweisen. Er schließt nämlich, daß der Zementit die bei höherer Temperatur stabile Phase sei, weil beim Abschrecken von geschmolzenem Gußeisen Zementit und nicht Graphit entstehe, und daß aus dem gleichen Grunde der Kohlenstoff im geschmolzenen Gußeisen in Form von Zementitmolekeln und nicht von Kohlenstoffatomen vorhanden sei. Dieser Schluß widerspricht der Erfahrung, worauf schon C. Benedicks<sup>32)</sup> hingewiesen hat. W. Ostwald<sup>33)</sup> betont z. B., daß vermöge eines allgemeinen Gesetzes — welches er als Stufengesetz bezeichnet hat — die unbeständigen Formen aus dem flüssigen bzw. dampfförmigen Zustande eher entstehen als die beständigen. Man mag sich zu der Ostwaldschen Stufenregel in ihrer Allgemeingültigkeit stellen wie man will, jedenfalls geht daraus hervor, daß das Auftreten von Zementit in aus dem Schmelzfluß abgeschreckten Eisen-Kohlenstoff-Legierungen kein Beweis dafür ist, daß er bei höherer Temperatur als stabil angesehen werden muß. Es sei übrigens bemerkt, daß die Angabe von Honda, daß aus dem Schmelzfluß abgeschreckte Eisen-Kohlenstoff-Legierungen nur Zementit und keinen Graphit enthalten, nur für Eisen-Kohlenstoff-Legierungen Geltung hat, deren Kohlenstoffgehalt den der eutektischen Konzentration nicht wesentlich übersteigt. Eine Eisen-Kohlenstoff-Legierung mit 6,5 % C, deren Kohlenstoffgehalt beinahe dem des Zementits (6,67 % C) entspricht, konnte selbst bei schroffster Abschreckung nicht völlig graphitfrei erhalten werden<sup>31)</sup>.

<sup>28)</sup> R. Ruer: Z. anorg. Chem. 117 (1921) S. 249.

<sup>29)</sup> Science Rep. Tohoku Univ. 10 (1921) S. 273.<sup>4</sup>

<sup>30)</sup> Ferrum 14 (1916/17) S. 161; Z. angew. Chem. 31 (1918) S. 242.

<sup>31)</sup> R. Ruer: Z. anorg. Chem. 117 (1921) S. 249; siehe Zahlentafel.

<sup>32)</sup> Metallurgie 3 (1906) S. 393.

<sup>33)</sup> Grundriß der allgemeinen Chemie, 5. Aufl. (Dresden und Leipzig: Th. Steinkopff 1917) S. 116 u. 341.

Es soll nunmehr der Nachweis erbracht werden, daß, gleichgültig, ob die Beobachtungen Hondas zutreffen oder nicht, das von ihm vorgeschlagene Schaubild (Abb. 2) die Gleichgewichtszustände für grau erstarrende Eisen-Kohlenstoff-Legierungen, d. h. für solche, in denen gleichzeitig Zementit und Graphit auftreten, nicht oder nicht vollständig wiedergibt. Es seien zu dem Zwecke an der Hand des von Honda gegebenen Schaubildes (Abb. 2) die Vorgänge bei der Abkühlung und Erhitzung einer reinen Eisen-Kohlenstoff-Legierung mit etwa 3 bis höchstens 4,3 % C betrachtet. Zunächst ist ohne weiteres ersichtlich, daß nach dem Schaubild von Honda überhaupt kein Graphit in der erstarrten Schmelze zu erwarten ist, da darin keine Linie auftritt, die seiner Ausscheidung entspricht. (Wir bedürfen vielmehr der von Honda zu seinem Schaubild gegebenen Erläuterung, um zu erfahren, daß der Graphit unterhalb der Temperatur der eutektischen Waagerechten EC, die der Erstarrung des Zementiteutektikums (Ledeburit) entspricht, in dem Temperaturbereich von 1130 bis 1100° durch die katalytische Wirkung von Gasen — CO und CO<sub>2</sub> — auf schon ausgeschiedenen Zementit entstehen soll.) Da nun erfahrungsgemäß eine erstarrte Legierung dieser Zusammensetzung schon bei normaler Abkühlungsgeschwindigkeit Graphit enthält, und zwar um so mehr, je langsamer sie erstarrt ist, so entspricht Hondas Schaubild um so weniger den beobachteten Verhältnissen, je näher sich die Legierung während der Erstarrung dem jeweiligen Gleichgewichtszustande befindet. Es sei nun das Verhalten der grau erstarrten Legierung bei der Erhitzung betrachtet. Wenn die Temperatur diejenige der eutektischen Waagerechten EC erreicht hat, so vereinigt sich der noch vorhandene Zementit mit dem Austenit von der Konzentration E zur eutektischen Schmelze C. Was ist aber aus dem in der erkalteten Legierung vorhanden gewesen Graphit geworden? Das Schaubild von Honda gibt darüber keine Auskunft. Es läßt sich aber von vornherein sagen, daß eine Auflösung des Graphits in der Schmelze gleichzeitig mit der des Zementits bei der Temperatur der eutektischen Waagerechten EC, sofern es sich um Gleichgewichtszustände handelt, nicht stattfinden kann, da dies der Phasenregel widerspricht. Aus diesen Ausführungen ergibt sich daher, daß das Hondasche Erstarrungsschaubild einer Ergänzung bedarf, wenn es den Anforderungen als Gleichgewichtsschaubild genügen und den tatsächlich beobachteten Verhältnissen entsprechen soll. Diese Ergänzung muß verschieden ausfallen, je nachdem man annimmt, daß der Graphit verschwunden oder noch vorhanden ist, wenn die Legierung die Temperatur der Waagerechten EC des Zementiteutektikums (Ledeburit) erreicht hat. Diese Ergänzungsmöglichkeiten sollen hier kurz besprochen werden.

1. Es sei zunächst angenommen, daß in der teilweise geschmolzenen Legierung kein Graphit mehr vorhanden ist, wenn die Temperatur der eutektischen Waagerechten EC erreicht ist. Dafür bestehen theoretisch zwei Möglichkeiten:

a) Die von Honda gegebene Gleichung  $\text{Fe}_3\text{C} \rightarrow 3\text{Fe} + \text{C}$ , die richtiger lautet: Zementit  $\rightarrow$  Graphit + Austenit, könnte auch in der dem Pfeil entgegengesetzten Richtung verlaufen. Wenn das der Fall wäre, d. h. die Möglichkeit bestünde, daß der nach Honda mit sinkender Temperatur von etwa 1130° ab vor sich gehende Zementitzerfall bei Temperaturerhöhung umkehrbar wäre, so müßte, Gleichgewicht vorausgesetzt, der Vorgang in beiden Richtungen nach der Phasenregel bei gleichbleibender Temperatur verlaufen. Es müßte also unterhalb der Waagerechten EC eine zweite auftreten, die dem Stabilitätswechsel des Zementits, der

oberhalb der Temperatur dieser Linie stabil, unterhalb instabil wäre, entspräche. Vom Standpunkte der Lehre vom heterogenen Gleichgewichte wäre gegen eine derartige Vervollständigung des Hondaschen Schaubildes nichts einzuwenden. Es würde im Gegensatz zu dem von Honda vorgeschlagenen auch einer Graphitbildung Rechnung tragen. Vom Standpunkte der Erfahrung ist das Schaubild allerdings schon aus dem Grunde nicht haltbar, weil die Zerfallsgeschwindigkeit des Zementits mit wachsender Temperatur stark ansteigt. Außerdem sind für das Vorhandensein einer wenig unterhalb der Erstarrungstemperatur des Zementiteutektikums liegenden Waagerechten niemals Anzeichen gefunden worden. Das bekannte, von B. Roozeboom<sup>34)</sup> aufgestellte Eisen-Kohlenstoff-Schaubild beruhte zum Teil auf der Annahme eines solchen Stabilitätswechsels zwischen Graphit + Austenit und Zementit, der sich allerdings in umgekehrter Richtung vollziehen sollte; da aber Anzeichen für das Vorhandensein einer diesem Stabilitätswechsel entsprechenden Waagerechten niemals aufgefunden wurden und auch andere Beobachtungen mit dieser Annahme unverträglich waren, so ist man von dieser Auffassung abgekommen.

b) Eine zweite Möglichkeit, daß der Graphit beim Erhitzen der Legierung bei der Temperatur der eutektischen Waagerechten EC aus der Legierung verschwunden wäre, wäre theoretisch dadurch gegeben, daß dieser beim Erhitzen unterhalb dieser Temperatur mit Austenit zu einer metastabilen Schmelze zusammenträte. Auch dieser Vorgang müßte, Gleichgewicht vorausgesetzt, nach der Phasenregel bei gleichbleibender Temperatur verlaufen. In solchem Falle würde innerhalb des beobachteten Temperaturbereichs kein unmittelbarer Uebergang des Systems Graphit + Austenit in das System Zementit + Austenit stattfinden, vielmehr wäre das System Graphit + Austenit bei allen Temperaturen instabil oder metastabil. Wir hätten hier ein sogenanntes Doppelschaubild vor uns, allerdings eines, dessen Stabilitätsverhältnisse wiederum nicht mit der Erfahrung in Einklang stehen. Das kennzeichnende Merkmal eines Doppelschaubildes besteht nämlich darin, daß es die Kristallisation zweier in derselben Legierung auftretender Kristallarten verschiedener Stabilität wiedergibt, zwischen denen in dem dargestellten Temperaturgebiet ein Stabilitätswechsel nicht eintritt. Es ist dabei natürlich gleichgültig, ob die Kristallisation der beiden Kristallarten in dem gleichen Schaubild oder nach dem Vorschlage von H. Le Chatelier<sup>35)</sup> in zwei getrennten Schaubildern dargestellt wird. Auch gegen ein solches auf Grund der erwähnten zweiten Möglichkeit zu einem Doppelschaubild vervollständigtes Schaubild von Honda wäre auf Grund der Lehre vom heterogenen Gleichgewichte nichts einzuwenden. Ebenso würde es dem Auftreten von Graphit Rechnung tragen. Aber auch dieses Schaubild widerspricht, wie schon erwähnt, hinsichtlich seiner Stabilitätsverhältnisse der Erfahrung, da in ihm die Waagerechte des Graphiteutektikums unterhalb der des Zementiteutektikums verlaufen und daher unterkühlten, d. h. instabilen oder metastabilen Zuständen entsprechen würde, während in der Tat der Zementit um so schneller zerfällt, je höher die Temperatur ist.

2. Da die notwendige Ergänzung des von Honda vorgeschlagenen Schaubildes auf Grund der Annahme, daß der Graphit aus der Legierung verschwunden sei, wenn

<sup>34)</sup> Z. phys. Chem. 34 (1900) S. 437.

<sup>35)</sup> Bull. Soc. d'Enc. [5] 6 (1900) S. 661; Contribution à l'étude des alliages (1901) S. 379.

bei der Erhitzung die Temperatur der eutektischen Waagerechten EC erreicht ist, zu Widersprüchen mit der Erfahrung führt, so bleibt als zweite Möglichkeit nur die Annahme übrig, daß noch Graphit in der Legierung vorhanden ist, wenn die Temperatur die der Waagerechten EC überschritten hat. Von der unter 1a) erörterten Möglichkeit eines Stabilitätswechsels des Graphits kann man hier absehen, da nach Ruer und Biren<sup>19)</sup> die Gestalt der Löslichkeitskurve des Graphits C'D' einen solchen äußerst unwahrscheinlich erscheinen läßt. Es bleibt danach als einzige Möglichkeit die übrig, daß der Graphit bei allen Temperaturen stabil, der Zementit metastabil ist. Danach müssen die der Ausscheidung des Graphits entsprechenden Gleichgewichtslinien stets oberhalb der entsprechenden, unterkühlte Zustände darstellenden Zementitlinien verlaufen. Da der Schmelzpunkt des Eisens durch Kohlenstoffzusatz zunächst erniedrigt wird, so muß eine eutektische Waagerechte E'CF', die dem Gleichgewicht Graphit, Schmelze und Austenit entspricht, oberhalb der Waagerechten ECF, die dem Gleichgewicht Zementit, Austenit und Schmelze entspricht, vorhanden sein. Diesen Forderungen entspricht das in Abb. 3 dargestellte Doppelschaubild. Es folgt nicht nur der Lehre vom heterogenen Gleichgewicht, sondern es trägt auch der Graphitausscheidung und den beobachteten Stabilitätsverhältnissen Rechnung. Ein solches Schaubild wurde grundsätzlich zuerst von Le Chatelier<sup>24)</sup> und H. Stansfield<sup>26)</sup> vorgeschlagen. Mit besonderem Nachdruck betonte E. Heyn<sup>27)</sup>, daß der in dem Roozeboomschen Schaubild angenommene Stabilitätswechsel zwischen Austenit + Graphit und Zementit durch keinerlei Beobachtungstatsachen gestützt werde, während das von ihm vorgeschlagene Schaubild, das als Doppelschaubild keinen solchen Stabilitätswechsel annimmt, den beobachteten

Tatsachen weit besser Rechnung trage. Eine dem Heynschen Schaubild anhaftende Unstimmigkeit<sup>28)</sup> wurde in dem von G. Charpy<sup>29)</sup> aufgestellten vermieden. Es ist keinem der vorerwähnten Forscher gelungen, das Vorhandensein auch nur eines einzigen der von dem Doppelschaubild geforderten Linienpaare durch Versuche nachzuweisen und dadurch den unmittelbaren Beweis für die Richtigkeit des Doppelschaubilds zu erbringen. Dies gelang, wie oben erwähnt, für das eutektische Linienpaar ECF und E'CF' Ruer und Goerens<sup>24)</sup> und für das eutektoidische Linienpaar PSK und P'S'K' Ruer<sup>25)</sup>, wobei gleichzeitig die genaue Lage dieser Doppellinien ermittelt wurde.

#### Zusammenfassung.

Die Forderung Hondas, das Doppelschaubild des Systems Eisen-Kohlenstoff durch Fortlassung der Graphitlinien in ein einfaches zu verwandeln, geht aus von einer Auffassung über die Entstehung des Graphits, die durch Versuche widerlegt ist. Abgesehen davon ist das von ihm vorgeschlagene Schaubild auch mit der Bedeutung des Schmelzschaubildes als Gleichgewichtsschaubild nicht in Einklang zu bringen. Das Hondasche Schaubild bedarf, um den an ein Gleichgewichtsschaubild zu stellenden Anforderungen zu entsprechen, dahingehend einer Vervollständigung, daß es auch den Graphitgleichgewichten Rechnung trägt. Es wurde untersucht, wie dies erreicht werden kann. Dabei ergab sich, daß dies auf Grund der Lehre vom heterogenen Gleichgewicht und der Erfahrung nur in der Weise möglich ist, daß man es durch Wiederzeichnung der Graphitlinien oberhalb der entsprechenden Zementitlinien zu dem jetzt gebräuchlichen Doppelschaubild ergänzt.

<sup>28)</sup> R. Ruer: Metallographie in elementarer Darstellung, 1. Aufl. (Hamburg und Leipzig: Leopold Voss 1907) S. 218; 2. Aufl. (1922) S. 226.

<sup>29)</sup> Comptes rendus 141 (1905) S. 948.

<sup>24)</sup> J. Iron Steel Inst. 58 (1900) S. 317.

<sup>27)</sup> Z. Elektrochem. 10 (1904) S. 491.

## Kostenrechnung auf Zeitgrundlage.

[Mitteilung aus dem Ausschuß für Betriebswirtschaft des Vereins deutscher Eisenhüttenleute.]

Das Denken in Zeiten hat für die Erkenntnis der Kostenzusammenhänge eines Betriebes große Vorteile.

In einer Arbeit von K. Rummel<sup>1)</sup> wird empfohlen, an Stelle der üblichen Zerteilung der Kosten in proportionale und feste, in der Vor- und Nachrechnung auch diejenigen wichtigen Kosten zu bestimmen, die anderen Zeiten als der Kalenderzeit verhältnismäßig sind. Eine Bestimmung derjenigen Kosten z. B., die nur der Einrichtezeit proportional sind, ermöglicht eine Ausschaltung des Einflusses der wechselnden Größen der Aufträge bei Reihen- und Sortenfertigung; möglich ist ferner auf diesem Wege die Heraushebung des kostenmäßigen Einflusses der Betriebsstörungen sowie beliebiger anderer Einwirkungen. Der Einfluß des Beschäftigungsgrades ist klar erkennbar.

Eine wichtige Form der Mehrteilung der Kosten ist die Dreiteilung in Fertigungszeit, Betriebsschichtenzeit und Kalenderzeit. Die Aufteilung der Kosten auf die verschiedenen Zeiten ist einfach und führt von selbst zur Plankostenrechnung, da die verschiedenen Zeiten und ihre Proportionalitäts-Festwerte zu vorgebbaren Betriebskennzahlen werden. In der Nachrechnung entfällt die Nachrechnung des Stückes (Auftrages usw.), und nur die auf Zeiten bezogenen Kennzahlen werden verglichen. In der

Vorrechnung werden bei folgerichtiger Durchführung des Denkens in Zeiten die Verarbeitungskosten nicht mehr je Stück (allgemein: je Einheit der Erzeugung) bezogen, sondern je Fertigungsstunde, und die Kosten je Stück (Auftrag, Sorte, Reihe) dann aus dem Produkt

$$\frac{\text{Kosten}}{\text{Fertigungsstunden}} \cdot \frac{\text{Fertigungsstunden}}{\text{Stück}}$$

errechnet.

Die Unterschiede zwischen Einzel- und Massenvorrechnung schwinden dann. Die mit diesen Gedanken gegebene Erweiterung der Lehre von den festen und proportionalen Kosten ist geeignet, die bisher bei ihrer Anwendung auftretenden und ihren Wert stark beeinträchtigenden Streuungen der zeichnerischen Darstellungen (z. B. beim Vergleich verschiedener Monate) auf ein annehmbares Maß zu verringern und daher der Durchführung der Kostengliederung nach ihrer Proportionalität auch in der Vorrechnung und Nachrechnung die Wege zu ebnen.

Zugleich werden die Ergebnisse der von Fall zu Fall vorzunehmenden Rechnungen für besondere Zwecke genauer und die Anwendbarkeit der Sonderrechnung zur Bestimmung von Einzeleinflüssen (z. B. der Schichtdauer oder der Rührigkeit der Belegschaft) vervielfacht.

Schließlich ist mit diesen Gedankengängen noch die Verbindung zu den Arbeiten des Zeitstudieningenieurs ge-

<sup>1)</sup> Ber. Betriebsw.-Aussch. V. d. Eisenh. Nr. 41. — Der Bericht ist im vollen Wortlaut erschienen im Arch. Eisenhüttenwes. 3 (1929/30) S. 787/92 (Gr. F: Nr. 26).

Zahlentafel 1. Monatliche Kostenabrechnung auf Zeitgrundlage.

Kosten je min in % der Kosten je Walzminute	Kostenstelle und Kostenart	Auftragsgröße in t												
		1	2	3	4	5	6	8	10	15	25	35	50	
		Betriebselbstkosten je Auftrag in % der Walzkosten												
x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
61,97	Walzwerk:	Einsatz . . . .	123,90	61,9	41,3	30,9	24,7	20,4	15,4	12,3	8,3	4,9	3,5	2,5
100,00		Umbauen . . . .	200,00	100,0	66,5	50,0	40,0	33,3	25,0	20,0	13,5	8,0	5,7	4,0
100,00		Probieren . . . .	100,00	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
		Walzen . . . . .												
		Straßenselbstkosten . . . .	423,90	261,9	207,8	180,9	164,7	153,7	140,4	132,3	121,8	112,9	109,2	106,5
			+ x	+ x	+ x	+ x	+ x	+ x	+ x	+ x	+ x	+ x	+ x	+ x
78,1	Zurichterei:	Einbauen . . . .	9,40	4,70	3,10	2,30	1,90	1,60	1,20	0,94	0,63	0,38	0,27	0,19
78,1		Zurichten . . . .	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56
78,1		Verladen . . . .	13,00	9,80	7,80	7,10	6,50	6,50	6,50	6,50	6,90	8,90	5,20	4,50
		Zurichtereikosten . . . . .	23,96	16,06	12,46	10,96	9,96	9,66	9,26	8,40	8,09	7,14	6,33	5,65
			+ x	+ x	+ x	+ x	+ x	+ x	+ x	+ x	+ x	+ x	+ x	+ x
		Betriebselbstkosten . . . .	447,86	277,96	220,26	191,86	174,66	163,36	149,66	140,70	129,89	120,04	115,53	112,15
			+ x	+ x	+ x	+ x	+ x	+ x	+ x	+ x	+ x	+ x	+ x	+ x

geben; der Begriff der Stückfolgezeit tritt in klarer Auswirkung in den Gang der Vorrechnung ein. Die „Fertigungsstunden je Stück“ sind grundlegend für die „Vorgabezeit“ des Gedingewesens.

\* \* \*

In einer weiteren Arbeit<sup>2)</sup> zeigt R. Ammon die Anwendung der grundsätzlichen Gedankengänge der vorhergehenden Arbeit von K. Rummel in der Praxis. Für die Bedürfnisse eines Profilwalzwerkes ist ein Schema der Kostengliederung in Abhängigkeit von den verschiedenen auftretenden Zeiten und Auftragsgrößen aufgestellt; mit Hilfe dieser Zeiten- und Kostenunterteilung

<sup>2)</sup> Ber. Betriebsw.-Aussch. V. d. Eisenh. Nr. 42. — Der Bericht ist im vollen Wortlaut erschienen im Arch. Eisenhüttenwes. 3 (1929/30) S. 793/6 (Gr. F: Nr. 27).

werden die Kosten je Kalenderstunde, Betriebsstunde, Umbaustunde, Störungsstunde und Walzstunde errechnet, wobei der Einfluß des Betriebsgebarens eindeutig in Mark und Pfennig ersichtlich wird. Die Umrechnung der Stundenkosten auf Sortenkosten (Stückkosten) geschieht ohne Schwierigkeiten gemäß der „Kostenrechnung auf Zeitgrundlage“. Es wird gezeigt, wie die hierzu erforderlichen Zeitwerte durch praktische Gestaltung der Zeitermittlung (Sortenblätter, Anhängerkarten, Zeitenbuchhaltung) für mehr als 1000 verschiedene Profile für den Walzwerksbetrieb und die Zurichterei in einfacher Weise ermittelt werden. Die so gewonnenen Zeitwerte sind — ebenfalls in Abhängigkeit von der Größe des Auftrages — schaubildlich dargestellt. *Zahlentafel 1* zeigt, wie eine solche monatliche Kostengliederung zum Zwecke der Betriebsüberwachung und Sortenrechnung praktisch aussieht.

### Zuschriften an die Schriftleitung.

(Für die in dieser Abteilung erscheinenden Veröffentlichungen übernimmt die Schriftleitung keine Verantwortung.)

#### Ueber den sogenannten weißen Rost auf verzinkten Eisenwaren<sup>1)</sup>.

Vor einigen Jahren wurden vom Verfasser dieser Zeilen Untersuchungen in gleicher Richtung über die Bildung von „weißem Zinkrost“ durchgeführt, die zu denselben Ergebnissen geführt hatten. Die Klagen kamen größtenteils von überseeischen Empfängern (Südamerika) und von den Nordstaaten. Nachdem die Erscheinung als Folge einer Reaktion von Niederschlagswasser auf den Zinküberzug unter gleichzeitiger Einwirkung von Kohlensäure erkannt wurde, war es möglich, durch dichtes Verpacken, besonders mit gut paraffiniertem Packpapier, das Schlimmste zu vermeiden. Ganz verheerend traten die Erscheinungen beim Lagern in geschlossenen Schuppen auf, wo die Ware dem Temperaturwechsel ohne Entlüftung ausgesetzt war. In großen Lageräumen mit gleichmäßiger Temperatur, besonders durch die beim Verladen selbsttätig eintretende Lufterneuerung, traten diese Erscheinungen niemals auf.

Gewisse Beobachtungen, die bei diesen Versuchen gemacht wurden, geben Veranlassung zu einigen Bemerkungen. Es handelt sich hierbei um die Geschwindigkeit dieser Korrosionserscheinungen. Wenn man gut verzinkte Waren dem Angriff von feuchter Luft aussetzt, so wird man bei dichter, porenfreier Verzinkung, je nach den herrschenden Bedingungen, eine gewisse Widerstandsfähigkeit beobachten können. Es dauert oft mehrere Wochen, bis an einzelnen Stellen der Zinküberzug weggefressen wird. Dies entspricht der ziemlich träge verlaufenden chemischen Reaktion, die von dem Lösungsdruck und der Ionenkonzentration abhängig ist. Liegt nun das Eisen an einzelnen Stellen frei, so tritt die Zinkrostbildung in geradezu erschreckendem

Maße auf, so daß in wenigen Tagen vom Zinküberzug nicht viel mehr übrigbleibt. Als Erklärung für diese rasche Zerstörung dürfte die chemische Reaktion allein nicht genügen; hier spielt wohl die elektrochemische Theorie der Lokalelemente, also die Bildung von Lokalströmen, wie in vielen anderen Fällen, eine wesentliche Rolle.

Szopienice, im Mai 1930.

L. Weißmann.

\* \* \*

Die Beobachtungen von Herrn Weißmann über das Auftreten des Zinkrostes dürften durchaus das bestätigen, was in dem erstatteten Bericht als Entstehungsursache angeführt worden ist.

Zweifellos spielt nicht allein der Lösungsdruck des Zinks, sondern auch die in den Lokalelementen Zink-Eisen sich abspielenden elektrochemischen Vorgänge eine wichtige Rolle.

Die Schutzwirkung, die das Zink unter bestimmten Umständen ausübt, kann auf Grund der elektrochemischen Vorgänge nur unter Zinkverbrauch vor sich gehen. Tritt an irgendeiner Stelle das Eisen an die Oberfläche, sei es, daß eine Verletzung vorliegt oder daß der Zinküberzug in Lösung geht, so bilden sich, da Eisen und Zink in leitender Verbindung nebeneinander liegen, bei Benetzung durch Regen, Kondens- oder Seewasser Lokalelemente. Ihre Wirkung hängt im wesentlichen dabei von der Leitfähigkeit der die Elektroden umgebenden Flüssigkeit und ihrem Sauerstoffgehalt ab. Die Auflösung des Zinks wird in diesen Fällen erheblich beschleunigt, ein bekannter Vorgang, der sich auch in der stärkeren Anreicherung des weißen Zinkrostes äußern kann.

Dortmund, im Juni 1930.

E. H. Schulz.

<sup>1)</sup> Ber. Werkstoffaussch. V. d. Eisenh. Nr. 161. St. u. E. 50 (1930) S. 360/2.

## Umschau.

### Ueber die Wirtschaftlichkeit der Erzeugung von Eisenschwamm.

B. Staughton erörtert die Frage der Wirtschaftlichkeit der Verfahren zur Gewinnung von Eisenschwamm<sup>1)</sup>; er gründet seine Ueberlegungen auf drei Fragen:

1. Kann ein Fertigerzeugnis ohne weiteres durch Umschmelzen geschaffen werden, das mit Fertigerzeugnissen, die auf anderem Wege gewonnen wurden, in Wettbewerb treten kann? Diese Frage ist zu verneinen.
2. Kann der Eisenschwamm mit denselben Kosten hergestellt werden, die für Schrott aufzubringen sind? Staughton erinnert an diesen durch Howe bereits 1889 aufgestellten und noch heute gültigen Vergleich.
3. Kann für Eisenschwamm ein höherer Preis als für Schrott erzielt werden? Nach Staughton ist dies meistens nicht der Fall, und diesem Umstande ist es zuzuschreiben, daß die sogenannten „direkten Verfahren“ keinen Eingang in die Technik gefunden haben. In seltenen Fällen, wie beispielsweise in Schweden, wird für Eisenschwamm wegen seiner außerordentlichen Reinheit ein bedeutend höherer Preis bezahlt als für Schrott (Einsatzstoff für elektrische Oefen bei der Erzeugung von Sonderstählen).

Beim wirtschaftlichen Vergleich zwischen Schrott und Eisenschwamm ist neben dem Preis die physikalische Form (Stückart) und die chemische Zusammensetzung zu beachten, wobei im allgemeinen der Schrott im Gegensatz zum Eisenschwamm unreiner und ungleichmäßiger ist. In seinen physikalischen Eigenschaften ist Eisenschwamm im allgemeinen nach Staughton, der besonders die amerikanischen Verhältnisse betrachtet, niedriger zu bewerten, sofern er nicht in brikkettierte Form gebracht ist.

Staughton faßt die Bedingungen, die von einem „direkten Verfahren“ erfüllt sein müssen, um wirtschaftlich zu sein, folgendermaßen zusammen:

Die zur Verfügung stehenden Erze müssen reich sein; sie dürfen nur einen sehr niedrigen Gehalt an Phosphor und Schwefel aufweisen, oder sie müssen sehr billig sein. Der für die Reduktion in Frage kommende Stoff muß sehr schwefelarm sein. Die Durchführung der Reduktion darf nur einen Arbeitsgang umfassen; es muß ein gleichförmiges Erzeugnis geliefert werden. Die Erzeugungstätten für Sonderstahl müssen frachtlich günstig liegen, oder es muß in der betreffenden Gegend ein Mangel an Schrott herrschen.

N. K. G. Tholand<sup>2)</sup> widerspricht der Betrachtungsweise von Staughton, die sich schlechthin auf der Schrottgrundlage aufbaut. Tholand fordert eine getrennte Beurteilung, je nachdem der Eisenschwamm zur Erzeugung von gewöhnlichem Stahl oder Sonderstahl benutzt werden soll. Bei der Verwendung von Eisenschwamm zur Gewinnung von gewöhnlichem Stahl ist die auf Grund des Eisenumlaufs zur Verfügung stehende Schrottmenge zu berücksichtigen<sup>3)</sup>. Neben dem Umstande, daß der Preis für Schrott und Roheisen bei der Beurteilung der Verwertungsmöglichkeit von Eisenschwamm berücksichtigt werden muß, ist zu beachten, daß mit Eisenschwamm unter sonst gleichen Umständen ein besserer Stahl erzielt wird.

Bei der Herstellung von Sonderstahl ist die Güte der Ausgangsstoffe von noch größerer Wichtigkeit. Der für diesen Verwendungszweck für Eisenschwamm zulässige Preis ist weniger vom Preis des Schrotts als von den Eigenschaften, vor allem Reinheit und Gleichmäßigkeit des Eisenschwamms abhängig. Die Schwierigkeiten in der Verwendung von Eisenschwamm im elektrischen Ofen, mit einem spezifischen Gewicht 2 zur Stahlerzeugung sind in den letzten Jahren in den Vereinigten Staaten im wesentlichen überwunden worden (Zusatz bis zu 40 % schwedischen Eisenschwammes). Im Siemens-Martin-Ofen kann nichtgepreßter Eisenschwamm auch ohne wesentliche Oxydation verwendet werden, wenn nur die unmittelbare Berührung mit den Flammgasen durch Ueberdecken mit den übrigen Einsatzstoffen vermieden wird. Gepreßter schwedischer Eisenschwamm (spezifisches Gewicht 6) ist im Siemens-Martin-Ofen bis zu 70 % im Einsatz ohne durch Oxydation bedingte Schwierigkeiten verschmolzen worden.

Eine wesentliche Klärung der Frage der Gewinnung und Verwendung von Eisenschwamm in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht ist nach der für die nächste Zeit in Aussicht stehenden Inbetriebnahme der in Bochum nach dem Edwin-Verfahren arbeitenden Anlage zu erwarten.

R. Durrer.

<sup>1)</sup> Iron Age 125 (1930) S. 790/1.

<sup>2)</sup> Iron Age 125 (1930) S. 850.

<sup>3)</sup> Vgl. S. 850.

### Ein „neuer“ französischer Baustahl.

In der französischen Fach- und Tagespresse<sup>1)</sup>, und von dorthin in amerikanische und englische Fachzeitschriften<sup>2)</sup> übernommen, finden sich Angaben über einen angeblich neuen französischen mit Chrom und Kupfer legierten Baustahl für den Stahlhoch-, Brücken- und Fahrzeugbau, der auf Anregung des Office Technique pour l'Utilisation de l'Acier von acht führenden französischen Hüttenwerken mit einheitlichen Festigkeitseigenschaften hergestellt wird. Die als Richtlinie dienende chemische Zusammensetzung dieses Einheitsstahles wird wie folgt angegeben:

Cr %	Cu %	S %	P %
0,4 bis 0,6	0,3 bis 0,5	höchstens 0,06	höchstens 0,07

Die Gehalte für Kohlenstoff, Silizium und Mangan sind der Entscheidung des herstellenden Werkes überlassen, es müssen jedoch nachstehende Festigkeitseigenschaften erreicht werden:

Zugfestigkeit:	Streckgrenze:	Dehnung:
50 bis 60 kg/mm <sup>2</sup>	mindestens 36 kg/mm <sup>2</sup>	mindestens 22% ( $\delta_{10}$ )

Außer dem Zugversuch wird ein Kaltbiegeversuch vorgeschrieben, wobei eine um einen Dorn gleich der doppelten Probenlänge bis 180° gebogene Probe keine Risse aufweisen darf.

Eine Prüfung dieses Stahles durch das Bureau Veritas ergab folgende Grenzwerte:

Zugfestigkeit:	Streckgrenze:	Dehnung:	Biegeprobe:
54 bis 60 kg/mm <sup>2</sup>	36 bis 41 kg/mm <sup>2</sup>	22 bis 28 %	rißfrei

Weitergehende Angaben über den nach diesen Richtlinien von den Stahlwerken von Pompey (Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries de Pompey) unter dem Namen „Durapso“ hergestellten Baustahl heben die große chemische Gleichmäßigkeit des gegossenen Stahles, seine gute Walzbarkeit, hohe Unempfindlichkeit bei schneller Abkühlung auch dünner Querschnitte und seine guten Eigenschaften bei der Weiterverarbeitung wie Nieten, Ziehen, Pressen, Lochen und Schneiden hervor. Seine gute Verformbarkeit mache ihn besonders geeignet für die Verwendung im Fahrzeugbau. Auch lasse er sich mit gutem Erfolge feuer- und autogenschweißen.

Mit diesen guten mechanischen Eigenschaften verbindet der neue Baustahl einen ausgezeichneten Widerstand gegen atmosphärische und Säurekorrosion. Der Gewichtsverlust in fünfprozentiger Schwefelsäure soll unter gleichen Bedingungen nur  $\frac{1}{12}$  von dem eines gewöhnlichen und etwa die Hälfte von dem eines gekupferten weichen Stahles betragen. Als wesentlichster praktischer Gewinn werden, abgesehen von der erhöhten Lebensdauer, Gewichtersparnisse von 20 bis 30 % angegeben.

\* \* \*

Zunächst fällt auf, daß sich die Festigkeitsbedingungen des französischen Einheitsstahles weitgehend mit den Lieferungsbedingungen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft für den Silizium-Baustahl vom 6. Oktober 1926 und damit auch für den heutigen hochwertigen Baustahl St 52 decken, lediglich die Dehnungsvorschrift liegt für den französischen Stahl um 2 Einheiten höher, was aber vielleicht mit kürzerer Meßlänge der verwendeten Zerreißstäbe zu erklären ist. Darüber hinaus ist aber folgendes festzustellen: Die chemische Zusammensetzung des französischen Baustahles überschneidet sich, so wie sie angegeben wird, im Chromgehalt mit dem von den Vereinigten Stahlwerken, A.-G., vor mehr als zwei Jahren entwickelten Chrom-Kupfer-Stahl (Union-Baustahl), während der Kupfergehalt gerade an die untere Grenze dieses Stahles anschließt<sup>3)</sup>. Nach weiteren Feststellungen enthält der französische Stahl in manchen Fällen auch mehr als 0,5 % Cu und entspricht dann also überhaupt dem genannten Baustahl der Vereinigten Stahlwerke, A.-G. Ferner zeigen die Angaben über die Eigenschaften des französischen Stahles eine geradezu erstaunliche Übereinstimmung mit denen des deutschen Stahles<sup>3)</sup>. Alles das legt den Schluß nahe, daß es sich bei diesem „neuen“ Chrom-Kupfer-Stahl um eine Nachahmung des Union-Baustahles handelt, der im übrigen durch das französische Patent Nr. 671 124 geschützt ist. Zuschriften an die genannten Fachzeitschriften sind inzwischen erfolgt.

<sup>1)</sup> Usine 38 (1929) Nr. 47, S. 31. Aciers spéc. 4 (1929) Nr. 52, S. 604; Le Temps vom 14. Oktober 1929.

<sup>2)</sup> Iron Coal Trades Rev. 120 (1930) S. 86; Iron Age 125 (1930) S. 348 u. 815.

<sup>3)</sup> E. H. Schulz: Zur Fortentwicklung des hochwertigen Baustahles. St. u. E. 48 (1928) S. 849/53. H. Buchholtz: Der Union-Baustahl, ein neuer hochwertiger Baustahl. Bautechn. 7 (1929) S. 93/6. E. H. Schulz und H. Buchholtz: Hochwertige Baustähle für den Großstahlbau. Z. V. d. I. 73 (1929) S. 1573/80.

### Ueber Walzenschüsse.

Walzenschüsse sind die beim Walzen von Blech weggeschleuderten Splitter und Teile nicht vorgewalzter Blöcke. Sie treten erfahrungsgemäß auf, wenn der Walzvorgang schon ziemlich fortgeschritten ist, und zwar gehen sie regelmäßig vom „schlechten Ende“ des Blockes aus, also dem, das die Lunker enthält. Die Teile werden mit größter Gewalt fortgeschleudert und stellen eine nicht unerhebliche Gefahr für die Bedienung der Straßen dar. Bei der Hütten- und Walzwerks-Berufsgenossenschaft wurden im Jahre 1928 aus Blechwalzwerken 38, 1929 weitere 66 Unfälle durch Walzenschüsse gemeldet; der Bericht von 1927 verzeichnet zwei Fälle, der von 1929 einen tödlich verlaufenen Fall.

Die Ursachen des Zustandekommens der Schüsse werden verschieden beurteilt. Die Beobachtungen ergeben etwa folgendes Bild. Es gibt zwei Arten von Walzenschüssen: die ungefährlicheren sind Schalen oder Teile davon, die sich von der Oberfläche des Walzgutes oder von dem gezackten Rande ablösen und durch den Walzendruck fortgeschleudert werden. Sie sind flach und ähneln zuweilen Granatsplintern. Mitunter wird an-



Abbildung 1. Walzenschüsse.

gegeben, daß die Walzer die Gefahr schon durch das Aussehen des Bleches ungefähr erkennen können, um sich rechtzeitig beiseite zu stellen. Solche Schüsse sind in Abb. 1 unter a und b wiedergegeben, einer von diesen ist einem Verletzten aus dem Körper entfernt worden. Viel gefährlicher sind die anderen Schüsse, die auf der rechten Seite der Abb. 1 dargestellt sind. Sie lösen sich mit dem Knall eines Flintenschusses vom Walzgut ab. Es sind, wie die Abbildungen zeigen, halbmondförmige Körper von 3 bis 4 cm Höhe und U-förmigem Querschnitt. Die Schenkel sind entweder flach

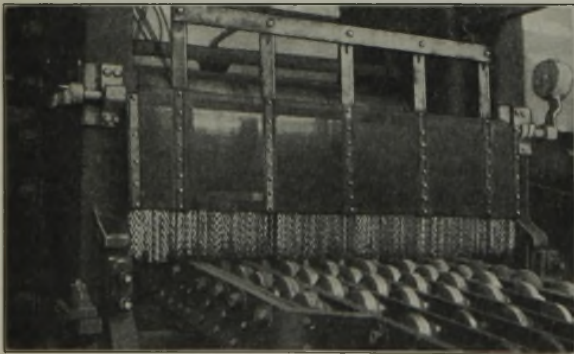


Abbildung 2. Schutzschirm in senkrechter Lage.

aufeinander gedrückt, oder sie bilden eine innere Höhlung, die dann in der Regel recht glatt ist. Diese Kennzeichen deuten mit Sicherheit darauf hin, daß die Schüsse von Lunkern herrühren. Das eingeschlossene Gas, vielleicht auch Wasser, das von der Kühlung in den Innenraum eingedrungen ist und nun verdampft, wird unter dem Walzendruck zusammengedrückt. Wenn der Widerstand des umgebenden Eisens dem Druck nicht mehr standhält, was eben erst im späteren Verlauf des Auswalzens zutrifft, wird die Umgebung des Lunkers herausgeschleudert. Die Erscheinung des Knallens und die Gewalt, mit der dies geschieht, erklärt sich aus der Elastizität des eingeschlossenen Gases oder Wasserdampfes. Wasser selbst würde diese Wirkung nicht auslösen können.

Die Mittel zur Vorbeugung gegen die aus Walzenschüssen entstehenden Gefahren waren bisher sehr beschränkt. Schutz-

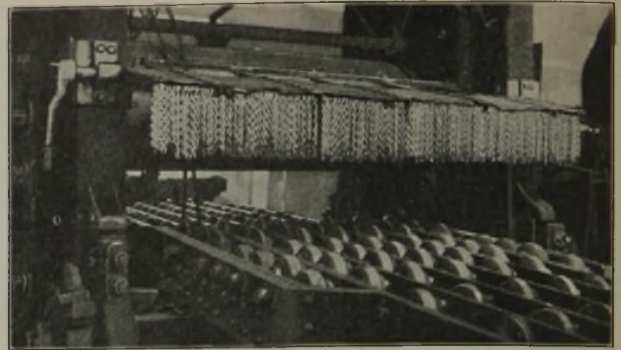


Abbildung 3. Schutzschirm in waagerechter Lage.

kleidung in Form von Lederpanzern ist zu warm und unbequem. Man kann nicht damit rechnen, daß sie von den Leuten getragen wird. Die Drahtnetze vor dem Gesicht sind natürlich kein Schutz gegen Walzenschüsse, sondern nur gegen Hitze und Schlackenspritzer; andererseits sind Kopf, Hals und Rumpf die gefährdeten Teile des Körpers. Man stellt zuweilen neben die Hebetische schräge Blechwände auf, damit die Walzer Gelegenheit haben, sich hinter diese zu stellen, oder man hat verfahrbare Blechschienen angewendet, die der Arbeiter mit der Zange hin und her bewegen kann; schon früher ist diese im Blechwalzwerk der Vereinigten Stahlwerke, A.-G., Abteilung Hörder Verein, eingeführte Einrichtung abgebildet worden<sup>1)</sup>. Diese Vorrichtungen haben ihre unverkennbaren Schwächen, die einmal darin liegen, daß der Arbeiter auch von ihnen keinen Gebrauch macht, und daß andererseits die weitere Umgebung dadurch nicht gesichert ist. Um diesen letzten Mangel zu beheben, muß man den Schuß möglichst dicht an der Walze abfangen. Dies geschieht bei dem seit einiger Zeit im Betriebe der Mannesmannröhren-Werke, Abteilung Grillo-Funke, Gelsenkirchen-Schalke, eingeführten beweglichen Schutzschirm, der dort nach den Angaben von Oberingenieur W. Kroener gebaut wurde. Aus Abb. 2 und 3 ist zu ersehen, daß es sich um einen an den Walzenständern drehbar gelagerten Rahmen handelt, dessen Feld mit engmaschigem Drahtnetz ausgefüllt ist. Dieses Netz gestattet immer noch eine gewisse Beobachtungsmöglichkeit. Der untere Rand des Rahmens trägt einen dichten Behang aus kurzgliedrigen Ketten, die in der Schutzstellung, also bei senkrechter Lage des Rahmens, auf das Blech herabhängen und den Zwischenraum zwischen Rahmen und Blech vollkommen schließen. Die drehbare Aufhängung gestattet die Vorrichtung in waagerechte Lage zu bringen, was durch Gegengewichte und einen Bedienungshebel sehr leicht geschieht, die Betätigung erfordert also wenig Kraftaufwand. Aus diesem Grunde, und weil die Schutzwirkung ganz offensichtlich ist, wird die Vorrichtung von den Arbeitern gern benutzt, sie hindert den Walzvorgang in keiner Weise. Gesetzlicher Schutz der Vorrichtung ist beantragt worden. Dr. K. Schwantke.

### Lichtbogen-Kaltschweißung von Gußeisen.

Shun-ichi Satoh erstattete auf der 137. Hauptversammlung des American Institute of Mining and Metallurgical Engineers einen Bericht über Elektroden für Gußeisenschweißung<sup>2)</sup>, den er durch eine weitere Arbeit<sup>3)</sup> ergänzt. Diese behandelt die Gußeisen-Kaltschweißung mit umhüllten Elektroden und den Einfluß, den geringe Beimengungen verschiedener Bestandteile in der Umhüllung auf den Schweißvorgang ausüben.

Shun-ichi Satoh empfiehlt für die Gußeisen-Kaltschweißung Elektroden aus Flußstahl der Zusammensetzung: 0,04 % C, 0,05 % Si, 0,09 % Mn, Phosphor und Schwefel sind möglichst niedrig zu halten. Die Elektroden haben einen Durchmesser von 5 mm und werden auf einer Länge von 33 cm mit einem Asbestfaden von 1 mm Dmr. und 5 g Gewicht umwickelt und dann mit einer 1 % BaCO<sub>3</sub> enthaltenden, mit Wasserglas pastenartig angerührten Mischung aus Graphit und Karborundum im Gewichtsverhältnis 4 : 6, 5 : 5 oder 6 : 4 so umhüllt, daß der Durchmesser der fertigen Elektrode 8 mm beträgt. Graphit und Karborundum in der Umhüllung sollen die abschmelzende Flußstahl-Elektrode zu gußeisenartiger Zusammensetzung auflegieren. Mit dem Minuspol geschweißt, bewirkt die Zugabe der geringen Menge Bariumkarbo-

<sup>1)</sup> Vgl. St. u. E. 49 (1929) S. 1420.

<sup>2)</sup> St. u. E. 49 (1929) S. 674.

<sup>3)</sup> Rev. Mét. 27 (1930) S. 37/48.

nat ein außerordentlich langsames Abschmelzen der Elektrode, damit eine große Wärmezufuhr zur Schweißstelle und ein langsames, die Bildung harter Stellen unterbindendes Erkalten. Die verzögernde Wirkung des Bariumkarbonates auf das Abschmelzen der Elektrode fand der Berichtersteller bei einer Nachprüfung bestätigt.

Bemerkenswert sind die Untersuchungen des Verfassers über den Einfluß verschiedener Zusätze in der Umhüllung auf Schweißstromstärke und Spannung und auf die Abschmelzgeschwindigkeit der Elektroden. Elektroden von 5 mm Dmr., mit 0,04 % C, 0,028 % Si, Spuren Mangan, Phosphor und Schwefel niedrig, wurden in der oben angegebenen Weise mit Asbest, Graphit und Karborundum im Verhältnis 5 : 5 umhüllt. Die Umhüllungen der Elektroden erhielten Zusätze verschiedener Bariumverbindungen (2 bis 32 %) und 50 Verbindungen anderer Elemente (2 %). Die Elektroden wurden beim Schweißen als Plus- und als Minuspol geschaltet. Der Verfasser stellte fest, daß die Elektroden, deren Umhüllung Verbindungen von Alkalimetallen und Erdalkalien enthalten, mit dem Minuspol geschweißt, eine größere Abschmelzdauer und einen höheren Wattverbrauch haben. Abschmelzdauer und Wattverbrauch steigen mit zunehmendem Atomgewicht der Zusätze an. Besonders hohe Werte erhält man mit Bariumkarbonat und Bariumsulfat, wovon schon 1 % genügt, um die größte Wirkung zu erzielen. Die Verbindungen von Elementen der Sauerstoffgruppe haben den gegenteiligen Einfluß. Bei Halogenverbindungen wurde die Wirkung zum Teil nach der einen, zum Teil nach der anderen Richtung beobachtet. Der Einfluß der übrigen Verbindungen war unbedeutend. Mit dem Pluspol geschweißt, verhielten sich die Elektroden in Abschmelzdauer und Wattverbrauch ziemlich gleichmäßig, die Schweiße war weniger flüssig, und es blieb der auffallende Einfluß der Bariumverbindungen aus.

H. Hauttmann.

#### Ueber die Natur der Festigkeit.

Nach M. Polanyi<sup>1)</sup> ist die früher übliche Anschauung von den drei Aggregatzuständen (fest, flüssig, gasförmig) nicht mehr aufrechtzuerhalten, seit man erkannt hat, daß die Körper durch den kristallinen und amorphen Zustand viel schärfer voneinander unterschieden sind. Bei den kristallinen Stoffen sind Atome und Moleküle nach bestimmten Gesetzen angeordnet (Gitterstruktur); zu dieser Art Stoffe gehören vornehmlich die Metalle, bei den amorphen Stoffen jedoch sind die Atome und Moleküle gänzlich ungeordnet. Zu diesen Körpern zählen insbesondere Gläser, Lacke und andere.

Die Festigkeit kann auf zwei Arten überwunden werden: durch Stofftrennung (Zerreißen, Zerbrechen), ein Vorgang, der noch immer nicht völlig klargestellt ist, oder durch Verformen des Körpers. Während eines Verformungsvorganges gibt bei kristallinen Stoffen der Werkstoff dadurch der äußeren Kraft nach, daß eine Gleitung längs dichtbesetzter Netzebenen des Gitters eintritt, und zwar verschieben sich die am dichtesten besetzten Netzebenen parallel zueinander. Besonders deutlich kann ein solcher Verformungsvorgang an Einkristallen nachgewiesen werden. Als wichtigstes Beweisstück für die Tatsache, daß sich polykristalline Stoffe durchaus ähnlich verhalten, gilt dabei der Nachweis, daß ebenso wie im Einkristall auch im Vielkristall eine Verlagerung im Kristallgitter eintritt: z. B. verschieben sich bei einem gezogenen Stabe die Netzebenen nach der Dehnungsachse hin: es entsteht eine Faserstruktur.

Auf gänzlich anderen Vorgängen beruht der Verformungsvorgang amorpher Körper (z. B. Gläser). Hier sind keine Netzebenen vorhanden, auf denen eine Gleitung erfolgen kann. Damit ein amorpher Körper sich bei einer angelegten Spannung überelastisch verformen kann, müssen seine Moleküle ihre Plätze wechseln. Dies ist um so leichter möglich, je größer bereits die Beweglichkeit der Moleküle an sich ist, also je höher die Temperatur ist. Die Bildsamkeit amorpher Körper ist also sehr stark von der Temperatur abhängig, während die Bildsamkeit kristalliner Stoffe auch bei den tiefsten Temperaturen sich nur wenig ändert, sofern man nur die Versuche an Einkristallen reiner Stoffe vornimmt.

Aus der Annahme, daß die plastische Bildsamkeit amorpher Stoffe auf dem Platzwechsel ihrer Moleküle beruht, folgt ferner, daß die Größe der Verformung mit der Zeitdauer zunimmt, während der man eine Kraft auf den Körper wirken läßt. Eine schlagartig wirkende Kraft führt zum Bruch, eine genügend langsam wirkende zu einer beliebigen Verformung z. B. einer Glasplatte.

H. Kotte.

## Aus Fachvereinen.

### Röntgen-Tagung in Heidelberg.

Auf der am 2. und 3. Juni 1930 vom Deutschen Verband für die Materialprüfungen der Technik gemeinsam mit der Deutschen Gesellschaft für technische Röntgenkunde, e. V., in Heidelberg veranstalteten Röntgen-Tagung kam die Anwendung der Röntgenstrahlen für die Grobstrukturuntersuchung, entsprechend dem mehr physikalischen Zuschnitt dieser Veranstaltung nur verhältnismäßig wenig zur Geltung. R. Berthold, Berlin, gab einen kurzen Abriss seiner neueren Arbeiten, über die bereits berichtet wurde<sup>1)</sup>. Sehr lehrreich waren im gleichen Zusammenhang die Ausführungen von N. Lefring, Bochum, die ein ausgezeichnetes Bild von der Eignung der Röntgendurchleuchtung für die Untersuchung von Schweißnähten vermittelten.

Die Röntgen-Spektralanalyse wurde bei dieser Gelegenheit ebenfalls nur verhältnismäßig kurz gestreift. G. v. Hevesy, Freiburg, besprach die neueren Verfahren der Emissionsanalyse mittels Sekundärstrahlen, an deren Entwicklung vor allem auch R. Glocker beteiligt ist. Seine Ausführungen ließen erkennen, daß die Entwicklung der Methodik in der letzten Zeit große Fortschritte gemacht hat, so daß eine Reihe von störenden Einflüssen nunmehr beseitigt sind und die Verfahren bereits in einer großen Anzahl von Fällen mit Nutzen angewandt werden konnten. Die hier naheliegende Frage, wie weit heute schon eine Anwendung im Eisenhüttenlaboratorium in Frage kommt, muß allerdings dahin beantwortet werden, daß die Röntgen-Spektralanalyse dem Kampf mit den altgebräuchlichen analytischen Verfahren immer noch nicht gewachsen ist. Es erscheint jedoch durchaus möglich, daß sie jetzt schon in Sonderfällen von Vorteil sein könnte; es wird daher angebracht sein, ihre weitere Entwicklung mit Aufmerksamkeit zu verfolgen.

Den weitaus größten Teil der Vortragsfolge nahmen die Erörterungen von Arbeiten auf dem Gebiete der Strukturanalyse mit Röntgenstrahlen ein; von den insgesamt 20 Berichten behandelten allein 10 dieses Gebiet. J. D. Bernal, Cambridge, entwickelte in Anlehnung an neue englische Arbeiten Gedanken über eine Einteilungsmöglichkeit der kristallisierten Stoffe nach den zwischen ihren Atomen wirksamen Bindungskräften. Die Metalle und intermetallischen Verbindungen lassen sich dann nach den verhältnismäßigen Anteilen dieser Kräfte in zwei Gruppen einteilen, von denen die erste die echten Metalle umfaßt; die letzte findet sich bei den Halbmetallen und bei den Metalloiden. Besonders ausführlich ging Bernal auf die in diesem Zusammenhang besonders wichtigen intermetallischen Verbindungen vom Typus des  $\gamma$ -Messings ein, deren Gitterbau durch bestimmte Verhältnisse zwischen der Anzahl der Valenzelektronen und der Metallatome gekennzeichnet ist.

An die Ausführungen von Bernal schloß sich ein Bericht von F. Wever über die Systematik der Eisenlegierungen unmittelbar an, dessen Grundgedanke, die Eigenschaften von Legierungsreihen planmäßig aus der Stellung ihrer Komponenten im periodischen System abzuleiten, schon früher an dieser Stelle besprochen worden ist<sup>2)</sup>. Eine inzwischen durchgeführte Weiterentwicklung dieses Gedankens nimmt ihren Ausgang von einer Bemerkung von E. Scheil<sup>2)</sup> an, wonach die flächenzentrierte  $\gamma$ -Modifikation des Eisens in einem Druck-Temperatur-Schaubild ein nach der Seite abnehmenden Druckes geschlossenes Zustandsfeld besitzen muß. Der Einfluß der verschiedenen Legierungselemente auf die polymorphen Umwandlungen des Eisens kann danach formal unter einem einheitlichen Gesichtspunkt so aufgefaßt werden, als ob bei der Mischkristallbildung eine Druckerhöhung oder eine Druckverminderung stattfände; in der Tat wirken die Elemente mit größeren Atomradien als das Eisen wie eine Druckverminderung, in Parallele dazu, daß sie bei der Mischkristallbildung den Abstand der Eisenatome vergrößern; für die Elemente mit kleinen Atomradien gilt das Entgegengesetzte. Rechnet man weiter für die Elemente der Gruppe mit geschlossenen Zustandsfeldern des  $\gamma$ -Eisens die mittleren Atomabstände für die Zusammensetzung der verschwindenden  $\gamma$ - $\alpha$ -Umwandlung, so folgt, daß der Durchgang durch die  $\gamma$ -Form unabhängig vom Atomradius des Zusatzes unterdrückt wird, sobald der mittlere Atomabstand um etwa 3 Tausendstel vergrößert ist. Rechnet man schließlich noch diese Vergrößerung unter Zugrundelegung des bekannten Elastizitätsmoduls in Druck um, so ergibt sich, daß die polymorphe  $\gamma$ - $\alpha$ -Umwandlung bei einem allseitigen Zug von etwa 100 kg/mm<sup>2</sup> unterdrückt wird. Man kann dieses Ergebnis auch dahin zusammenfassen, daß im reinen Eisen ein

<sup>1)</sup> St. u. E. 50 (1930) S. 1035/6.

<sup>2)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 2 (1928/29) S. 739/48; St. u. E. 49 (1929) S. 839/40.

<sup>1)</sup> Metallwirtsch. 9 (1930) S. 553/8.

innerer Druck von etwa 100 kg/mm<sup>2</sup> vorhanden ist, unter dessen Wirkung sich bei 906° der Uebergang in eine dichter gepackte Modifikation vollzieht, bis sich erst bei 1401° unter dem auflockernden Einfluß der Temperaturbewegung der dem Eisen eigentümliche Kristallzustand wiederherstellt.

G. Sachs, Berlin-Dahlem, teilte zunächst einige Beispiele für die röntgenographische Bestimmung der Löslichkeitsgrenzen von Mischkristallreihen aus den Gitterparametern mit; von besonderer Wichtigkeit waren Mitteilungen über neuere Untersuchungen von G. Kurdjumow über die Abschreckung von Austenit-Einkristallen. Kurdjumow stellte zunächst durch langsames Erstarrenlassen über-eutektoider Stähle im Stickstoffstrom große Austenitkristalle her, die dann von 1100° schroff abgeschreckt wurden; anschließend wurde die kristallographische Orientierung der gebildeten Martensitnadeln auf röntgenographischem Wege bestimmt. Das Ergebnis läßt sich im wesentlichen dahin zusammenfassen, daß die innerhalb eines Austenitkristalles entstandenen Martensitnadeln Einkristalle darstellen, die eine ganz bestimmte Lage gegenüber dem Austenitgitter besitzen, derart, daß bei der Umwandlung die Lage einer dichtest belegten Netzebene und in dieser diejenige einer dichtest belegten Gittergeraden erhalten bleibt. Der Mechanismus der Austenit-Martensit-Umwandlung kann so in einfacher Weise unter dem Bilde einer einfachen Schiebung verstanden werden.

Auf die weiteren ausgezeichneten Berichte von Trillat über Beziehungen zwischen der regelmäßigen Anordnung der Moleküle in einem Oelfilm und der Schmierwirkung, von Hengstenberg über die Atomverteilung in Mischkristallen kann hier nur verwiesen werden.

Den Höhepunkt der Veranstaltung bildete der einleitende Vortrag von P. Debye, Leipzig, über Röntgeninterferenzen an Gasen und Flüssigkeiten. Bei der Zerstreuung von monochromatischer Röntgenstrahlung an einer Flüssigkeit entsteht eine Interferenzerscheinung durch Uebereinanderlagerung zweier Effekte. Für die einzelnen Molekel ist die Streustrahlung schon zusammengesetzt aus den Beiträgen der einzelnen Atome. Da die Atomabstände mit der Wellenlänge des Röntgenlichtes vergleichbar sind, entstehen im allgemeinen Interferenzmaxima und -minima, deren Lage kennzeichnend für die geometrische Struktur des Atomgerüsts ist, aus dem die Molekel besteht. Durch Beobachtung der Zerstreuung an Gasen sind diese Interferenzen nunmehr auch versuchsmäßig sichergestellt. In Flüssigkeiten ist nun außerdem der Abstand von Molekel zu Molekel ebenfalls mit der Wellenlänge vergleichbar. Dafür fehlt allerdings die starre Bindung der Molekeln untereinander; trotzdem ist selbst in diesem Falle eine Interferenz der Molekelstrahlung untereinander vorhanden, die wieder Anlaß zum Auftreten deutlicher Interferenzmaxima und -minima gibt. Es herrscht die Meinung vor, daß die Deutlichkeit dieser Maxima mit einer gewissen Regelmäßigkeit der Molekelanordnung selbst in Flüssigkeiten verknüpft sein muß, eine Regelmäßigkeit, die vielleicht an die Gitteranordnung der Atome in festen Kristallen erinnern könnte. Es wurde nun ein Verfahren ausgearbeitet, das gestattet, auf rein versuchsmäßigem Wege die Molekelanordnung in Flüssigkeiten streng und eindeutig zu bestimmen, vorausgesetzt, daß die für die Molekel allein kennzeichnenden „innermolekularen“ Interferenzen bekannt sind. Hat man es z. B. mit flüssigem Quecksilber zu tun, so wird man irgendein Quecksilberatom in Gedanken herausgreifen und die Lage irgendeines anderen dauernd weiter verfolgten Atoms zu der des erstgenannten betrachten können. Man wird dann von einer Wahrscheinlichkeit *W* sprechen können, die als Funktion des gegenseitigen Abstandes *r* die relative Wahrscheinlichkeit jeder gegenseitigen Lage mißt. Diese Funktion *W* ist es, die durch Versuche bestimmt werden kann. Es zeigt sich bei der Ausführung, daß die Kurve für *W* Maxima und Minima hat, daß also nicht alle gegenseitigen Entfernungen gleichberechtigt sind, sondern gewisse Abstände verhältnismäßig oft, dazwischen liegende Abstände dafür seltener besetzt sind. Diese für *W* erhaltene Kurve beschreibt also die geometrische Struktur der Flüssigkeit erschöpfend. Sie läßt qualitativ betrachtet erkennen, daß man in der Tat selbst in Flüssigkeiten von einer Art kristalliner Struktur von Flüssigkeitsbereichen sprechen kann, deren Durchmesser allerdings nur wenige Atomabstände beträgt.

Man kann diese Erscheinung so verstehen, daß sich die Atome auch in Flüssigkeit nahezu wie starre Kugeln verhalten und daß sich daher in der unmittelbaren Nachbarschaft eines Atoms zeitweise Anordnungen ausbilden, die von den dichten Kugelpackungen der Kristalle nicht mehr sehr verschieden sind. Für die Frage der Vorbildung des Erstarrungsvorganges durch Entstehung von Atomgruppen und Kristallisationskeimen in der Schmelze ist diese Feststellung von der größten Wichtigkeit; sie berührt ferner

die alte, zwischen der Tammannschen und der Nernstschen Schule ausgefochtene Meinungsverschiedenheit darüber, ob die Schmelzkurve einen kritischen Punkt besitzt.

Die Berichte fanden in ihrer großen Mehrzahl eine überaus lebhaft Aufnahme. Der Gesamteindruck der Tagung kann dahin zusammengefaßt werden, daß die Physik der Röntgenstrahlen in stetiger Weiterentwicklung begriffen ist; für den Praktiker ist dabei die Feststellung besonders erfreulich, daß sich die Physik mehr und mehr auch für die Anwendungen auf dem Gebiete der Stoffkunde im allgemeinen und der Metallkunde im besonderen einsetzt.

F. Wever.

## Iron and Steel Institute.

(Frühjahrsversammlung am 1. und 2. Mai in London.  
Fortsetzung von Seite 1039.)

Ueber den zweiten Teil<sup>1)</sup> einer

### Experimentaluntersuchung über die Wechselwirkungen zwischen Gas und Erz im Hochofen

berichteten William A. Bone, L. Reeve und H. L. Saunders, London. Hauptsächlich wurden die Zersetzung des Kohlenoxyds bei 450° und sein Einfluß auf die Reduktion sowie die Gleichgewichte zwischen Gas und Erz bei 650 bis 1000° erforscht.

Für die Untersuchungen wurden, um sich den Hochofenbedingungen mehr zu nähern, anstatt reinen Eisenoxyds zwei Hämatite mit folgender Zusammensetzung gewählt:

	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	CaO %	H <sub>2</sub> O %
Erz A . . . . .	82,36	14,63	0,23	0,90	0,60
Erz B . . . . .	75,41	8,58	1,32	—	11,03

Die gefundenen Gleichgewichte werden etwas von denen zwischen den reinen Komponenten abweichen, da nach R. Schenck<sup>2)</sup> ja auch Aluminiumoxyd und Kalziumoxyd nicht ohne Einfluß sind. Da außerdem die Reaktionsgeschwindigkeit gemessen werden sollte, mußte ein Erz mit einem möglichst gleichmäßigen Gefügebau, wie ihn besonders Erz A besaß, verwendet werden, da er auf die Diffusion und damit auf die Reaktionsgeschwindigkeit einen großen Einfluß hat. Das im Kreislauf über das Erz geleitete Gas bestand aus  $\frac{1}{3}$  CO und  $\frac{2}{3}$  N<sub>2</sub>.

Wie bereits im ersten Bericht<sup>1)</sup> mitgeteilt wurde, setzt die Abscheidung des Kohlenstoffs erst ein, wenn ein von der Temperatur und der Natur des Erzes abhängiger Reduktionsgrad erreicht ist. Gleichzeitig wird die Reduktion verlangsamt und hört schließlich ganz auf. Diese Erscheinung wurde auch vom Berichterstatter<sup>3)</sup> unter anderen Versuchsbedingungen beobachtet und auf eine an der Oberfläche des Erzes absorbierte kohlenstoffreiche Gasschicht zurückgeführt, die eine Kohlenstoffabscheidung verhindert. Um die Kohlenoxydzersetzung bei 450° einzuleiten, sind nur ganz geringe Erzmengen erforderlich, und die Reaktion ist erst beendet, wenn das Kohlenoxyd vollkommen verbraucht ist. So wurde bei einem Versuch nicht weniger als das 20fache des Erzgewichtes an Kohlenstoff abgeschieden.

Bone, Reeve und Saunders legen großen Wert auf die Unterscheidung der im Innern und der an der Oberfläche des Erzes stattfindenden Abscheidung. Durch die erste Art wird das Erz zersprengt; tritt dies im Hochofen in sehr großem Maße ein, so kann es zu einem unregelmäßigen Ofengang führen. Andererseits ist gerade dieser Kohlenstoff infolge seiner innigen Berührung mit dem Erz besonders reaktionsfähig.

Die Reaktionsfähigkeit des Kohlenstoffs wurde auf folgende Art gemessen. 25 g Erz wurden 6 h bei 650° getrocknet, sodann so lange bei 450° Gas übergeleitet, bis sich etwa 3,25 g C fein verteilt in den Erzstücken abgeschieden hatten, und hierauf die Probe im Vakuum möglichst schnell auf 750° erhitzt. Der Druck der sich dabei entwickelnden Kohlenoxyde wurde auf  $\frac{1}{3}$  at — dem Teildruck dieser Gase im Hochofengas — gehalten. Zum Vergleich wurde bei derselben Temperatur eine Probe mit Gas behandelt, wobei sich zeigte, daß der fein verteilte Kohlenstoff bedeutend schneller reduziert als das Kohlenoxyd (vgl. *Zahlentafel 1 und 2*). Auch das Gleichgewichtsverhältnis von CO : CO<sub>2</sub>, das für die Reaktion  $2\text{CO} \rightleftharpoons \text{C} + \text{CO}_2$  größer ist (5,65) im Vergleich zu dem der Reaktionen  $\text{CO} + \text{Fe}_2\text{O}_3 \rightleftharpoons \text{FeO} + \text{CO}_2$  und  $\text{FeO} + \text{CO} \rightleftharpoons \text{Fe} + \text{CO}_2$  (0,45 und 1,8), wirkt neben der größeren Reduktionskraft des Kohlenstoffs günstig auf die Reduktionsgeschwindigkeit. Die Verfasser halten die Kohlenstoffabschei-

<sup>1)</sup> 1. Teil siehe J. Iron Steel Inst. 115 (1927) S. 127/80; vgl. St. u. E. 47 (1927) S. 1580/2.

<sup>2)</sup> Z. anorg. Chem. 166 (1927) S. 148; 184 (1929) S. 1/38; vgl. St. u. E. 50 (1930) S. 519/20.

<sup>3)</sup> H. H. Meyer: Mitt. K.-W.-Inst. Eisenforsch. 10 (1928) S. 107/16; vgl. St. u. E. 48 (1928) S. 1786/7.



Zahlentafel 1. Ergebnis eines Reduktionsversuches mit Zersetzungskohlenstoff bei 750° (25 g Erz A mit 3,22 g C).

Reduktionsgrad %	Im Erz noch vorhanden g C	Verhältnis von CO:CO <sub>2</sub> im entwickelten Gas	Erzreduktion je min %
22,8	2,96	1,62	0,812
24,1	2,91	1,62	0,435
25,2	2,87	3,56	0,714
27,0	2,81	3,56	0,39
27,6	2,78	3,56	0,664
30,0	2,70	4,18	0,34
35,6	2,47	4,37	0,324
41,3	2,24	4,47	0,405
46,0	2,04	6,2	0,26
52,1	1,80	5,7	0,22
57,8	1,59	4,6	0,25
63,8	1,11	4,06	—
70,8	0,84	3,69	0,32
71,6	0,82	3,30	0,14
72,5	0,78	—	0,115
73,5	0,75	4,0	0,100
76,7	0,63	3,75	0,052

Zahlentafel 2. Ergebnis eines Reduktionsversuches mit Hochofengas bei 750° (Erz A, 33,3 % CO + 66,7 % N<sub>2</sub>).

Reduktionsgrad %	Kohlensäuregehalt des gebrauchten Gases %	Verhältnis von CO:CO <sub>2</sub> im gebrauchten Gas	Erzreduktion je min %
32,5 bis 35,0	0 bis 6,5	∞ bis 4,5	0,091
	6,5 „ 9,0	4,5 „ 2,68	0,029
	9,0 „ 11,4	2,68 „ 1,9	0,014
35,0 bis 37,0	0,0 bis 6,3	∞ bis 4,3	0,078
	6,3 „ 9,9	4,3 „ 2,4	0,034
	9,9 „ 12,0	2,4 „ 1,75	0,007
54,1 bis 56,75	0 bis 4,52	∞ „ 6,6	0,072
	4,52 „ 6,55	6,6 „ 4,2	0,027
	6,55 „ 9,68	4,2 „ 2,5	0,022
	9,68 „ 11,93	2,5 „ 1,85	0,011
73,5 bis 74,8	0 bis 2,61	∞ bis 11,3	0,031
	2,61 „ 4,98	11,3 „ 5,5	0,032
	4,98 „ 7,28	5,5 „ 3,4	0,014

derung in den oberen Gebieten des Hochofens für günstig, da durch die Erzreduktion in dem unteren Teil des Ofens gefördert wird. F. Wüst<sup>1)</sup> hat hierauf schon häufig hingewiesen, was jedoch Bone und seinen Mitarbeitern nicht bekannt zu sein scheint. Ueberhaupt ist das deutsche Schrifttum recht wenig berücksichtigt worden.

Für die Messung der Gleichgewichte im System Fe<sub>x</sub>O<sub>y</sub> + CO ⇌ Fe<sub>x</sub>O<sub>(y-1)</sub> + CO<sub>2</sub> bei 750, 850 und 975° wurde die gleiche Einrichtung benutzt, die in der ersten Abhandlung bereits beschrieben ist. Das Gas (1/3 CO + 2/3 N<sub>2</sub>) läuft im Kreislauf über das Erz, wodurch das Gleichgewicht sich schneller einstellt. Nach Erreichung des Gleichgewichtes wurde Hochofengas eingeführt und so das Eisenoxyd stufenweise über Eisenoxyduloxyd und

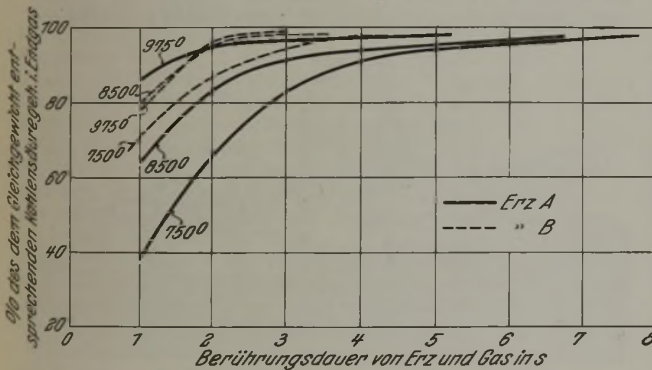


Abbildung 1. Einfluß von Zeit und Temperatur auf die Einstellung des Gleichgewichtes bei der Erzreduktion mit Hochofengas (33,3 % CO + 66,7 % N<sub>2</sub>).

Eisenoxydul bis zum metallischen Eisen abgebaut. Die Ergebnisse stimmen weitgehend mit denen von A. Matsubara<sup>2)</sup> überein. Die Zeiten, die nach den Versuchsergebnissen zur Erreichung des Gleichgewichtes nötig sind, sind für Erz A und B in Abb. 1 zusammengestellt. Für alle Temperaturen ergibt sich eine schnellere Reduktion des Erzes B. Die Gaszusammensetzung nähert sich zuerst schnell, dann immer langsamer dem Gleichgewichtszustand. Die Einstellung des Gleichgewichtes dauert je nach Temperatur und Zeit 2 bis 5 s. Diese Zeiten sind zwar noch größer als die Berührungzeiten im Hochofen, aber doch schon mit ihnen vergleichbar; besonders in langsam betriebenen Hochofen wird das Gleichgewicht nahezu erreicht werden.

Zur Messung der Reaktionsgeschwindigkeit zwischen Erz und Gas bei verschiedenen Temperaturen wurde ein neues

Gerät durchgebildet, bei dem das Gas mit einer Pumpe im Kreislauf über das Erz geführt wird, so daß Gasgeschwindigkeiten bis zu 15,25 m/s erreicht werden können. Das Gas wird auf die Reaktionstemperatur vorgewärmt, um so möglichst dem Hochofen vergleichbare Bedingungen zu erhalten. Beim Erz A wurde die Reaktionsgeschwindigkeit in Abhängigkeit vom Reduktionsgrad bei 650° gemessen. Aus den Versuchsergebnissen wurden die zur Reduktion verbrauchten Hundertteile des eingeführten Kohlenoxyds ausgerechnet und in Abhängigkeit von der Zeit aufgetragen; die Tangenten dieser Kurven sind ein Maß für die jeweilige Reaktionsgeschwindigkeit. Diese Werte sind in Abb. 2 in einem willkürlichen Maßstab aufgetragen. Das Ergebnis läßt sich kurz dahin zusammenfassen:

1. Die Geschwindigkeit wächst mit dem Abstand von der Gleichgewichtslage.

2. Mit höherem Reduktionsgrad nimmt die Reduktionsgeschwindigkeit ab.

Sehr auffallend ist die gleichbleibende Reaktionsgeschwindigkeit bei Reduktionsgraden von 40 bis 60%, wofür eine Erklärung nicht gegeben wird.

In einer weiteren Arbeit soll der Einfluß der Gasgeschwindigkeit, des Wasserstoffs oder des Wassers, des Kokes und der Kalksteinzerersetzung auf die verschiedenen Hochofenreaktionen untersucht werden. Ferner soll ein Laboratoriumsverfahren ausgearbeitet werden zur Bestimmung der Reduktionsgeschwindigkeit und der Fähigkeit zur Kohlenoxydzerersetzung verschiedener Erze bei Temperaturen und Gasgeschwindigkeiten, wie sie im Hochofen herrschen.

H. H. Meyer.

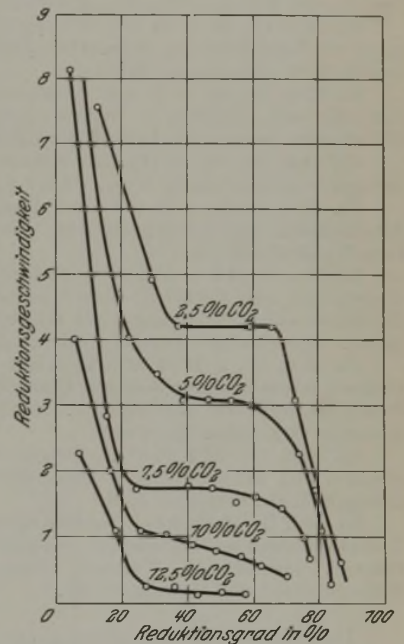


Abbildung 2. Abhängigkeit der Reduktionsgeschwindigkeit vom Reduktionsgrad und Kohlensäuregehalt des reduzierenden Gases. (Erz A, Versuchstemperatur 650°, kohlenstoffsaurefreies Gas mit 33,3 % CO, 66,7 % N<sub>2</sub>.)

<sup>1)</sup> St. u. E. 48 (1928) S. 505/6 u. 1273/87; Z. anorg. Chem. 188 (1920) S. 143.

<sup>2)</sup> Trans. Am. Inst. Min. Met. Eng. 67 (1921) S. 3/55.

## Patentbericht.

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

(Patentblatt Nr. 29 vom 17. Juli 1930.)

Kl. 7 c, Gr. 20, B 136 537; Zus. z. Anm. B 133 116. Rohrwalze. Dipl.-Ing. Gottlob Burkhardt, Herrenalb (Württbg.).

Kl. 7 c, Gr. 21, St 41 516. Verfahren zur Ueberlappungsschweißung von Rohren. Johann Steinnes, Oberhausen, Grenzstr. 133.

Kl. 10 a, Gr. 5, M 106 897; Zus. z. Pat. 489 840. Regenerativ-Koksofen mit Schwachgas- oder Starkgas-Beheizung. Wilhelm Müller, Gleiwitz, Niederwallstr. 8 a.

Kl. 10 a, Gr. 13, O 18 632. Heizwand für Kammeröfen zur Erzeugung von Gas und Koks. Dr. C. Otto & Comp., G. m. b. H., Bochum, Christstr. 9.

Kl. 10 b, Gr. 8, G 72 075. Verfahren, nichtbackende Kohlen zur Brikettierung geeignet zu machen. Gutehoffnungshütte Oberhausen A.-G., Oberhausen (Rhld.).

Kl. 18 a, Gr. 1, H 118 748. Röstverfahren für Erze. Hundt & Weber G. m. b. H., Geisweid (Kr. Siegen).

Kl. 18 a, Gr. 17, M 96 413. Verfahren zur Erzeugung getrockneter Gebläseluft für Schacht-, insbesondere Hochöfen. Dr. Günther Malyoth, München, Cuvilliestr. 31.

Kl. 19 a, Gr. 20, G 74 717. Rillenschiene für innere Bogenleihe mit Leitschiene aus Hartstahl. Gutehoffnungshütte Oberhausen A.-G., Oberhausen (Rhld.).

Kl. 21 h, Gr. 10, A 56 768. Elektrische Walzenanwärmvorrichtung mit biegsamem Wärmeschutzmantel. Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin NW 40, Friedrich-Karl-Ufer 2—4.

Kl. 21 h, Gr. 18, H 112 614. Eisenloser Hochfrequenzofen. Heraeus-Vacuumschmelze A.-G., Hanau a. M.

Kl. 31 c, Gr. 3, S 75 447. Verfahren zur Erzeugung einer Schutzschicht auf Dauergießformen. Dr. Fritz Singer, Nürnberg, Klingenhofstr. 72.

Kl. 31 c, Gr. 13, G 75 990. Einrichtung zur Herstellung von Gußstücken aus Karbiden schwer schmelzbarer Metalle oder Metalloide (z. B. Wolframkarbid) mit beliebigem Kohlenstoffgehalt. Gewerkschaft Wallram, Essen (Ruhr), Kruppstr. 96.

Kl. 40 d, Gr. 2, M 92 397. Verfahren zum Ueberführen von Glühgut aus einem geschlossenen Glühbehälter in einen relativ diesem beweglichen Kühlbehälter. Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie., Baden (Schweiz).

Kl. 48 a, Gr. 6, I 30 034. Verfahren zur Herstellung korrosions- und hitzebeständiger Chromüberzüge. I.-G. Farbenindustrie A.-G., Frankfurt a. M.

Kl. 49 i, Gr. 12, V 8.30. Herstellung von genau maßhaltigen Unterlagsplatten mit Schienenführungsrippen für den Eisenbahnoberbau, insbesondere Weichen. Vereinigte Oberschlesische Hüttenwerke A.-G., Gleiwitz (O.-S.).

### Deutsche Gebrauchsmustereintragungen.

(Patentblatt Nr. 29 vom 17. Juli 1930.)

Kl. 19 a, Nr. 1 129 707. Hartstahlleiste als Schutzauskleidung für die Innenfläche der Leitschiene von Straßenbahnriillenschienen. Elektro-Thermit G. m. b. H., Berlin-Tempelhof, Colditzstr. 37—39.

Kl. 21 h, Nr. 1 129 514. Lichtbogenofen mit durch den Deckel geführten Elektroden. Demag A.-G., Duisburg, Werthauer Str. 64.

Kl. 47 b, Nr. 1 129 872. Walzenlager. Walter Hülsewig, Altenvoerde i. W.

### Deutsche Reichspatente.

Kl. 10 a, Gr. 17, Nr. 497 501, vom 13. März 1928; ausgegeben am 10. Mai 1930. Dr. Schumacher & Co. in Dortmund (Erfinder: Erich Schumacher in Dortmund). *Verfahren zum Löschen von Koks.*

Der Koks wird mit eisenhaltigen Beizlaugen gelöscht, deren Eisengehalt hierbei auf dem Koks niedergeschlagen und bei Verwendung des Kokses zu metallurgischen Verfahren nutzbringend verwertet wird.

Kl. 80 b, Gr. 12, Nr. 497 562, vom 22. Juni 1923; ausgegeben am 8. Mai 1930. Stettiner Chamotte-Fabrik A.-G. vormalis Didier in Stettin. *Verfahren zur Herstellung feuerfester Steine unter Benutzung von hoch vorgelamtem Ton als Schamotte.*

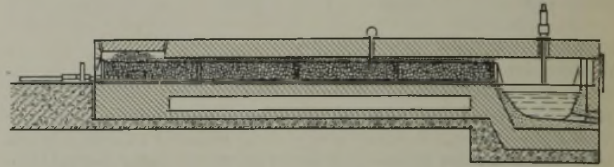
<sup>1)</sup> Die Anmeldungen liegen von dem angegebenen Tage an während zweier Monate für jedermann zur Einsicht und Einsprucherhebung im Patentamt zu Berlin aus.

Das Vorbrennen des zu verarbeitenden Tones erfolgt bei einer Temperatur, die unmittelbar das Erweichen unter Verlust der ursprünglichen Form herbeiführt.

Kl. 4 c, Gr. 19, Nr. 497 563, vom 12. Januar 1929; ausgegeben am 14. Mai 1930. Dipl.-Ing. Otto Dreyer in Duisburg. *Einrichtung zum Feststellen von Gasen, die aus Rohrleitungen austreten.*

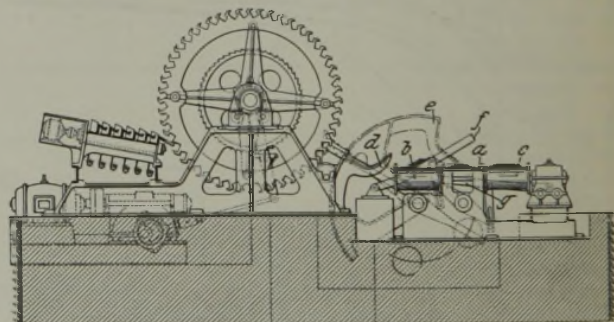
Die zu überwachenden Gefäße oder Rohrleitungen werden über ihre ganze Oberfläche oder über bestimmte Teile, z. B. über den Verbindungsstellen von Rohrleitungen, gasdicht mit Zwischenraum ummantelt. Diese Mantelräume werden durch Hilfsrohrleitungen untereinander verbunden, so daß durch eine gemeinsame an die Hilfsrohrleitung angeschlossene Prüfeinrichtung ein unzulässiges Austreten von Gasen festgestellt werden kann.

Kl. 18 a, Gr. 18, Nr. 497 572, vom 19. Oktober 1926; ausgegeben am 10. Mai 1930. Schwedische Priorität vom 19. Oktober 1925. Sven Carl Gunnar Ekelund in Stockholm. *Verfahren und Vorrichtung zur unmittelbaren Herstellung von Eisen aus Erz.*



Die Erze werden in waagerechten oder leicht geneigten Kanalöfen im Gegenstrom zu reduzierenden Heizgasen bewegt und von diesen zunächst vorgewärmt und dann reduziert. Um eine gleiche Verteilung der Gase durch die ganze Erzmasse zu bewirken, füllen die Erze den freien Ofenraum vollständig aus.

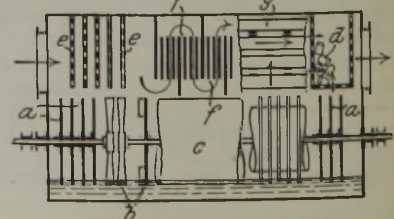
Kl. 7 a, Gr. 26, Nr. 497 620, vom 12. Februar 1929; ausgegeben am 10. Mai 1930. Demag A.-G. in Duisburg. *Vorrichtung, um wahlweise Walzstäbe, die das Kühlbett verlassen, auf den einen oder anderen Rollgang abzuleiten, die nebeneinander angeordnet sind*



Zwischen den beiden Rollgängen b, c befindet sich ein Sammelrost a, der so eingerichtet ist, daß die Abgabe der anfallenden Walzstäbe durch eine Gruppe mit Rasten d versehener Schwingarme e erfolgt, die die anfallenden Walzstäbe auf den Zwischenrasten ablegen, ohne in den Bereich des dem Warmbett zugekehrten Rollganges zu kommen. Von den Zwischenrasten werden die Walzstäbe durch getrennt voneinander bewegte Schwinghebel f, g angehoben und auf den einen oder anderen Rollgang zum Abgleiten gebracht.

Kl. 12 e, Gr. 2, Nr. 497 976, vom 30. Januar 1926; ausgegeben am 15. Mai 1930. Eduard Theisen in München. *Vorrichtung zum Reinigen, Kühlen, Mischen, Absorbieren usw. von Luft, Gasen, Dämpfen u. dgl.*

Das zu behandelnde Gas strömt oberhalb sich drehender Teile a, b, c, und in den Gasdurchgangsraum wird durch die auf einer waagerechten Welle angeordneten sich drehenden Walzschleiben o. dgl. Waschlüssigkeit in den Gasstrom hineingeschleudert. Zur Erhöhung der Wirkung ist der Gasraum durch beliebig gestaltete und mehrfach unterteilte feststehende oder bewegte Waschlflächen d, e, f, g ganz oder teilweise ausgefüllt.



## Statistisches.

### Die Kohlenförderung des Ruhrgebietes im Juni 1930.

Im Monat Juni 1930 wurden insgesamt in 23,18 Arbeitstagen 8 178 334 t verwertbare Kohle gefördert gegen 9 027 925 t in 26 Arbeitstagen im Mai 1930 und 10 078 971 t in 24,75 Arbeitstagen im Juni 1929. Die reine Kohlenförderung betrug im Juni 1930 7 941 306 t gegen 8 768 470 t im Vormonat und 9 787 117 t im Juni 1929. Arbeitstäglich betrug die verwertbare Kohlenförderung im Juni 1930 352 819 t gegen 347 228 t im Mai 1930 und 407 231 t im Juni 1929. Die reine Kohlenförderung betrug im Juni 1930 arbeitstäglich 342 593 t gegen 337 249 t im Vormonat und 395 439 t im Juni 1929.

Die Kokserzeugung des Ruhrgebietes stellte sich im Juni 1930 auf 2 236 893 t (täglich 74 563 t), im Mai 1930 auf 2 382 525 t (täglich 76 856 t) und 2 814 967 t (täglich 93 832 t) im Juni 1929. Auf den Kokereien wird auch Sonntags gearbeitet.

Die Brikettherstellung hat im Juni 1930 insgesamt 232 123 t betragen (arbeitstäglich 10 014 t) gegen 248 724 t (9566 t) im Mai 1930 und 286 035 t (11 557 t) im Juni 1929.

Die Bestände an Kohlen, Koks und Preßkohle (d. s. die auf Lager, in Wagen, in Türmen und in Kähnen einschl. Koks und Preßkohle in Kohle umgerechnet) stellten sich Ende Juni 1930 auf rd. 8,43 Mill. t gegen 7,96 Mill. t Ende Mai 1930. In diesen Zahlen sind die in den Syndikatslagern vorhandenen verhältnismäßig geringen Bestände einbegriffen.

Die Gesamtzahl der beschäftigten Arbeiter stellte sich Ende Juni 1930 auf 335 630 gegen 346 608 Ende Mai 1930 und 375 831 Ende Juni 1929.

Die Zahl der Feierschichten wegen Absatzmangels belief sich im Juni 1930 nach vorläufiger Ermittlung auf rd. 677 000. Das entspricht etwa 2 Feierschichten auf je 1 Mann der Gesamtbelegschaft.

### Die Saarkohlenförderung im Mai 1930.

Nach der Statistik der französischen Bergwerksverwaltung betrug die Kohlenförderung des Saargebietes im Mai 1930 insgesamt 1 113 965 t; davon entfallen auf die staatlichen Gruben 1 074 083 t und auf die Grube Frankenholz 39 882 t. Die durchschnittliche Tagesleistung betrug bei 23,05 Arbeitstagen 48 335 t. Von der Kohlenförderung wurden 87 734 t in den eigenen Werken verbraucht, 39 627 t an die Bergarbeiter geliefert und 34 773 t den Kokereien zugeführt sowie 952 598 t zum Verkauf und Versand gebracht. Die Haldenbestände verminderten sich um 767 t. Insgesamt waren am Ende des Berichtsmonats 272 795 t Kohle und 3076 t Koks auf Halde gestürzt. In den eigenen angegliederten Betrieben wurden im Mai 1930 23 069 t Koks hergestellt. Die Belegschaft betrug einschließlich der Beamten 62 150 Mann. Die durchschnittliche Tagesleistung der Arbeiter unter und über Tage belief sich auf 878 kg.

### Die Roheisen- und Flußstahlgewinnung des Saargebietes im Monat Juni 1930.

Nach den statistischen Erhebungen der Fachgruppe der Eisen schaffenden Industrie im Saargebiet stellte sich die Roheisen- und Flußstahlgewinnung des Saargebietes im Monat Juni 1930 wie folgt:

#### Stand der Hochöfen

1930	Vorhanden	In Betrieb befindlich	Ge-dämpft	In Ausbesserung befindlich	Zum Anblasen fertigstehend	Leistungsfähigkeit in 24 h t
Januar . .	30	26	—	4	—	6370
Februar . .	30	26	—	4	—	6370
März . . .	30	26	—	4	—	6370
April . . .	30	26	—	4	—	6370
Mai . . . .	30	25	1	3	1	6370
Juni . . . .	30	26	1	2	1	6370

#### Roheisengewinnung

1930	Gießerei-roheisen t	Gußwaren 1. Schmelzung t	Thomasroheisen (basisches Verfahren) t	Roheisen insgesamt t
Januar . .	20 958	—	153 193	174 151
Februar . .	20 154	—	141 577	161 731
März . . .	18 148	—	163 606	181 754
April . . .	18 695	—	149 602	168 297
Mai . . . .	20 809	—	154 899	175 708
Juni . . . .	18 248	—	139 289	157 537

### Flußstahlgewinnung

1930	Roßblöcke			Stahlguß		Flußstahl insgesamt t
	Thomasstahl- t	basische Siemens-Martin-Stahl- t	Elektrostahl- t	basischer und Elektro- t	saurer t	
Januar . .	139 583	43 168	—	1449	592	184 792
Februar . .	127 877	45 464	—	1996	612	175 249
März . . .	141 926	44 323	—	1254	621	188 124
April . . .	125 980	39 564	—	1362	629	167 535
Mai . . . .	132 933	44 000	—	1446	695	179 074
Juni . . . .	110 589	35 175	—	1379	666	147 809

### Die Leistung der Walzwerke im Saargebiet im Juni 1930<sup>1)</sup>.

	Mai 1930 t	Juni 1930 t
A. Walzwerks-Fertigerzeugnisse:		
Eisenbahnoberbaustoffe . . . . .	14 441	14 063
Formeisen (über 80 mm Höhe) . . . . .	19 307	12 473
Stabeisen und kleines Formeisen unter 80 mm Höhe . . . . .	41 566	35 926
Bandeisen . . . . .	10 696	8 227
Walzdraht . . . . .	12 483	10 311
Grobbleche und Universalleisen . . . . .	16 476	12 355
Mittel-, Fein- und Weißbleche . . . . .	8 901	7 254
Röhren (gewalzt, nahtlose und geschweißte) . . . . .	2) 6 895	2) 6 623
Rollendes Eisenbahnzeug . . . . .	—	—
Schmiedestücke . . . . .	331	302
Andere Fertigerzeugnisse . . . . .	—	72
Insgesamt . . . . .	131 096	107 606
B. Halbzeug, zum Absatz bestimmt . . . . .	14 582	7 145

<sup>1)</sup> Nach den statistischen Erhebungen der Fachgruppe der Eisen schaffenden Industrie im Saargebiet. — <sup>2)</sup> Zum Teil geschätzt.

### Frankreichs Eisenerzförderung im April 1930.

Bezirk	Förderung		Vorräte am Ende des Monats April 1930 t	Beschäftigte Arbeiter	
	Monats-durchschnitt 1913 t	April 1930 t		1913	April 1930
Metz, Dieden-	1 761 250	1 639 646	1 037 309	17 700	14 734
hofen . . . . .	—	—	—	—	—
Briey et Meuse . . . . .	1 505 168	1 693 187	1 172 836	15 537	14 565
Lothringen } Longwy . . . . .	—	274 200	160 392	—	1 979
Longwy . . . . .	—	116 242	176 336	2 103	1 587
Nanzig . . . . .	159 743	116 242	176 336	—	—
Minieres . . . . .	—	35 662	7 722	—	325
Normandie . . . . .	63 896	176 829	213 085	2 808	3 102
Anjou, Bretagne . . . . .	32 079	45 448	41 463	1 471	1 485
Pyrenäen . . . . .	32 821	20 673	12 660	2 168	854
Andere Bezirke . . . . .	26 745	6 466	14 269	1 250	273
zusammen	3 581 702	4 008 353	2 836 072	43 037	38 904

### Luxemburgs Eisenindustrie im Jahre 1929.

Nach dem Bericht der Luxemburgischen Handelskammer für das Jahr 1929 entsprach die Lage des Eisenmarktes in den beiden ersten Monaten des Berichtsjahres durchaus den günstigen Verhältnissen während des Vorjahres. Dann machte sich eine leichte Abschwächung bemerkbar, die aber erst seit dem Monat November deutlicher in die Erscheinung trat. Die Erzeugung wies eine geringe Zunahme auf, und zwar stieg sie für Roheisen um 136 032 t = 5 % und für Stahl um 135 178 t = 5,25 %. Die Versorgung mit Rohstoffen, insbesondere mit Koks, ging unbehindert vor sich. Ernsthafte Schwierigkeiten in der Beschaffung der notwendigen Arbeitskräfte waren nicht zu verzeichnen, ebenso fanden keine Arbeitskämpfe statt. Die Rationalisierungsbestrebungen der Werke wurden ohne Unterbrechung fortgesetzt. Sie führten zu beachtenswerten Ergebnissen in der Richtung, daß die Herstellung von Fertigerzeugnissen einen immer stärkeren Raum einnahm. Infolgedessen gingen die für den Verkauf bestimmten Halbzeugmengen abermals zurück von 384 281 t auf 216 878 t = 43,5 %. Demgegenüber nahm die Herstellung von Fertigerzeugnissen stark zu, und zwar um 39 694 t für Eisenbahnoberbaueisen, 23 683 t für Träger und große Formeisen, 127 442 t für Stabeisen und kleine Formeisen, 5567 t für

Zahlentafel 1. Luxemburgs Eisenindustrie im Jahre 1928 und 1929.

a) Hochofen.				
	1928		1929	
Zahl der vorhandenen Hochofen	47		47	
Zahl der im Betrieb befindlichen Hochofen	39		38	
Zahl der beschäftigten Arbeiter	7 236		7 463	
Verbrauch an Erzen	5 687 499		6 065 399	
heimischen	4 341 566		4 546 383	
fremden	1 345 933		1 519 016	
Verbrauch an Koks	3 486 092		3 663 930	
	t	Fr	t	Fr
Erzeugung von Gießereirohisen	54 781	28 680 365	42 638	22 261 895
Thomasrohisen	2 710 603	1 349 522 222	2 859 250	1 537 518 428
Puddelrohisen	4 677	2 360 000	4 205	2 060 000

b) Stahlwerke.				
	1928		1929	
Zahl der Stahlwerke	7		7	
Zahl der beschäftigten Arbeiter	3 226		3 182	
Verbrauch an Roheisen	2 771 101		2 922 650	
Schrott	131 830		124 223	
Kalk und Dolomit	432 582		472 336	
	t	Fr	t	Fr
Erzeugung an Thomasstahl	2 536 766	1 465 267 502	2 669 759	1 684 573 712
Siemens-Martin-Stahl	23 483	57 920 110	22 536	56 340 000
Elektrostahl	6 830	8 563 000	9 962	17 433 500
Thomasschlacke	598 215	113 993 610	635 486	166 144 561
anderen Schlacken	113 256	16 058 488	124 423	19 010 346

c) Walzwerke.				
	1928		1929	
Zahl der Walzwerke	6		6	
Zahl der beschäftigten Arbeiter	8 109		8 524	
Verbrauch an Rohblöcken	2 638 514		2 858 503	
	t	Fr	t	Fr
Herstellung von Halbzeug zum Verkauf	384 281	276 838 326	216 878	174 523 552
Trägern u. großem Formeisen	393 029	347 772 307	416 712	384 426 684
Stabeisen u. kleinem Formeisen	842 723	721 561 310	970 165	909 914 575
Eisenbahnoberbauzeug	153 062	157 809 269	192 756	205 239 707
Walzdraht	121 697	100 400 025	127 264	128 536 640
Bandeisen	89 316	89 196 750	91 658	96 707 100
Bleichen u. Universaleisen	83 810	96 381 500	111 849	129 744 840
Sonstigem	369 590	178 556 403	412 655	222 594 926

d) Gießereien.				
	1928		1929	
Zahl der in Betrieb befindlichen Gießereien	11		11	
Zahl der beschäftigten Arbeiter	861 <sup>1)</sup>		879	
Verbrauch an Roheisen	28 488		29 387	
Schrott	28 414		28 752	
	t	Fr	t	Fr
Herstellung von Topfguß	597	1 497 400	720	1 876 000
Maschinen- u. sonstigem Guß	52 248	62 895 197	52 506	64 446 792

<sup>1)</sup> Berichtigte Zahl.

Walzdraht, 2342 t für Bandeseisen, 28 039 t für Bleche und Universaleisen.

Die Frachtfrage hat für die luxemburgischen Werke insofern eine befriedigende Lösung gefunden, als seit dem 1. Mai 1929 die belgische und luxemburgische Industrie auf den belgischen Bahnen vollkommen gleich behandelt wird. Dagegen hat die luxemburgische Industrie eine neue Belastung durch den Umstand erfahren, daß die Frachtsätze auf den luxemburgischen Bahnen seit dem 1. Juli 1929 um 15 % heraufgesetzt worden sind.

Einzelheiten über die Erzeugung der luxemburgischen Hochofen-, Stahl-, Walzwerke und Gießereien sind aus nebenstehender Zahlentafel 1 ersichtlich.

Großbritanniens Außenhandel im 1. Halbjahr 1930.

Minerale und Erzeugnisse	Einfuhr		Ausfuhr	
	Januar bis Juni		Januar bis Juni	
	1929	1930	1929	1930
	t zu 1000 kg		t zu 1000 kg	
Eisenerze, einschl. manganhaltiger	2 672 883	2 699 296	5 105	2 627
Manganerze	152 556	135 037	—	—
Schwefelkies	175 238	206 276	—	—
Steinkohlen	12 249	8 816	28 543 137	29 005 449
Steinkohlenkoks	—	—	1 325 242	1 030 845
Steinkohlenbriketts	494	538	605 111	542 288
Alteisen	20 004	122 467	253 299	92 831
Roheisen, einschl. Eisenlegierungen	59 581	142 436	303 237	194 102
Eisenguß	1 142	1 294	683	1 275
Stahlguß und Sonderstahl	8 688	9 167	2 480	2 713
Schmiedestücke	1 863	2 320	56	1 531
Stahlschmiedestücke	2 693	2 605	363	639
Schweißisen (Stab-, Winkel-, Profil-)	92 659	90 954	12 828	9 621
Stahlstäbe, Winkel u. Profile	173 884	212 009	164 180	127 226
Rohstahlblöcke	23 626	18 868	532	497
Vorgewalzte Blöcke, Knüppel und Platinen	283 755	299 551	7 565	4 214
Brammen und Weißblechbrammen	195 545	290 368	1 943	2 875
Träger	64 839	65 473	40 938	34 082
Schienen	5 016	7 920	178 001	148 754
Schienenstäbe, Schwellen, Laschen usw.	—	—	24 003	46 805
Radsätze	253	193	7 915	7 062
Radreifen, Achsen	98	62	11 279	16 151
Sonst. Eisenbahnzeug, nicht besonders benannt	1 905	2 705	31 484	19 087
Bleche, nicht unter 1/8 Zoll. Desgl. unter 1/8 Zoll.	102 724	90 511	99 946	75 385
Verzinkte usw. Bleche	—	—	149 291	109 745
Schwarzbleche	—	—	406 746	266 178
Weißbleche	—	—	16 757	12 789
Panzerplatten	—	—	295 285	286 701
Walzdraht	63 444	50 482	—	—
Draht und Drahterzeugnisse	44 771	40 191	64 600	51 278
Drahtstifte	34 962	33 523	1 317	1 295
Nägeln, Holzschrauben, Niete	7 308	6 702	12 119	8 640
Schrauben und Muttern	6 310	6 160	13 466	14 541
Bandeisen u. Röhrenstreifen	81 545	95 230	26 888	20 454
Röhren und Röhrenverbindungen aus Schweißisen	142 045	34 144	163 140	127 688
Desgl. aus Gußeisen	17 841	12 088	65 869	62 435
Ketten, Anker, Kabel	—	—	8 948	7 332
Oefen, Roste, sanitäre Gegenstände aus Gußeisen	—	—	9 991	9 020
Bettstellen und Teile davon	—	—	6 480	4 068
Küchengerät, emailliert u. nicht emailliert	2 618	3 172	8 427	6 916
Erzeugnisse aus Eisen und Stahl, nicht besonders benannt	42 127	39 440	139 925	145 202
Insgesamt Eisen- und Stahlwaren (ohne Alteisen)	1 361 242	1 557 568	2 276 682	1 826 301

<sup>1)</sup> Berichtigte Zahlen.

## Wirtschaftliche Rundschau.

Verein für die Interessen der Rheinischen Braunkohlen-Industrie (e. V.), Köln. — Aus den bisher veröffentlichten Statistiken über die Kohlenwirtschaft<sup>1)</sup> geht hervor, daß der Weltkohlenmarkt im Berichtsjahr eine gegen das Vorjahr wesentlich erhöhte Aufnahmefähigkeit zeigte, deren Hauptursache in dem langanhaltenden strengen Winter zu Beginn des Berichtsjahres zu suchen sein dürfte. Ungefähr im gleichen Ausmaße wie die Steinkohle zeigte auch die Braunkohle im Berichtsjahr das Bild einer günstigen Aufwärtsbewegung. Die Braunkohlenförderung der Welt ist von 213,5 im Vorjahre auf 230,6 im Berichtsjahr, also um 17,1 Mill. t gestiegen. Sie entfällt zu 95,8 % auf Europa, dessen Braunkohlenförderung eine Zunahme aufweist von 206,2

im Vorjahre auf 220,7 im Berichtsjahr, also von 14,5 Mill. t. Der Hauptanteil, und zwar 79,4 % der europäischen Förderung, entfällt auf Deutschland, dessen Förderung sich erhöht hat von 166,2 im Vorjahre auf 175,2 im Berichtsjahr, also um 9,0 Mill. t. Der rheinische Braunkohlenbergbau hat eine Zunahme zu verzeichnen von 48,1 im Vorjahre auf 53,1 im Berichtsjahr, also von rund 5 Mill. t (s. Zahlentafel 1). In Prozenten ausgedrückt beträgt demnach die Steigerung gegenüber dem Vorjahre für die Weltförderung 8, für Europa 7, für Deutschland 5,4 und für das Rheinland 10,4 %. Zieht man das letzte Friedensjahr 1913 heran, so betrug die Steigerung für Deutschland (175,2 gegenüber 87,2 Mill. t) 101 % und für das Rheinland (53,1 gegenüber 20,6 Mill. t) 158 %. Die im letzten Jahre erfolgte stärkere Steigerung der Weltförderung gegenüber der europäischen dürfte wohl auf

<sup>1)</sup> Vgl. St. u. E. 50 (1930) S. 1043/7.

Zahlentafel 1. Gesamt-Braunkohlenförderung Deutschlands und Anteil der rheinischen Braunkohlenindustrie.

Jahr	Gesamt-Braunkohlenförderung im Deutschen Reiche	Förderung der rhein. Braunkohlenindustrie	Anteil der rhein. Braunkohlenindustrie an der Gesamtförderung in %
	in 1000 t	in 1000 t	
1913	87 116	20 256	23,2
1926	139 151	39 906	28,7
1927	150 806	44 256	29,3
1928	166 224	49 066	28,9
1929	175 178	53 130	30,3

die kräftigere Entwicklung des japanischen und australischen Braunkohlenbergbaues zurückzuführen sein. Die Tschechoslowakei hat ihre Förderung von 20,7 auf 22,6 Mill. t gesteigert, während Ungarn eine Mehrförderung von 6,5 im Vorjahre auf 7,0 im Berichtsjahr, also von 0,5 Mill. t. aufweist.

Die Verteilung der deutschen Braunkohlenförderung auf die einzelnen Oberbergamtsbezirke Preußens sowie die übrigen Länder Deutschlands geht aus Zahlentafel 2 hervor.

Zahlentafel 2. Braunkohlenförderung in den einzelnen Ländern Deutschlands.

	1913	1928	1929
	Förderung in 1000 t		
Oberbergamtsbezirk Bonn*	20 335	47 976	52 849
" Halle	46 502	78 851	81 568
" Breslau	2 305	10 765	11 683
" Clausthal	1 115	2 824	2 857
Preußen zusammen	70 257	140 416	148 957
Sachsen-Altenburg	4 910	5 648	5 456
Sachsen	6 316	11 934	12 969
Braunschweig	1 824	4 020	3 957
Anhalt	1 474	1 041	959
Hessen	429	457	669
Bayern	1 895	2 708	2 211
Übrige deutsche Staaten	11	—	—
Deutschland zusammen	87 116	166 224	175 178
*davon Westerwald	83	92	146

Die Braunkohlenbrikett-Herstellung bewegte sich ebenfalls in aufsteigender Linie. Sie hat sich für Deutschland (s. Zahlentafel 3) von 40,2 im Vorjahre auf 42,3 im Berichtsjahr, also um 2,1 Mill. t oder um 5,2 % erhöht, während das Rheinland eine Zunahme von 11,2 im Vorjahre auf 12 im Berichtsjahr, also von 0,8 Mill. t oder 7,1 % aufweist. Nicht unwesentlich hat zu dieser günstigen Fortentwicklung im rheinischen Braunkohlenbergbau die Tatsache beigetragen, daß der Arbeitsfriede auf längere Zeit gesichert ist. Zahlentafel 4 zeigt die Verteilung der Briketterzeugung auf die Oberbergamtsbezirke Preußens sowie die übrigen an der Briketterzeugung beteiligten Länder Deutschlands.

Von den bereits erwähnten Folgerscheinungen der beiden abnormen Winter Anfang 1929 und Anfang 1930 wurde naturgemäß der Absatz des Braunkohlenbergbaues, der in erster Linie

Zahlentafel 3. Gesamt-Brikett-Herstellung Deutschlands und Anteil der rheinischen Braunkohlenindustrie.

Jahr	Gesamt-Brikett-Herstellung im Deutschen Reiche	Brikett-Herstellung der rhein. Braunkohlenindustrie	Anteil der rhein. Braunkohlenindustrie an der Gesamt-Brikett-Herstellung in %	Zahl der im rhein. Braunkohlenrevier vorhandenen Brikettpressen
	in 1000 t	in 1000 t		
1913	21 392	5 825	27,2	403
1926	34 358	9 460	27,5	619
1927	36 463	10 391	28,5	652
1928	40 158	11 181	27,8	700
1929	42 279	12 245	29,0	739

Zahlentafel 4. Brikett-Herstellung in den einzelnen Ländern Deutschlands.

	1913	1927	1928	1929
	Brikett-Herstellung in 1000 t			
Oberbergamtsbezirk Bonn	5 825	10 360	11 182	12 245
Breslau	516	2 232	2 463	2 517
Halle	11 238	17 259	19 199	20 126
Clausthal	149	183	235	266
Preußen zusammen	17 728	30 034	33 079	35 154
Sachsen	1 433	3 072	3 365	3 603
Bayern	75	2 663	2 03	153
Sachsen-Altenburg	1 443	2 718	2 637	2 637
Anhalt	210	70	55	20
Braunschweig	479	621	736	710
Hessen	24	3	2	2
Deutschland zusammen	21 392	36 463	40 158	42 279

für die Hausbrandversorgung in Frage kommt, in besonders starkem Maße getroffen. Die Uebereindeckungen des Handels nach dem schweren Winter 1928/29 wirkten sich zu Beginn des laufenden Jahres unangenehm auf den Brikettsatz aus, zumal sich auf den Händlerlagern noch große Mengen Koks und Anthrazitkohlen befanden. Hinzu kam, daß die allgemeine Wirtschaftskrise im ersten Monat des laufenden Jahres, die, von der Landwirtschaft ausgehend, sich auf fast alle Erwerbszweige ausdehnte, und ferner der verstärkte Wettbewerb des Ferngases die Aufnahmefähigkeit der industriellen Betriebe für die Erzeugnisse des Braunkohlenbergbaues stark beeinträchtigte. Stapelungen in den Wintermonaten in einem Ausmaße, wie sie seit Jahren selbst im Sommer nicht gekannt waren, Feierschichten, Außerbetriebsetzungen oder Drosselung der Erzeugung der Brikettfabriken waren die unvermeidlichen Folgen.

Das Jahr 1929 brachte dem rheinischen Braunkohlenbergbau eine Absatzsteigerung an Rohbraunkohle von 5 064 000 t, d. h. von 10,5 % gegenüber dem Vorjahre (s. Zahlentafel 5). Von dem Gesamtabsatz entfallen rd. 77,9 % auf den Selbstverbrauch der Werke und 22,1 % auf den Verkauf gegenüber 78,4 % und 21,6 % im Vorjahre. Die Absatzsteigerung ist einerseits auf die erhöhte Briketterzeugung zurückzuführen und andererseits dem beträchtlich vermehrten Absatz an die auf der Braunkohle errichteten Elektrizitätswerke zu verdanken. Der Gesamtabsatz an Briketts erhöhte sich dank der regen Nachfrage gegenüber dem Vorjahre um 9,5 %.

Zahlentafel 5. Absatz der rheinischen Braunkohlenindustrie an Braunkohlen und Braunkohlenbriketts.

	1927	1928	1929
	t	t	t
Selbstverbrauch an Braunkohlen	34 646 400	37 719 900	41 389 100
Durch Verkauf abgesetzte Braunkohlen	9 608 900	10 436 500	11 909 100
Gesamtabsatz an Braunkohlen	44 255 300	48 156 400 <sup>1)</sup>	53 298 200 <sup>2)</sup>
Selbstverbrauch an Braunkohlenbriketts	386 000	383 500	309 700
An das Syndikat gelieferte Briketts	10 005 400	10 798 100	11 935 600
Gesamtabsatz an Briketts	10 391 400	11 181 600	12 245 300

<sup>1)</sup> Einschl. 91 100 — <sup>2)</sup> 168 900 t in der verkauften Menge enthaltenen blasfertigen Braunkohlenstaubes.

Der Eisenbahn-Versand verlief im Jahre 1929 fast durchweg reibungslos. Dagegen wurde der Verkehr auf dem Wasserwege zweimal empfindlich in Mitleidenschaft gezogen, und zwar zuerst durch den bereits erwähnten Frost und sodann in den letzten 4 Monaten des Berichtsjahres durch den niedrigen Wasserstand des Rheins, der eine volle Auslastung der Fahrzeuge unmöglich machte.

Das Rheinische Braunkohlen-Syndikat hat die von den amtlichen Organen der Kohlenwirtschaft am 30. Oktober 1929 beschlossene Erhöhung der Verkaufspreise mit Wirkung vom 1. Dezember 1929 an in Kraft gesetzt. Die Erhöhung betrug bis zu 1 RM je t, so daß sich die Tonne Hausbrandbriketts auf 15 RM stellte. Auf den vorstehenden Preis wurden die bisherigen Sonderrabatte gewährt; außerdem gelangte nach Jahresabschluß wie bisher eine Sondervergütung von 2 RM je t auf die geringste Monatsabnahme zur Auszahlung. Ueber die Entwicklung der Braunkohlenbrikett-Preise im Vergleich zu einigen anderen Brennstoffpreisen unterrichtet Zahlentafel 6.

Zahlentafel 6. Entwicklung von Steinkohlen- und Braunkohlenbrikett-Preisen.

	„Union“ Hausbrandbriketts	Braunkohlenbriketts Ostelb. Braunkohlen-syndikat Kerngebiet	Fettstückkohle I Ruhrgebiet	Fettförderkohle Ruhrgebiet	Hochofenkoks Ruhrgebiet
	RM je t	RM je t	RM je t	RM je t	RM je t
15. Dezemb. 1928	14,—	15,10	22,—	16,87	21,45
16. Dezemb. 1928	14,—	15,10	22,—	16,87	23,50
1. März 1929	13,50	15,10	22,—	16,87	23,50
1. April 1929	12,—	15,10	22,—	16,87	23,50
1. Mai 1929	11,50	14,—	22,—	16,87	23,50
1. Juli 1929	12,—	14,—	22,—	16,87	23,50
1. August 1929	13,—	14,—	22,—	16,87	23,50
1. Septemb. 1929	14,—	14,80	22,—	16,87	23,50
1. Oktober 1929	14,—	15,—	22,—	16,87	23,50
1. Novemb. 1929	14,—	15,10	22,—	16,87	23,50
1. Dezemb. 1929	15,—	15,10	22,—	16,87	23,50

Der Arbeitsmarkt im rheinischen Braunkohlenbergbau zeichnete sich durch eine erfreuliche Festigkeit aus. *Zahlentafel 7* gibt einen Ueberblick über Stärke und Zusammensetzung der Belegschaft des rheinischen Braunkohlenbergbaues.

Zahlentafel 7. Zahl der Arbeiter im rheinischen Braunkohlenbergbau.

Jahr	Gesamtbelegschaft	Erwachsene männliche Arbeiter	Jugendliche männliche Arbeiter	Weibliche Arbeiter
1926	14 578	14 394	158	26
1927	13 888	13 705	159	24
1928	14 025	13 883	119	23
1929	14 450	14 305	121	24

Auch im Jahre 1929 wurden die Bewegungen auf dem Gebiete der Arbeitszeit- und Lohnregelung infolge Kündigung des Arbeitszeitabkommens sowie der bestehenden Lohnregelung durch die Gewerkschaften zum 30. September erneut in Fluß gebracht. Am 21. September wurde ein Schiedsspruch gefällt, der die bisherige Arbeitszeit (9 Stunden Schichtzeit, 8½ Stunden Arbeitszeit) ab 1. Oktober wieder in Kraft setzte und vom gleichen Zeitpunkt ab eine Erhöhung der Tariflöhne um 6 % und mit Wirkung vom 1. Oktober 1930 ab um weitere 2 % auf die jetzigen Löhne, also insgesamt 8 % vorsah. Die nachstehende Zusammenstellung zeigt die Entwicklung der Tarifstundenlöhne des gelernten Handwerkers und des ungelerten Arbeiters über 20 Jahre in den letzten Jahren:

	ab 1. 10. 27 <i>R.M.</i>	ab 1. 9. 28 <i>R.M.</i>	ab 1. 10. 29 <i>R.M.</i>
Gelernte Handwerker über 20 Jahre	0,89	0,97	1,03
Ungelernte Arbeiter über 20 Jahre	0,74	0,84	0,89

Der Gesamtbruttolohn stieg von 10 126 300 *R.M.* im 4. Vierteljahr 1928 auf 10 868 400 *R.M.* im 4. Vierteljahr 1929, der Durchschnittslohn aller Arbeiterklassen in der gleichen Zeit von 8,66 *R.M.* auf 9,18 *R.M.* je Schicht.

Die Erneuerungsarbeiten der Werke konnten auch im Jahre 1929 erfolgreich fortgeführt werden. Sie bestanden in den Grubenbetrieben vorwiegend in Vorarbeiten, die die Umstellung mehrerer Kettenbahn-Förderungen auf Großraumförderung zum Ziele haben. Mehrere Brikettfabriken erfuhren im Laufe des Berichtsjahres eine weitere Vervollkommnung durch Einbau von Entstaubungsanlagen neuer Bauart, Verbesserung der Kühleinrichtungen und Entfernung veralteter Pressen, an deren Stelle in einigen Fällen neue Zwillingsspressen aufgestellt wurden. Die fortschreitende Mechanisierung der Betriebe erfaßt immer neue Arbeitsvorgänge. Die Wiederurbarmachung ausgekohler Tagebaufelder und Halden wurde im Berichtsjahr planmäßig gefördert, und es wurden sowohl in der Wiederaufforstung als auch in der Rekultivierung zur landwirtschaftlichen Nutzung erfreuliche Ergebnisse erzielt. Der Umfang der wieder nutzbar gemachten Flächen ist von 251,73 ha zu Beginn des Jahres 1923 auf 964 ha im Frühjahr 1929 gestiegen. Der rheinische Braunkohlenbergbau benötigte von der bisher insgesamt in Anspruch genommenen Fläche von 4146 ha Anfang 1929 für die verschiedensten Betriebszwecke (Tagebaue, Betriebsanlagen, Siedlungen, Werkwohnungen usw.) noch 2890 ha.

**Eisenbahn und Kraftwagen.** — Unter der Losung „Schafft Ordnung!“ hat der Verein zur Wahrung der gemeinsamen wirtschaftlichen Interessen in Rheinland und Westfalen die auf der Düsseldorfer Verkehrstagung vom 27. Mai 1930 vertretenen widerstreitenden Auffassungen in einem Sonderheft „Eisenbahn und Kraftwagen“ seiner „Mitteilungen“ einheitlich zusammengefaßt. Im Hinblick auf die Beachtung, die diese vom Langnamverein gemeinsam mit dem Institut für Verkehrswissenschaft an der Universität Köln veranstaltete Tagung in der Öffentlichkeit gefunden hat, wird eine geschlossene Darstellung des Verhandlungsganges sicherlich begrüßt werden. In den Berichten kamen für die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft Reichsbahndirektor Dr. Zietzschmann, für den Reichsverband der Automobilindustrie Dr.-Ing. W. Scholz, für die Reichspost Ministerialdirektor Dr.-Ing. Küsgen und für den Verband deutscher Verkehrsverwaltungen Oberbaurat a. D. Müller zu Wort. Verbandsdirektor Müller erörterte eingehend den Wettbewerb vom Standpunkt des gesamten nichtreichseigenen Verkehrs. In der anschließenden Aussprache wurden die strittigen Wettbewerbsfragen durch zahlreiche Vertreter aus Wissenschaft und Praxis von den verschiedensten Seiten in grundlegenden Ausführungen klarzustellen versucht. Es sprachen die Spediteure Fritz Bäte

und Adolf Koch, Generaldirektor H. Späth, Rhenania-Ossag Mineralölwerke A.-G., Oberbürgermeister a. D. Plaßmann und Dipl.-Ing. Herrmann, Vorstand der A.-G. Kraftverkehr Nordmark. Aus Kreisen der Wissenschaft ergriffen Professor Dr. Blum und Professor Dr. Most das Wort, während von der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft weiterhin noch Reichsbahndirektor Dr. Homberger und Staatssekretär a. D. Vogt zu Worte kamen. Die Gegensätzlichkeit der von den verschiedenen Wettbewerbsgegnern vorgetragenen Gesichtspunkte fand abschließend in dem viel beachteten Schlußwort des Verhandlungsleiters Dr. Silberberg eine umfassende und gedankenreiche Kritik. Ein dem Heft angegliedertes ausführliches Sachverzeichnis erleichtert den Ueberblick über die Verhandlungsgegenstände.

Das Sonderheft „Eisenbahn und Kraftwagen“ ist zum Preise von 1,70 *R.M.* (einschl. Porto) unmittelbar vom Verein zur Wahrung der gemeinsamen wirtschaftlichen Interessen in Rheinland und Westfalen, Düsseldorf, Stahlhof, zu beziehen.

**Vereinigte Stahlwerke, Aktiengesellschaft, Düsseldorf.** — Nach dem Bericht der Verwaltung über das 3. Geschäftsvierteljahr 1929/30 (April bis Juni 1930) wurden im Vergleich zu dem vorhergehenden Vierteljahr gefördert oder erzeugt:

	3. Geschäftsvierteljahr 1929/30 (April bis Juni 1930)	2. Geschäftsvierteljahr 1929/30 (Januar bis März 1930)
Kohle . . . . .	5 926 550 t	6 679 610 t
Koks . . . . .	2 156 503 t	2 435 312 t
Roheisen . . . . .	1 140 815 t	1 477 951 t
Rohstahl . . . . .	1 185 859 t	1 564 884 t

Insgesamt betrug die Erzeugung:

	im laufenden Geschäftsjahr 9 Monate (Okt. 29 bis Juni 30)	im vorhergehenden Geschäftsjahr 9 Monate <sup>1)</sup> (Okt. 28 bis Juni 29)
Kohle . . . . .	19 956 890 t	19 828 050 t
Koks . . . . .	7 249 005 t	6 917 675 t
Roheisen . . . . .	4 276 208 t	4 327 517 t
Rohstahl . . . . .	4 456 269 t	4 723 876 t

Die Zahl der Arbeiter und Angestellten hat sich wie folgt entwickelt:

	am 30. Juni 1930	am 31. März 1930	am 30. Juni 1929
Arbeiter	154 315	169 336	176 207
davon Steinkohlenbergbau	74 442	82 514	85 608
Angestellte	15 353	15 431	15 287
davon Steinkohlenbergbau	4 970	4 984	4 913

Der Umsatz mit Fremden belief sich im:

	3. Geschäftsvierteljahr 1929/30 (April bis Juni 1930) (vorläufige Zahlen) <i>R.M.</i>	2. Geschäftsvierteljahr 1929/30 (Januar bis März 1930) (endgültige Zahlen) <i>R.M.</i>
auf insgesamt . . . . .	289 696 381	329 392 596
Davon entfallen auf		
Abnehmer im Inlande . . . . .	180 435 453	206 893 249
Abnehmer im Auslande . . . . .	109 260 928	122 499 347

Insgesamt betrug der Umsatz mit Fremden:

	im laufenden Geschäftsjahr 9 Monate (Okt. 29 bis Juni 30) (vorläufige Zahlen) <i>R.M.</i>	im vorhergehenden Geschäftsjahr 9 Monate <sup>1)</sup> (Okt. 28 bis Juni 29) (endgültige Zahlen) <i>R.M.</i>
Davon entfallen auf	975 384 274	1 035 781 072
Abnehmer im Inlande . . . . .	606 614 694	651 797 149
Abnehmer im Auslande . . . . .	368 769 580	383 983 923

In den obigen Zahlen ist der Umsatz zwischen den einzelnen Abteilungen der Vereinigten Stahlwerke und der Umsatz der zum Konzern der Vereinigten Stahlwerke gehörenden Beteiligungen nicht enthalten.

Die spezifizierten Auftragsbestände der Hüttenwerke und Verfeinerungsbetriebe an Eisen- und Stahlerzeugnissen, die am 30. Juni 1930 in den Büchern der Vereinigten Stahlwerke standen, machen etwa 51,9 % des entsprechenden Auftragsbestandes im Monatsdurchschnitt des Geschäftsjahres 1928/29 aus.

**Deutsche Ammoniak-Verkaufs-Vereinigung, G. m. b. H., Bochum.** — Die ungünstigen wirtschaftlichen Verhältnisse der Landwirtschaft sowohl im Inlande als auch im Auslande waren dem Absatz von Stickstoffdünger im Jahre 1929 nicht förderlich.

<sup>1)</sup> Nov. 1928: Arbeitskampf innerhalb der Nordwestlichen Gruppe des Vereins Deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller.

Die Lager der Kokereien an schwefelsaurem Ammoniak wurden zwar bis Mitte April bis auf den üblichen eisernen Bestand geräumt. Von diesem Zeitpunkt ab mußten jedoch ständig steigende Mengen von schwefelsaurem Ammoniak auf Lager genommen werden. Ende Dezember 1929 betrug die Lagermenge an schwefelsaurem Ammoniak rd. 42 % der Jahreserzeugung, die mit in das neue Jahr hinübergenommen werden mußte. Der Absatz von salzsaurem Ammoniak erfuhr keine wesentliche Aenderung.

Im September 1929 trat die Gewerkschaft Rheinland, Homberg (Ndrh.), dem Lieferungsvertrag bei. Mit der Deutschen Erdöl-Aktiengesellschaft wurde im Dezember 1929 ein Abkommen über den Verkauf der Stickstoffherzeugung von der Zeche Graf Bismarck und dem Mineralölwerk in Rositz getroffen.

**Benzol-Verband, G. m. b. H., Bochum.** — Die Erzeugungs-, Absatz- und Erlösverhältnisse haben sich im Jahre 1929 weiter günstig entwickelt. Gegenüber dem Vorjahre ist die Benzolherzeugung der Mitglieder um rd. 20 % gestiegen. Den Bemühungen der am deutschen Treibstoffgeschäft beteiligten maßgebenden Treibstoffgesellschaften ist es gelungen, den deutschen Treibstoffmarkt vor Preiskämpfen und sonstigen Erschütterungen zu bewahren, wodurch die Vorbedingungen für eine befriedigende Gestaltung der Verkaufserlöse für Benzol geschaffen worden waren. Der Ende 1929 abgelaufene Kartellvertrag mit der Benzol-Vereinigung des Ostens, G. m. b. H., Berlin, ist vorläufig um ein weiteres Jahr verlängert worden.

**Deutsche Edeldahlwerke, Aktiengesellschaft, Krefeld.** — Das Geschäftsjahr 1928/29 stand im Zeichen einer weiter rückläufigen Marktlage, wodurch das Ergebnis ungünstig beeinflusst wurde. Da auch die Vervollkommnung der Werkstoffgüte und die Verbesserung der technischen Einrichtungen der Werke weiter tatkräftig gefördert werden mußten, sah sich die Gesellschaft veranlaßt, eine weitgehende Umstellung und Zusammenfassung des gesamten Erzeugungs- und Verkaufsapparates einzuleiten, die inzwischen im wesentlichen durchgeführt ist. Die Anlagen des Werkes „Bochumer Stahlindustrie“ wurden an die Vereinigten Stahlwerke, Aktiengesellschaft, übertragen, die der „Glockenstahlwerke“ (vorm. Richard Lindenberg), Remscheid, am 31. Dezember 1929 stillgelegt, so daß nach dem inzwischen erfolgten Ausbau des Krefelder Stahlwerkes die gesamte Erzeugung in den beiden Werken Bergische Stahlindustrie, Remscheid, und Krefelder Stahlwerk, Krefeld, sowie den Abteilungen Hammerwerk Werdohl und Magnetfabrik Dortmund zusammengefaßt ist. Die Verkaufsabteilungen sowie die Verwaltung wurden nach Krefeld verlegt. Durch die Durchführung dieser Maßnahmen war es der Gesellschaft möglich, die Selbstkosten den Marktpreisen anzupassen, die Güte ihrer Erzeugnisse weiter zu verbessern und die Verkaufskosten erheblich zu verringern.

Die Gewinn- und Verlustrechnung weist einschließlich 728 410,52 *RM* Verlustvortrag aus dem Vorjahre einen Gesamtverlust von 3 158 892,65 *RM* aus. Hiervon werden 3 Mill. *RM* aus der Rücklage gedeckt und 158 892,65 *RM* auf neue Rechnung vorgetragen.

**Aktiengesellschaft Brown, Boveri & Cie. in Baden (Schweiz).** — Wie wir dem Bericht über das Geschäftsjahr 1929/30 entnehmen, ist die Schweiz bis jetzt im allgemeinen von der Arbeitslosigkeit verschont geblieben; die meisten Maschinenfabriken dürften zur Zeit noch gut mit Arbeit versehen sein. Allerdings macht sich ziemlich allgemein ein stärkerer Druck auf die ohnedies wenig befriedigenden Preise geltend als Folge der Jagd nach Aufträgen, die den sich mehrenden Lücken in der Beschäftigung vieler Fabriken abhelfen sollen. Die von der Gesellschaft im Auslande gegründeten Tochtergesellschaften brachten immer wieder neue Bestellungen und schufen dadurch die Möglichkeit, den kostspieligen technisch-wissenschaftlichen Apparat in der Schweiz aufrecht zu erhalten. Die Werkstätten in Baden waren noch gut mit langfristigen Aufträgen versehen, während sich im Werke Münchenstein bereits ein gewisser Rückgang der Aufträge bemerkbar machte.

Der Abschluß verzeichnet einen Rohgewinn von 14 661 739,42 Fr und nach Abzug aller Unkosten und Abschreibungen einen Reingewinn von 5 316 479,49 Fr. Hiervon sollen 500 000 Fr der Rücklage zugeführt, 247 754,69 Fr Gewinnanteil an den Verwaltungsrat gezahlt, 650 000 Fr für Belohnungen und Unterstützungen verwendet, 3 528 000 Fr Gewinn (9 % wie im Vorjahre) auf 39,2 Mill. Fr Aktienkapital ausgeteilt und 390 724,80 Fr auf neue Rechnung vorgetragen werden.

Durch Beschluß der außerordentlichen Hauptversammlung vom 26. Oktober 1929 wurde das Aktienkapital von 39 200 000 Fr auf 47 040 000 Fr durch Ausgabe von 112 000 Namensaktien, Serie B, von je 70 Fr erhöht.

Von den der Gesellschaft nahestehenden Unternehmungen hat die Motor-Columbus Aktiengesellschaft für elektrische Unternehmungen, Baden, wie in den Vorjahren wieder eine Dividende von 10 % verteilt. Die Holding Brown, Boveri & Cie., Aktiengesellschaft, Basel — früher Elektrizitätsgesellschaft Alioth — hat unter der neuen Firma mit 31. Dezember 1929 ihr erstes Geschäftsjahr abgeschlossen und einen Gewinn von 7 % auf das erhöhte Aktienkapital von 12 000 000 Fr zur Ausschüttung gebracht. Die Brown, Boveri & Cie., Aktiengesellschaft, Mannheim, konnte ihr Geschäftsjahr 1929 mit einem befriedigenden Auftragsbestand beginnen und auch den Umsatz über Vorjahreshöhe halten. Es gelangte wieder eine Dividende von 9 % zur Ausschüttung. Die unbefriedigende wirtschaftliche Lage kommt auch in Klagen der Mannheimer Firma über Auftrags- und Umsatzrückgang zum Ausdruck. Die Werkstätten der Compagnie Electro-Mécanique, Paris, sind bei zufriedenstellenden Preisen mit Aufträgen gut versehen. Der Gewinnausteil konnte auf 11 % erhöht werden. Die Geschäftslage der Tecnomasio Italiano Brown Boveri, Mailand, war im abgelaufenen Jahre weniger befriedigend. Durch die starke Entwicklung der elektrotechnischen Maschinenindustrie in Italien scheint ein gewisses Mißverhältnis zwischen Erzeugungs- und Absatzmöglichkeiten eingetreten zu sein, dessen Folge ein maßloser Wettbewerbskampf ist, an dem sich auch die ausländische Industrie kräftig beteiligt. Die Dividende betrug wie im Vorjahre 7 %. Die Aktieselskabet Norsk Elektrisk & Brown Boveri, Oslo, verteilte wieder einen Gewinn von 4 %. Die Werkstätten sind zur Zeit wegen der auch in Norwegen herrschenden schlechten Wirtschaftslage etwas weniger gut beschäftigt als vor einem Jahre. Die „Micafil“ A.-G., Altstetten bei Zürich, konnte ihren Umsatz steigern und die Dividende von 8 % im Vorjahre auf 9 % erhöhen. Die Oesterreichischen Brown Boveri-Werke, A.-G., Wien, und deren Zweiggeschäfte verteilen trotz des Konjunkturrückganges wieder einen Gewinn von 14 %. Bei den Polnischen Elektrizitätswerken Brown Boveri, A.-G., Warschau, haben sich die unerfreulichen Geschäftsverhältnisse in Polen weiter verstärkt und zu großen Zahlungsrückständen und Zinsverlusten geführt. Der Jahresabschluß für 1928 ergab einen Verlust; auch der Abschluß für 1929 dürfte kaum besser sein. Die American Brown Boveri Electric Corporation, Camden, N. J., hat im Geschäftsjahre 1929 befriedigend gearbeitet und einen Jahresgewinn von 402 436,24 \$ ausgewiesen.

## Vereins-Nachrichten.

### Verein deutscher Eisenhüttenleute.

#### Aenderungen in der Mitgliederliste.

- Schmidt, Hans*, Dipl.-Ing., Preuß. Bergakademie, Clausthal-Zellerfeld 1.  
*Schumacher, Adolf*, Geschäftsführer des Feinblechverband, G. m. b. H., Köln; Düsseldorf-Benrath, Schloßallee 2.  
*Tunder, Siegfried R.*, Dipl.-Ing., Sharon Steel Hoop Comp., Youngstown (O.), U. S. A.  
*Wolff, Carlo*, Dr. jur., Rechtsanwalt, Verwaltungsdirektor der Fa. Caesar Wollheim und der Brikettf. Zaborze, G. m. b. H., Hindenburg, O.-S., Kronprinzenstr. 418.  
*Zangen, Wilhelm*, Direktor der Fa. Demag, A.-G., Duisburg, Düsseldorf Str. 432.

#### Neue Mitglieder.

- Böcher, Hermann*, Inh. der Maschinenbau-Anstalt Hermann Böcher, Köln-Kalk, Nassaustr. 32.  
*Faudi, Fritz*, Ingenieur, Düsseldorf 10, Uerdinger Str. 23.  
*Grauert, Ludwig*, Geschäftsführer des Arbeitgeber-Verb. für den Bezirk der nordwestlichen Gruppe des Vereins deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller, Düsseldorf, Humboldtstr. 31.  
*Heinzel, Albert*, Dr. phil., Chemiker der I.-G. Farbenindustrie, A.-G., Ludwigshafen a. Rhein, Senefelder-Str. 3.  
*Heyden, Thilo*, Dipl.-Ing., Betriebsassistent der Verein. Stahlwerke, A.-G., Dortmunder Union, Dortmund, Wittekindstr. 17.  
*Hoefer, Georg*, Vorstand der Fa. Stahlwerk Westig, A.-G., Unna, Hochstr. 32.  
*Hoinkiß, Erich*, Dipl.-Ing., Gleiwitz, O.-S., Kronprinzenstr. 12.  
*Kuhn, Ernst*, Dipl.-Ing., Burbacherhütte, Saarbrücken 5, Grave-lotter Str. 4.  
*Lange, Georg*, Direktor der Maschinenbau-A.-G. vorm. Ehrhardt & Sehmer, Saarbrücken 3, Lebacher Str. 6.  
*Neurath, Willi*, Dipl.-Ing., Burbacherhütte, Saarbrücken 5, Am Gußstahlwerk 26.

## Gustav Müller †.

Ganz unerwartet starb am 21. Juni 1930 Generaldirektor a. D. Baurat Dr.-Ing. E. h. Gustav Müller an einer Herzlähmung.

Geboren am 3. Februar 1859 in Iserlohn, begann er die Vorbereitung zu seiner technischen Laufbahn an der Kgl. Provinzial-Gewerbeschule seiner Vaterstadt. Nach zweijähriger Werkstattpraxis bei der Werkzeugmaschinenfabrik Wagner & Co. in Dortmund wurde er dort dem Konstruktionsbüro zugeteilt. Zur weiteren theoretischen Ausbildung ging Gustav Müller dann an die damalige Rheinisch-Westfälische Polytechnische Schule (jetzt Technische Hochschule) zu Aachen und an die Technische Hochschule zu Berlin-Charlottenburg. Nach dem Studium wurde ihm wieder Gelegenheit geboten, bei seiner Dortmunder Lehrfirma als Konstrukteur im Werkzeugmaschinenbau einzutreten. Sein Bleiben dort war aber nicht von langer Dauer, da er bestrebt war, in Chemnitz, dem damaligen Sitze des besten Werkzeugmaschinenbaues, ein Unterkommen zu finden. Er meldete sich auf eine in einem Chemnitzer Blatt ausgeschriebene Stelle und wurde auch zur Vorstellung aufgefördert, aber nicht nach Chemnitz, sondern nach Düsseldorf. Denn die Anzeige stammte vom damaligen Zivilingenieurbüro Heinrich Ehrhardt in Düsseldorf. Es folgten sofort Vorstellung und Verpflichtung bei Ehrhardt. Gustav Müller erzählte später selbst von diesem ersten Zusammentreffen mit Ehrhardt 1881 und von dem geradezu faszinierenden Eindruck, den der damals 41 Jahre alte Ehrhardt auf ihn gemacht hatte. Andererseits scheint Ehrhardt auch schon damals das Gefühl gehabt zu haben, daß er in Müller den gesuchten Mann gefunden habe. Nicht lange verblieb Müller im Technischen Büro in Düsseldorf, denn Ehrhardt betraute ihn schon nach kurzer Zeit mit der Leitung seiner Fabrik in Zella-Mehlis-St. Blasii in Thüringen. In dieser kleinen Maschinenfabrik wurden die Ehrhardtschen Erfindungen durchgearbeitet, die erforderlichen Versuche in großzügiger Weise durchgeführt und zur praktischen Anwendung gebracht. In dieser Tätigkeit fand Müller so vielseitige und anregende Aufgaben, daß er sich immer enger an Ehrhardt angeschlossen; konnte er doch dadurch auch seine eigenen wertvollen Gedanken zum gemeinsamen Endzweck verwenden. Es war deshalb nicht zu verwundern, daß Müller viele vorteilhafte Angebote großer Firmen ausschlug und treu bei Ehrhardt verblieb.

Im Jahre 1891 trat ein Ereignis ein, das im Leben Müllers von großer Wichtigkeit war. Die gelegentlich der Umbewaffnung der deutschen Infanterie gegebenen Aufträge an Stahlmantelgeschossen veranlaßten Heinrich Ehrhardt im Jahre 1889, hierzu eine Erzeugungsstätte zu schaffen, nämlich die Rheinische Metallwaaren- und Maschinenfabrik in Düsseldorf. Auf der Suche nach dem geeigneten Mann für deren Leitung fiel sein erfahrener Blick wieder auf Gustav Müller, den er in zehnjähriger gemeinsamer Arbeit so sehr schätzen gelernt hatte. Die Leitung der neuen Fabrik wurde nun Müller als Vorstand übertragen; Ehrhardt selbst war Vorsitzender des Aufsichtsrates.

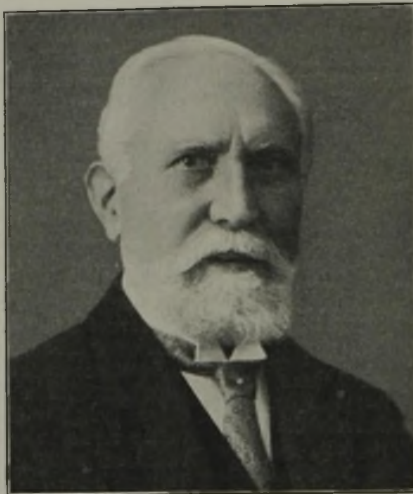
Die Entwicklungsgeschichte von „Rheinmetall“ ist auf das engste mit Müller verknüpft. Hier vermochte er sein ganzes Können und Wissen zu verwerten und durch sein ruhiges logisches Denken sowie sein vorsichtiges, aber zielbewußtes Handeln unter Einsetzung seiner ganzen Persönlichkeit auch die schwierigsten Verhältnisse zu meistern. Zeiten höchster Blüte und größter

Leistung wechselten ab mit solchen wirtschaftlicher Not. In lebhafter Erinnerung stehen noch die Kriegszeit mit der durch die gewaltige Leistungserhöhung vergrößerten Arbeiterzahl bis zu 48 000 Leuten und andererseits die schlimmen Zeiten des Abbaues mit ihren sozialen Wirren. Am 18. Januar 1922 schied Gustav Müller aus dem Vorstande der „Rheinmetall“ zur Schonung seiner Gesundheit aus; er blieb mit dem Unternehmen aber noch verbunden durch seine Wahl in den Aufsichtsrat.

Vielfach waren die Ehrungen, die dem Heimgegangenen von den verschiedensten Seiten gezollt wurden. Im Jahre 1918 verlieh ihm der König von Preußen den Charakter eines Kgl. Baurats. Die Technische Hochschule zu Aachen ernannte ihn in Anerkennung seiner Verdienste um die Entwicklung der Massenfertigung zum Doktor-Ingenieur ehrenhalber. Zahlreiche in- und ausländische Ordensauszeichnungen schmückten seine Brust. Trotz seiner anstrengenden beruflichen Tätigkeit war Gustav Müller noch an vielen Stellen ehrenamtlich tätig, so bei der Maschinenbau- und Kleineisenindustrie-Berufsgenossenschaft, bei der Industrie- und Handelskammer in Düsseldorf, als zeitweiliger Vorsitzender des Niederrheinischen Bezirksvereins des Vereins deutscher Ingenieure usw. Überall zeigte er regste Anteilnahme und stellte seine ganze Persönlichkeit und seine reichen Erfahrungen zur Verfügung.

In Gustav Müller verlor der Verein deutscher Eisenhüttenleute ein langjähriges hochgeschätztes Mitglied, die Eisenindustrie einen hervorragenden kenntnis- und erfahrungsreichen Ingenieur. Seine Persönlichkeit war gekennzeichnet durch ruhige klare Ueberlegung und folgerichtigen Gedankenaufbau, der ihm die vielen Erfolge in den schwierigsten ihm gestellten Aufgaben sicherte. Zielbewußt und unermüdet unter Einsetzung aller seiner Kräfte war seine Arbeit. Ernst, fast verschlossen scheinend, dabei durchaus zuverlässig, besaß Müller auch eine ihn kennzeichnende gewinnende Liebenswürdigkeit im persönlichen Verkehr. Seine feine, wohlwollende Art war wohlthuend für jeden, der mit ihm in geschäftlicher Verbindung stand. Seine reichen Lebenserfahrungen ließen ihn in allen seinen Handlungen die nötige kluge Vorsicht wahren, was ihm in all seinem Tun ein festes unverrückbares Fundament sicherte. Im Beruf achtete Müller in seiner großen Bescheidenheit nie auf eigene Erfolge, denn für ihn war nur das Ganze von Wichtigkeit. Verdienste seiner Mitarbeiter sind von ihm stets anerkannt worden. Wer Gelegenheit hatte, den Verblichenen als Menschen kennenzulernen, der weiß, wie so manche der für seinen Beruf wertvollen Eigenschaften sich auch in seinem Privatleben widerspiegelte. Klar und ruhig war seine Art auch hier. Im Kreise seiner Familie fand Müller, der trotz seiner ersten und wortkargen Natur ein frohes Gemüt besaß, wirkliche Herzensfreude. Er war auch ein großer Naturfreund, der seine Erholung meist im Gebirge suchte. Das Wandern in schöner Natur pflegte er aber auch in Düsseldorf's nächster Umgebung, wo er in Gesellschaft guter Freunde jeden Sonnabend-Nachmittag zu weilen pflegte.

Nicht lange war es dem hervorragenden Manne, dessen Lebenszweck nur Arbeit war, vergönnt, im Kreise seiner Familie und seiner Freunde die wohlverdiente Ruhe zu genießen. Ein hartes Schicksal entriß uns viel zu früh diesen braven deutschen Mann. Sein Andenken aber ist bleibend!



*Paschedag, Wilhelm*, Bergwerksdirektor der Vercin. Stahlwerke, A.-G., Bergbau, Hauptverwaltung, Essen-Bredney, Am Wiesental 4.

*Pleißner, Otto*, Direktor der Eisen- und Stahlwerke Pleißner, A.-G., Herzberg a. Harz.

*Rohde, Wilhelm*, Betriebsingenieur der Klöckner-Werke, A.-G., Abt. Hasper Eisen- und Stahlwerk, Hagen-Haspe, Kölner Str. 79.

*Schemann, Wilhelm*, kaufm. Leiter der Gelsenkirchener Gußstahlwerke, Zweigwerk der Fa. Ruhrstahl, A.-G., Bochum, Kurfürstenstr. 16.

*Schumann, Carl*, Bergassessor, Dillenburg.

*Sponheuer, Alfred*, Dipl.-Ing., Klöckner-Werke, A.-G., Abt. Hasper Eisen- und Stahlwerk, Hagen-Haspe, Leimstr. 23.

*Steck, Rudolf*, Dipl.-Ing., Verein. Stahlwerke, A.-G., August-Thyssen-Hütte, Hamborn a. Rhein, Kasinostr. 2.

*Wapenhensch, Arno*, Dipl.-Ing., Betriebsing. der Klöckner-Werke, A.-G., Abt. Hasper Eisen- und Stahlwerk, Hagen-Haspe, Hängelstr. 48.

*Weber, Karl*, Ing., Fa. Gebr. Böhler & Co., A.-G., Kapfenberg (Steiermark), Pötschnerweg 4.

Gestorben.

*Brackelsberg, Carl*, Fabrikant, Milspe. 7. 7. 1930.

*Schutta, Franz*, Ing., Zeltweg. 25. 4. 1930.