

# STAHL UND EISEN

## ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute

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

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

HEFT 50

12. DEZEMBER 1940

60. JAHRGANG

### Untersuchungen zur Beurteilung von Ferrolegierungen.

Von Heinz Siegel in Düsseldorf-Oberkassel.

[Bericht Nr. 376 des Stahlwerksausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute<sup>1)</sup>.]

*(Anschmelzprobe zur Vorprüfung von Ferrolegierungen auf ihre Eigenschaften zur Legierung von Stahl. Ferrowolfram. Ferromolybdän und Molybdänmetall. Ferrovandän. Folgerungen für die Praxis.)*

[Hierzu Tafeln 6 bis 11.]

Jedem Stahlwerker ist es heute geläufig, von Vergießbarkeit, Flüssigkeitsgrad und ähnlichen Begriffen zu sprechen. So erscheint es naheliegend, sich auch einmal über die Vorgänge beim Schmelzen Gedanken zu machen. Ganz neu sind solche Ueberlegungen jedenfalls nicht, denn wer sich einmal mit der Geschichte der Eisen- und Metallhüttenkunde näher beschäftigt, wird finden, daß man schon längst von der guten oder schweren Schmelzbarkeit eines Erzes oder eines Gesteines gesprochen hat. Der Stahlwerker kennt diesen Begriff heute meist nur im Hinblick auf die Schrottverhältnisse. Auch im Lichtbogenofen kann immer wieder beobachtet werden, daß bei besonders empfindlichen Stahlsorten durch das Einschmelzen Fehler verursacht werden können, die durch lange und mühselige Feinarbeit kaum völlig wieder beseitigt werden können. Wichtiger werden derartige Unterschiede bei Verwendung von Ferrolegierungen zum Erschmelzen von empfindlichen hochlegierten Stählen. Es kann immer wieder beobachtet werden, daß bei Verwendung gleichen Einsatzes, jedoch verschiedener Lieferungen von Ferrolegierungen, bei sonst gleicher Schmelzföhrung immer wieder wesentliche Unterschiede in der Güte des Fertigerzeugnisses auftreten. Das Verhalten einzelner Ferrolegierungen wurde deshalb genauer untersucht und dabei von dem Verhalten der Ferrolegierungen beim Schmelzen ausgegangen, um Zusammenhänge mit der Güte des fertigen Stahles oder mit Schwierigkeiten beim Fertigmachen der Schmelzen zu beobachten.

Der Schweißbrenner bietet das einfachste Mittel, kleine Proben anzuschmelzen und die Vorgänge beim Schmelzen genau zu verfolgen. Die Brennergröße und der Sauerstoffdruck lassen sich so verschieden regeln, daß beide jeder Legierung angepaßt werden können.

Um die unterschiedliche Schmelzbarkeit der Probestücke verschiedener Erzeugung einer bestimmten Legierung zu beurteilen, ist es notwendig, den Brenner so zu wählen, daß er die betreffende Legierung gerade schmelzt. Wird ein zu starker Brenner benutzt, so sind die Beobachtungen viel schwieriger. Dies hängt natürlich mit der Schmelzgeschwindigkeit zusammen. Eine genaue Beobachtung setzt einen

entsprechend langsamen Schmelzverlauf voraus. Im gleichen Zusammenhang ist die Auswahl der Stückgröße von besonderer Bedeutung. Um Unregelmäßigkeiten sicher zu vermeiden, ist es zweckmäßig, die Stückgröße nicht allzu groß zu wählen und außerdem die Stücke mindestens auf helle Rotglut vorzuwärmen und erst dann den Brenner dem Stück so weit zu nähern, um das Schmelzen einzuleiten. In der vorliegenden Untersuchung waren die Probestücke etwa 40 bis 60 cm<sup>3</sup> groß, der Brenner hatte die Stärke 3, und die Stärke der Flamme wurde allein durch den Sauerstoffdruck geregelt. Das Aussehen beim Anschmelzen ändert sich bei den meisten Legierungen bei Gas- oder Sauerstoffüberschuß wenig. Trotzdem wurde vorsichtshalber durchweg mit einem geringen Gasüberschuß gearbeitet.

Im folgenden soll nun über die Anwendung dieses Untersuchungsverfahrens für die Beurteilung von Ferrowolfram, Ferromolybdän, Molybdänmetall und Ferrovandän berichtet werden. Die Brauchbarkeit dieses Verfahrens soll durch analytische, gasanalytische, mikroskopische und andere Untersuchungen geprüft werden.

#### Ferrowolfram.

Zunächst wurde ziemlich wahllos eine ganze Reihe von Probestücken von verschiedenen Sendungen und verschiedenem Aussehen untersucht. Sehr bald wurde gefunden, daß sich in der Schmelzbarkeit ganz wesentliche Unterschiede zeigten, und zwar wurden besonders zwei Gruppen mit verschiedenem Verhalten erkannt, zwischen denen alle Uebergänge vorkamen. Die eine war dadurch gekennzeichnet, daß sie sehr schwer schmelzbar war und nur sehr langsam zu einer dickflüssigen, fast teigigen Schmelze zu verflüssigen war, die keine oder fast keine Gasentwicklung erkennen ließ. Die andere Gruppe schmolz wesentlich leichter, kochte sofort nach der Verflüssigung ziemlich heftig und wurde mit fortschreitendem Auskochen immer zähflüssiger, bis sie fast das gleiche Aussehen hatte wie die erste Gruppe. Das ganze Verhalten der zweiten Gruppe wies darauf hin, daß bei der zweiten Gruppe von Ferrowolfram offenbar ein Ausreagieren stattfand, das eigentlich schon bei der Herstellung hätte stattgefunden haben müssen. Diese beiden Gruppen ließen sich schon rein äußerlich dadurch erkennen, daß die erste Gruppe eine gleichmäßige, feinkörnige und blasenfreie Bruchfläche aufwies, während die zweite Gruppe eingesprengte

<sup>1)</sup> Vorgetragen in der Sitzung des Unterausschusses für den Elektrostahlbetrieb am 18. April 1940 in Bochum. — Sonderdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

Zahlentafel 1. Zusammensetzung und Gasgehalt von Ferrowolfram.

Nr.	Zusammensetzung										Gasgehalt			Menge der Kugeln und Blasen					
	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Ni %	Cr %	W %	Fe %	Co %	V %	Mo %	As %		Sn %	Cu %	O <sub>2</sub> %	H <sub>2</sub> cm <sup>3</sup> /100 g	Gesamtgasgehalt cm <sup>3</sup> /100 g
1a	0,48	0,10	0,49	0,005	0,003	0	0	88,6	11,2	0	0	0	0,03	0	0,13	0,007	1,8	11,9	wenig
1b	1,20	0,11	0,32	0,005	0,004	0	0	84,6	13,5	0	0	0	0,08	0	0,14	0,020	2,3	36,4	sehr viel
2a	0,69	0,14	0,25	0,005	0,004	0	0,17	81,3	16,6	0	0	0,36	0,04	0	0,17	0,006	1,6	9,2	wenig
2b	0,71	0,10	0,36	0,005	0,017	0	0,23	70,9	27,0	0	0	0,14	0,17	0	0,30	0,007	2,8	13,7	viel
3a	0,41	0,18	0,18	0,005	0,006	0	0,12	88,4	10,1	0	0	0,30	0,07	0	0,14	0,009	1,2	14,6	sehr wenig
3b	0,69	0,20	0,54	0,005	0,006	0	0,22	81,1	16,7	0	0	0,17	0,09	0	0,22	0,008	3,6	18,5	wenig
4a	0,58	0,09	0,26	0,005	0,010	0	0,09	86,3	12,2	0	0	0,19	0,10	0	0,16	0,004	0,6	8,6	viel
4b	1,23	0,43	0,65	0,005	0,010	0	0,23	72,4	24,5	0	0	0,20	0,13	0	0,23	0,006	1,3	8,8	sehr viel
5	0,89	0,16	0,42	0,005	0,012	0	0,15	77,9	20,24	0	0,06	0,05	0,07	0	0,05	0,010	0,9	14,1	wenig
6a	0,17 <sup>5</sup>	0,09	0,09	0,03	0,02	0	0	87,4	11,9	0	0	0,03	0,05	0	0	0,031	3,1	46,8	wenig große
6b	0,43	0,12	0,49	0,035	0,02	0	0	85,8	12,8	0	0	0,04	0,06	0	0	0,046	7,6	75,4	viel große
7a	0,78	0,29	0,13	0,04	0,02	0	0	79,1	19,3	0	0	0,05	0,08	0	0	0,012	4,3	20,4	wenig
7b	0,63	0,06	0,18	0,04	0,02	0	0	85,1	13,7	0	0	0,04	0,06	0	0	0,015	6,2	21,2	viel
8	0,74	0,17	0,24	0,01	0,03	0	0,06	82,6	16,03	0	0	0,05	0,02	0	0,05	0,030	6,7	46,1	wenig große
9a	0,27	0,28	0,28	0,01	0,03	0	0,16 <sup>5</sup>	73,8	24,21	0	0	0,66	0,17	0	0,05	0,020	3,6	32,3	sehr wenig
9b	0,75	0,09	0,15	0,01	0,02	0	0,09	79,5	18,64	0	0	0,47	0,14	0	0,05	0,006	2,3	9,6	wenig
10a	0,42	0,02	0,22	0,01	0,01	0	0,22	86,7	11,74	0	0	0,41	0,06	0	0,05	0,005	0,5	7,1	sehr wenig
10b	0,88	0,05	0,08	0,01	0,01	0	0,08	80,2	18,8	0	0	0,33	0,11	0	0,05	0,009	6,6	20,7	viel

Kügelchen und meistens auch Blasen hatte (Bild 1; siehe Tafel 6). Die zweite Gruppe zeigte häufig einen schwach seidigen Schimmer auf der Bruchfläche, während die erste eine mehr erdig aussehende Bruchfläche hatte. Außerdem finden sich häufig Sorten, deren Bruchaussehen ziemlich grobkörnig und glänzend ist. Solche Lieferungen sind meist dem Verhalten nach der zweiten Gruppe zuzuordnen. Beide Gruppen waren nebeneinander in der gleichen Sendung zu finden, wobei natürlich zu erwähnen ist, daß die Sendungen meist aus Mischungen von verschiedenen Schmelzen bestehen. Aus jeder Sendung wurde ein größeres Stück von jeder Gruppe analysiert (Zahlentafel 1). Dabei wurde festgestellt, daß die Stücke ohne Kügelchen jedesmal einen geringeren Kohlenstoffgehalt und höheren Wolframgehalt hatten, während die Stücke mit Kügelchen einen höheren Kohlenstoff- und niedrigeren Wolframgehalt aufwiesen.

Da neben den Kugeln auch vielfach Blasen vorhanden waren und beim Anschmelzen solche Stücke kochten, lag der Gedanke nahe, daß die Kugeln Gasblasenseigerungen darstellen und damit ein Kennzeichen für nicht vollständig ausgegarte Schmelzen sind.

Wenn es sich um Seigerungen handelte, die im Ferrowolfram infolge des ungewöhnlich großen Erstarrungsintervalls von weit über 1000° besonders ausgeprägt zu erwarten sind, so müßte sich der Analysenunterschied der beiden Gruppen aus den Zustandsdiagrammen Eisen, Wolfram, Kohlenstoff erklären lassen. Aus Bild 2 und 3 ist in der Tat zu erkennen, daß die Zusammensetzung der Restschmelze sich mit weitergehender Erstarrung nach geringeren Wolfram- und höheren Kohlenstoffgehalten ändern muß. Zur genaueren Bestätigung wurden noch die Kugeln und die Grundmasse aus je einem Probestück analysiert (Zahlentafel 2). Im Schaubild 2 ist ein 80prozentiges Ferrowolfram mit einem Kohlenstoffgehalt von 0,7 % eingezeichnet. Wenn dieses immer genau zutreffen würde, müßten die Zusammensetzungen aller Seigerungen stets auf der stark ausgezogenen Linie liegen. Da der Kohlenstoffgehalt im Ferrowolfram sich bis zu etwa 20 % und mehr ändert und außerdem keine vollen Gleichgewichte erreicht werden, liegen die Seigerungsanalysen nicht genau auf der stark ausgezogenen Linie, und zwar werden sie meist nach niedrigeren Kohlenstoffgehalten verschoben, weil die primär ausgeschiedene ζ-Phase nicht kohlenstofffrei ist.

Zahlentafel 2. Zusammensetzung der Grundmasse und der Kugeln in acht verschiedenen Lieferungen von Ferrowolfram.

	C %	W %		C %	W %
1. Grundmasse	0,58	79,30	5. Grundmasse	0,48	86,90
Kugeln . .	0,70	46,90	Kugeln . .	1,08	60,80
2. Grundmasse	0,55	83,90	6. Grundmasse	0,82	85,10
Kugeln . .	0,98	51,00	Kugeln . .	1,40	66,30
3. Grundmasse	0,79	85,40	7. Grundmasse	0,67	80,10
Kugeln . .	1,25	60,20	Kugeln . .	0,86	56,70
4. Grundmasse	0,78	84,90	8. Grundmasse	0,72	84,40
Kugeln . .	0,80	67,50	Kugeln . .	1,30	75,70

Außer den chemischen Analysen wurden auch Gasanalysen angefertigt. Wie aus Zahlentafel 1 ersichtlich ist, sind die viel Kugeln enthaltenden Stücke auch ganz erheblich gasreicher als die Stücke mit wenigen oder gar keinen Kugeln, was ebenfalls auf die Gasanreicherung in der Restschmelze hindeutet. Eine Ausnahme macht hierin die Probe Nr. 9a. Während bei allen übrigen Ferrowolfram-Lieferungen stets eine größere Menge blasen- und seigerungsfreier Stücke vorhanden war, enthielt die Lieferung 9 fast gar keine Stücke dieser Art, und es mußte sehr lange gesucht werden, um auch nur ein einziges solches Stück zu finden, das zudem auch nicht vollkommen frei von Kugeln war. Beim Anschmelzen ergab sich in voller Übereinstimmung mit den Gasanalysen ein sehr heftiges Kochen.

Eine weitere Stütze finden die vermuteten Seigerungserscheinungen in der metallographischen Untersuchung des Ferrowolframs. Diese Untersuchung sei in Anlehnung an die Eisen-Wolfram-Kohlenstoff-Schaubilder von S. Takeda<sup>2)</sup> besprochen. Wenn auch kaum anzunehmen ist, daß dieses Zustandsbild schon als vollständig geklärt anzusehen ist, so hat sich doch gezeigt, daß es möglich ist, die Gefügebilder ohne Schwierigkeit danach zu beschreiben.

Untersucht man die Grundmasse, so erkennt man die einheitlich primär ausgeschiedene Wolframphase ζ, während der sekundär ausgeschiedene Anteil offenbar nicht einheitlich ist und aus dem metastabilen Doppelkarbid η und dem Wolframid ε besteht. Dieses Bild ist also zwanglos mit dem metastabilen Zustandsschaubild (Bild 2) in Einklang zu bringen. Während Kaliumferrizyanid ε und η kaum anfärbt,

<sup>2)</sup> Technol. Rep. Tohoku Univ. 9 (1931) Nr. 4, S. 21/52 u. 165/202; 10 (1931) Nr. 1, S. 42/92; vgl. Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 241/43.

wird Wolfram schwach gefärbt (*Bild 4 und 5*). Natriumpikrat spricht auf  $\zeta$  nicht an, färbt  $\epsilon$  schwach und  $\eta$  stärker.

Dieses Bild der Grundmasse entspricht einem Ferrowolfram mit etwa 0,8 % C. Eigentümlicherweise ist der Aetzangriff ein anderer bei etwa halb so großem Kohlenstoffgehalt. Auch dann sind allerdings deutlich drei Gefügebestandteile zu erkennen: 1. Primär ausgeschieden und nicht angegriffen von Natriumpikrat und Kaliumferrizyanid: Wolframphase  $\zeta$ . 2. Durch Natriumpikrat hellbraun, durch Kaliumcyanid graugefärbt: Phase  $\epsilon$ . 3. Durch Natriumpikrat dunkelgrau, durch Kaliumferrizyanid graugefärbt: Phase  $\eta$ . Beide zuletzt genannten Phasen sind offensichtlich sekundär ausgeschieden.

Die verschiedenen Anfärbungen durch die erwähnten Aetzmittel bei verschiedenem Kohlenstoff- und Wolframgehalt dürfen nicht überraschen, da es sich um elektrolytische Vorgänge handelt, die ähnlich der Korrosion von geringsten Aenderungen der chemischen Zusammensetzung stark beeinflusst werden. Wesentlich ist jedenfalls, daß in beiden Fällen die drei vorerwähnten Komponenten zu finden sind. Außerdem ist noch zu bemerken, daß geringfügige Aenderungen beim Aetzen, nämlich in bezug auf Aetzdauer und -temperatur, ebenfalls starke Wirkung auf die Anfärbungen haben.

Dagegen ist es nicht möglich, an Hand des gleichen Schaubildes die Gefügebilder der Kugeln zu erklären. Obwohl die Gefügeausbildung in den Kugeln ganz erheblich mannigfaltiger ist als in der Grundmasse, so scheint sie doch nur aus zwei Komponenten, nämlich dem stabilen Wolframkarbid, das erhebliche Eisenmengen gelöst enthält, und der Phase  $\epsilon$  zu bestehen, entsprechend den Zuständen nach dem stabilen Fe-W-C-Schaubild (*Bild 3*). Die Verschiedenartigkeit der Gefügebilder ist wohl nur auf die Erstarrungsbedingungen zurückzuführen. Man kann nämlich die Uebergänge der ausgesprochen rhomboedrischen Kristallisation des Karbids (*Bild 6 und 7*) über die eisblumenartig eingestrahelte federförmige Erstarrung (*Bild 8 und 9*) zu der nur in den Kristallachsen erkennbaren, fast eutektisch aussehenden Gefügeausbildung (*Bild 10 und 11*) finden. Da die restliche Schmelze einheitlich erstarrt, kann es sich hier jedoch nicht um ein Eutektikum handeln. Diese Art der Kristallisation ist durch die geringe Karbidmenge zu erklären, welche die Entstehung ausgeprägter Kristalle verhindert, infolge der fast gleichzeitig einsetzenden Erstarrung der  $\epsilon$ -Phase. Die Bilder zeigen die Dunkelfärbung des Karbids durch Kaliumferrizyanid und die hellbraune Färbung des Wolframids durch Natriumpikrat.

Übersichtlich zusammengestellt ergibt sich dann folgender Aetzangriff oder Anfärbung für 80prozentiges Ferrowolfram mit 0,7 % C:

		Kaliumferrizyanid	Natriumpikrat
I	Grundmasse:		
	Wolfram $\zeta$ . . . . .	hellgrau	—
	Wolframid $\epsilon$ . . . . .	—	hellbraun
II	Metastabiles Doppelkarbid $\eta$ . . . . .	—	dunkelbraun
	Kugeln:		
	Stabiles Doppelkarbid . .	dunkelbraun	—
	Wolframid $\epsilon$ . . . . .	—	hellbraun

Sehr deutlich werden die Erstarrungsvorgänge in den Kugeln nach *Bild 12 und 13* verdeutlicht. Am Rand sind zu Beginn der Erstarrung die großen Rhomboeder infolge geringer Unterkühlung entstanden und bei weiterer Abkühlung, also schnellerer Erstarrung, das federförmige Einschließen der Karbidkristalle. Es war hier zu wenig Zeit, um eine gut ausgebildete Karbidkristallisation zu erhalten.

Daß die Rhomboeder zuerst erstarrt sind, ließ sich deutlich erkennen.

Um einen weiteren Beleg für das Vorhandensein des stabilen Karbids zu haben, wurden Härteprüfungen mit dem Vickers-Gerät bei 1 kg Belastung durchgeführt. Die umgerechneten Rockwell-C-Härten betragen für das Wolframid etwa 40 bis 50, für das Karbid jedoch weit über 70. Die starken Schwankungen bei diesen Messungen sind auf die Kleinheit der Gefügebestandteile zurückzuführen, die hohe Härte des Wolframkarbids ist jedoch einwandfrei zu erkennen.

Es bleibt noch die Frage zu klären, weshalb für die Erstarrungsvorgänge der Grundmasse das metastabile und für die Kristallisation der Kugeln das stabile Schaubild maßgebend ist. Bekanntlich wird das Ferrowolfram elektrothermisch erzeugt, wobei zu beachten ist, daß das Ferrowolfram infolge seines hohen Schmelzpunktes nicht als abstechbare Legierung hergestellt wird, sondern bereits im Ofen erstarrt. Der hohe Schmelzpunkt hat zur Folge, daß trotz der guten Wärmeisolierung des Ofens die Erstarrung verhältnismäßig rasch vor sich geht, also den metastabilen Zuständen folgen wird. Während der Erstarrung werden sich, sofern die Schmelzung nicht ausreichend entgast wurde, Blasen bilden, und zum Schluß der Erstarrung wird die Gasbildung ihren Höchstwert erreichen. Dadurch wird die Restschmelze in die vorher entstandenen Blasen hineingepreßt, soweit diese von der Restschmelze noch nicht abgeschlossen sind. Die Restschmelze gelangt also in noch heißes, bereits erstarrtes Ferrowolfram von etwa der gleichen Temperatur und wird hier unter sehr langsamer Abkühlung erstarren. Der Schmelzpunkt der Restschmelze liegt über 1000° tiefer als der des Ferrowolframs. Das bereits abgekühlte Ferrowolfram wird die Wärme viel langsamer abgeben als bei der Schmelztemperatur, und daher wird die Restschmelze bei ganz wesentlich langsamerer Abkühlung erstarren, also ihre Kristallisation nach dem stabilen System ermöglicht. Natürlich ist die Entstehung von Blasen und Blasenänderungen auch von den Druckverhältnissen abhängig. Ist der Druck sehr hoch, so können keine Blasen entstehen, und es ergeben sich daher Fehlermöglichkeiten in der Beurteilung auf Grund des äußeren Aussehens. Wie aber die Zusammenstellung der zehn Proben zeigt, ist dieser Fehler nur sehr gering, und auf die besonderen Verhältnisse der Probe 9 wurde bereits eingehend verwiesen.

Es ist noch zu erwähnen, daß auch versucht wurde, den Schlackengehalt des Ferrowolframs metallographisch zu ermitteln. Da es außerordentlich schwierig ist, von Ferrowolfram einwandfreie Schliche herzustellen und sich die einzelnen Sendungen verschieden gut anschleifen ließen, wurde von einer planmäßigen Untersuchung nach dieser Richtung Abstand genommen.

Damit ist analytisch, gasanalytisch, metallographisch und durch Anschmelzversuche belegt, daß die Kugeln Gasblasenseigerungen darstellen, und deren Vorhandensein und deren Menge können somit als Maßstab für die Güte des Ferrowolframs angesehen werden.

Nach diesen Erkenntnissen wurden auch Betriebsversuche durchgeführt, um den Einfluß der Güte des Ferrowolframs auf Schnelldrehstähle zu ermitteln. Diese Versuche wurden in einem 5,5-t-Lichtbogenofen durchgeführt, und zwar wurden etwa 70 bis 100 kg Ferrowolfram zum Analysenausgleich nachgesetzt. Vor dem Nachsetzen wurde das Bad vollständig ausgefeint. An Hand von in kleine Probekügelchen vergossenen Proben konnte festgestellt werden, daß einwandfreies Ferrowolfram keinen sichtbaren Einfluß auf den Feinungsgrad solcher Schmelzen hatte. Dagegen ergab

das gashaltige Ferrowolfram eine ganz deutliche Verschlechterung des Feinungsgrades, die erst nach 20 bis 30 min weiterer Feinarbeit behoben werden konnte. Das Ferrowolfram ist hierbei vor dem Zusetzen stets auf Hellrotglut vorgewärmt worden. Wird es längere Zeit auf dieser Temperatur gelassen, so ist die Verschlechterung des Feinungsgrades geringer, konnte aber noch immer in aller Deutlichkeit erkannt werden. Um nun auch einen sichtbaren Beleg für den verschiedenen Gütegrad des Ferrowolframs zu geben, wurde in einem 100-kg-Versuchssofen unter völlig gleichen Bedingungen ein etwa 10prozentiger Wolframstahl mit 0,8 % C mit beiden Ferrowolframarten erschmolzen. Dabei wurde nach dem Zusatz keine besondere Feinungszeit vorgesehen, sondern schon wenige Minuten nach dem Zusatz abgestochen. Es ergab sich, daß der mit schlechterem Ferrowolfram erschmolzene Block ganz wesentlich mehr Gasblasen und Lunker enthielt als der andere. Bei einem zweiten Versuch ergab sich ein ähnliches Bild.

Somit konnte dargelegt werden, wie im Verlauf einer Untersuchung der Schmelzbarkeit eine Beurteilung des Ferrowolframs auf Grund seiner äußeren Beschaffenheit gefunden wurde. Wenn auch diese Beurteilung nicht vollkommen einwandfrei ist, so gestattet sie doch die Ausschaltung der schlechtesten Legierungen.

#### Ferromolybdän und Molybdänmetall.

Die Untersuchung der Eigenschaften des Ferromolybdäns und des Molybdänmetalls zeigt, daß auch das Untersuchungsverfahren durch Anschmelzen nicht von vornherein in allen Fällen zu einwandfreien Ergebnissen führt. Es muß hier stets die physikalische Beschaffenheit des Metalls berücksichtigt werden. Schmilzt man Ferromolybdän an, so wird man meist ein wenn auch leichtes Reagieren feststellen können, während das Molybdänmetall stets ein gleichmäßig ruhiges Bad ergibt, obwohl dessen Gasgehalt stets höher als der des Ferromolybdäns sein muß. Der Grund liegt darin, daß beim Schmelzen des Molybdänmetalls viele Gase vor dem Schmelzbeginn infolge der porigen Beschaffenheit der Preßlinge entweichen können und außerdem sich nur eine geringe Menge verflüssigen läßt, da die Verflüssigung infolge des gepreßten, aber dennoch pulverigen Zustandes des Metalls und infolge des höheren Molybdängehalts schwieriger ist als die des bereits einmal geschmolzenen Ferromolybdäns.

Demzufolge ist es nicht möglich, durch Anschmelzproben Unterschiede in der Güte verschiedener Molybdänmetalllieferungen festzustellen. Wohl aber kann das Ferromolybdän auf diese Weise geprüft werden. Auf die Unterschiede zwischen Ferromolybdän- und Molybdänmetall wird dann später einzugehen sein.

Ein gutes Ferromolybdän schmilzt langsam mit dickem Fluß fast ohne Gasentwicklung, dagegen schmilzt ein schlechtes Ferromolybdän bedeutend leichter mit größerer Dünflüssigkeit und heftiger Gasentwicklung. In dem Maße, wie die Schmelze allmählich ausreagiert und die Gasentwicklung zurückgeht, wird der Fluß dicker. Es hat sich auch hier herausgestellt, daß die Stärke der Gasentwicklung und der Flüssigkeitsgrad einen guten Maßstab für die Gashaltigkeit abgibt. Lediglich bei Ferromolybdän Nr. 7 (*Zahlentafel 3*) war ein etwas geringerer Gasgehalt zu erwarten, als tatsächlich vorhanden ist. Berücksichtigt man aber, daß die Genauigkeit der Gasanalyse stark durch die Probenahme beeinflusst wird, so ist dieser nur geringe Unterschied durchaus erklärlich. In allen anderen Fällen steht die Schätzung des Gasgehaltes auf Grund des Anschmelzversuches in voller Uebereinstimmung mit dem analytisch gefundenen Wert. Es haben sich also grundsätzlich ähnliche Verhältnisse wie bei der Untersuchung des Ferrowolframs ergeben. Die genauen Zusammenhänge zwischen den Ergebnissen der

Zahlentafel 3. Ergebnisse der Gasbestimmung und des Anschmelzversuches bei 10 Ferromolybdän-Lieferungen.

Nr.	O <sub>2</sub> %	cm <sup>3</sup> H <sub>2</sub> je 100 g	N <sub>2</sub> %	Gesamtgas cm <sup>3</sup> /100 g	Stärke der Gasentwicklung	Flüssigkeitsgrad zu Beginn des Schmelzens
1	0,037	4,5	0,007	62,5	gast nicht	dickflüssig
2	0,063	8,1	0,013	107,9	gast wenig	dickflüssig
3	0,124	6,4	0,025	202,2	gast stark	dünflüssig
4	0,142	12,8	0,024	232,3	gast sehr stark	dünflüssig
5	0,096	7,0	0,011	150,0	gast stark	dünflüssig
6	0,065	2,3	0,006	99,7	gast wenig	dickflüssig
7	0,138	5,6	0,007	194,5	gast	etwas dick- flüssig
8	0,042	5,9	0,002	65,5	gast nicht	dickflüssig
9	0,063	2,9	0,004	94,7	gast wenig	dickflüssig
10	0,074	6,2	0,015	124,8	gast	dünflüssig

Zahlentafel 4. Zusammensetzung des Ferromolybdäns.

Lie- ferung Nr.	C %	Si %	P %	S %	Mo %	Fe %	Cu %
1	0,33	2,29	Spur	0,85	59,6	36,1	0,68
2	0,07	0,19	0,011	0,115	65,80	33,1	0,56
3	0,04	0,07	0,024	0,101	66,0	33,0	0,72
4	0,04	0,12	Spur	0,094	68,00	31,1	0,38
5	0,06	0,08	Spur	0,104	64,28	35,0	0,46
6	0,09	0,20	0,013	0,101	60,40	38,7	0,40
7	0,05	0,19	0,018	0,098	67,65	31,3	0,60
8	0,12	0,33	Spur	0,21	60,69	37,5	1,12
9	0,12	0,40	Spur	0,23	57,55	40,4	1,12
10	0,03	0,05	Spur	0,081	61,98	37,5	0,28

As, Cr, Ni, Sn, Zn, Pb, Al konnten nicht nachgewiesen werden.

Gasbestimmungen und den Anschmelzversuchen sind der *Zahlentafel 3* zu entnehmen.

Vergleicht man nun den Gasgehalt der Ferromolybdänlegierungen mit deren chemischer Zusammensetzung (*Zahlentafel 4*), so ergeben sich sofort auffällige und kennzeichnende Zusammenhänge. Mit abnehmendem Gasgehalt steigen nämlich die Kohlenstoff- und Siliziumgehalte. Da die Herstellung des Ferromolybdäns einen Reduktionsvorgang darstellt, kann eine Zunahme des Kohlenstoff- und Siliziumgehalts nur auf stärkere reduzierende Verhältnisse bei der Reduktion zurückgeführt werden. Gut reduzierte Legierungen sind also gasarm. Nach dieser Erkenntnis könnte man versucht sein, einen Kohlenstoffgehalt im Ferromolybdän von etwa 0,15 bis 0,20 % C vorzusehen. Leider aber steigt mit dem Kohlenstoff- und Siliziumgehalt in starkem Maße auch der Schwefelgehalt an. Außerdem sinkt gleichzeitig der Molybdängehalt und steigt der Eisengehalt. Die hohen Schwefelgehalte würden im basischen Lichtbogenofenverfahren nicht schaden, dagegen würden sie die Verwendung solcher Legierungen im kernlosen Induktionsofen ausschließen.

Außer den Gasuntersuchungen wurden auch mikroskopische Untersuchungen durchgeführt. Da nun Ferromolybdän mit sehr geringem Kohlenstoffgehalt hergestellt wird, nämlich etwa 0,10 % C, ist eine nachträgliche Erkennung der Erstarrungsvorgänge und ihrer Begleiterscheinungen auf Grund des Seigerungsverlaufes hier nicht möglich. Dafür läßt sich aber das Ferromolybdän viel leichter anschleifen als das Ferrowolfram und somit sehr gut auf seine Schlackeneinschlüsse untersuchen. Es wurden ausgeprägt oxydische und deutlich saure Schlacken gefunden, diese wiederum waren vertreten durch fast reine Kieselsäure bis zu stark abgesättigten Silikaten. Ueberdies traten auch beide Einschlußarten gemeinsam auf.

Beispiele für oxydische Einschlüsse sind in *Bild 14* wiedergegeben. Es sind meist drei verschiedene Einschlußarten anzutreffen, die sich durch ihre Färbung unterscheiden:

H. Siegel: Untersuchungen zur Beurteilung von Ferrolegierungen.



Bild 1. Bruchaussehen von Ferrowolfram. ( $\times 0,40$ .)

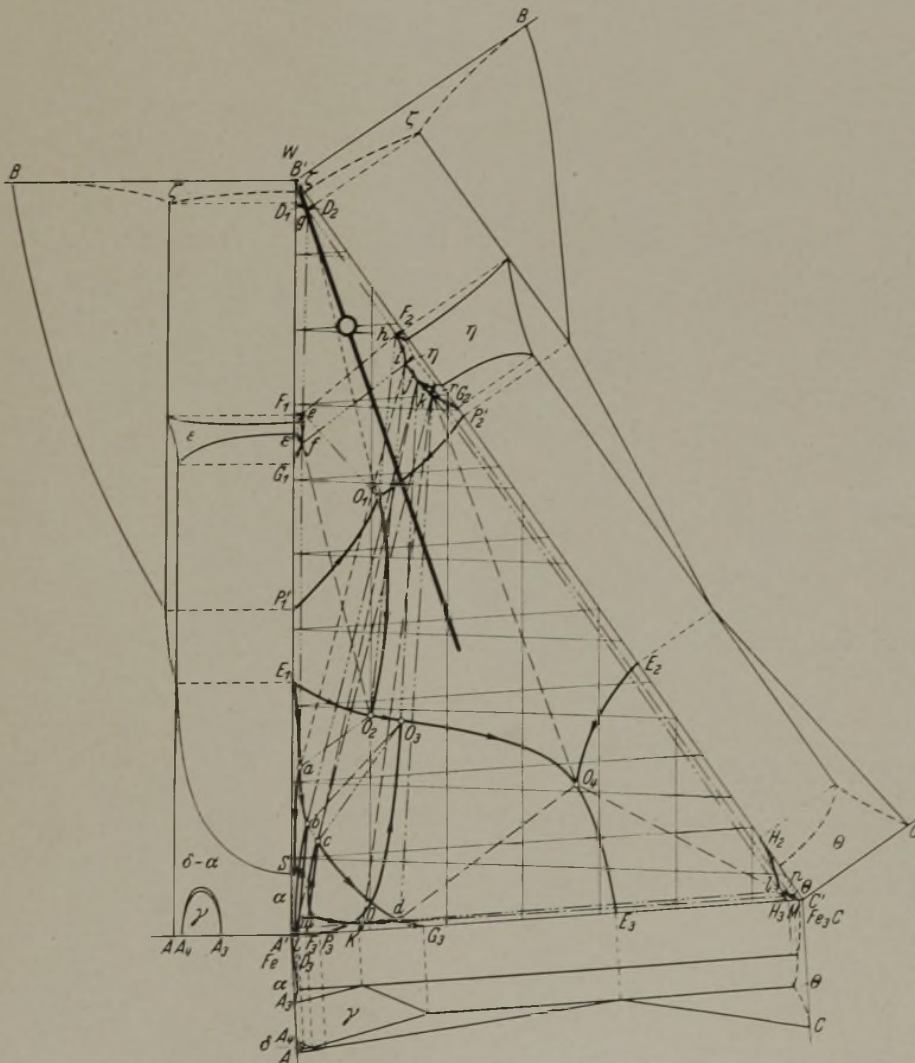


Bild 2. Das metastabile System Eisen-Eisenkarbid-Wolfram (Takeda).

Tafel 7.

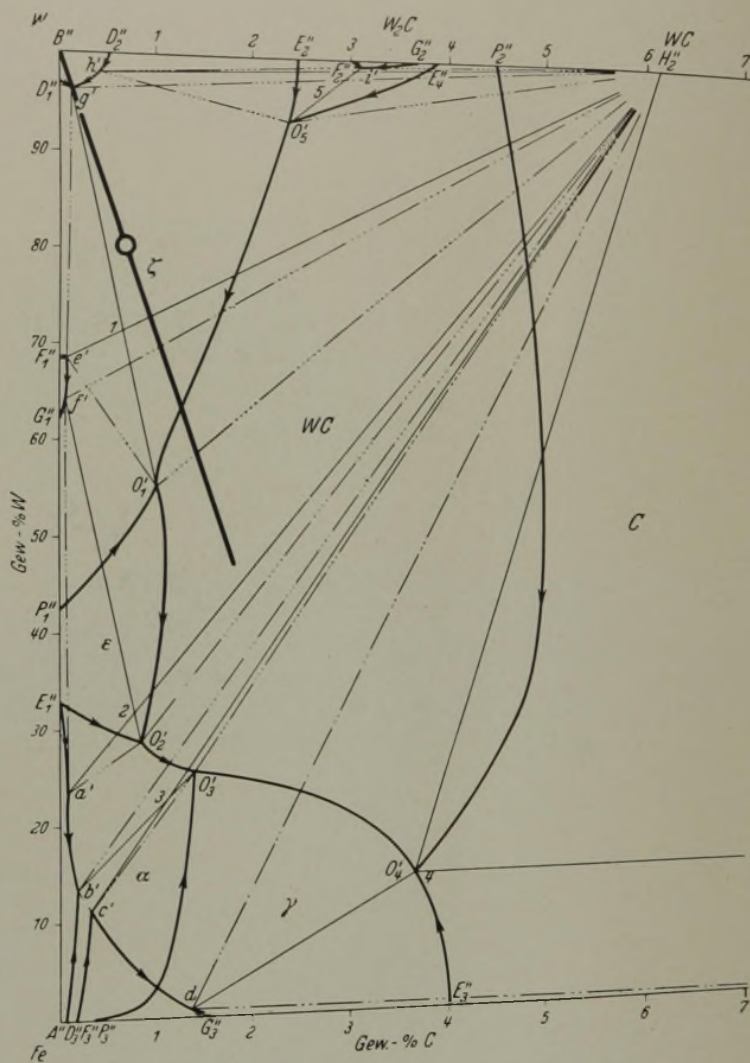


Bild 3. Das stabile System Eisen-Kohlenstoff-Wolfram (Takeda).

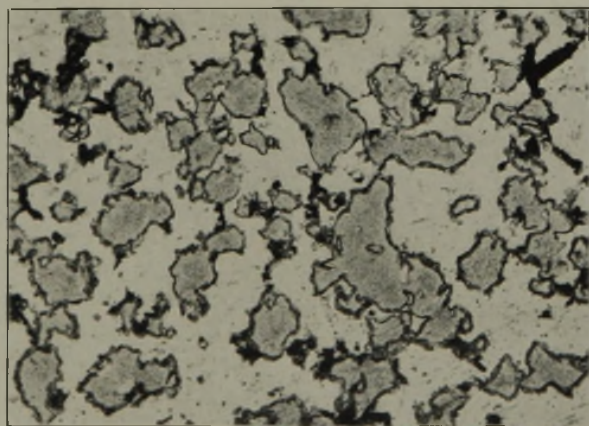


Bild 4. Aetzung: Kaliumferrizyanid. ( $\times 100$ .)

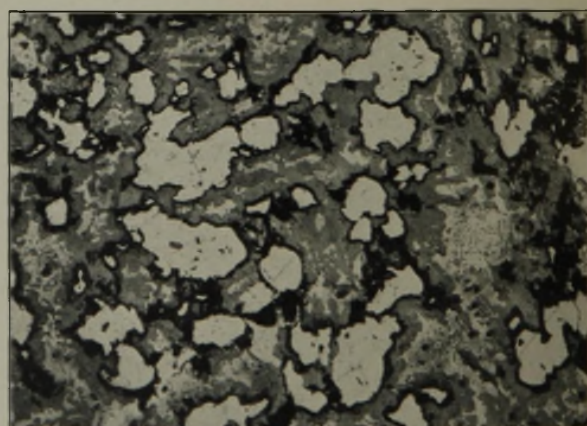


Bild 5. Aetzung: Natriumpikrat. ( $\times 100$ .)

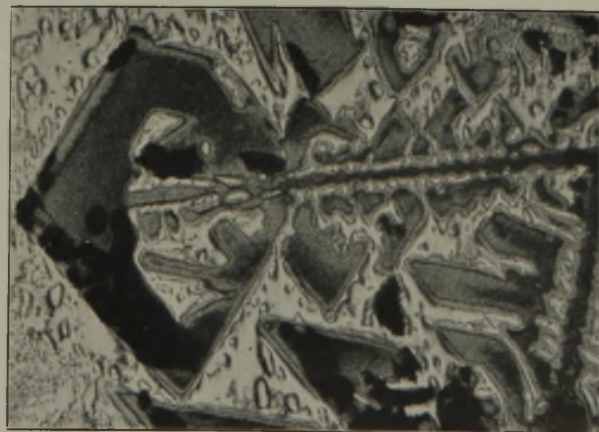
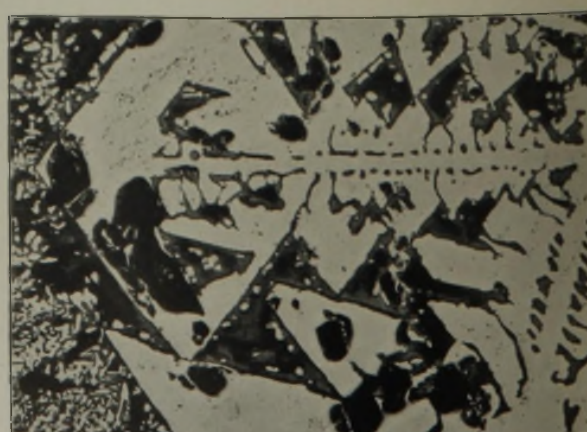


Bild 6. Aetzung: Kaliumferrizyanid. ( $\times 100$ .)



Bilder 4 bis 7. Gefüge von Ferrowo



Bild 8. Aetzung: Kaliumferrizyanid. ( $\times 100.$ )

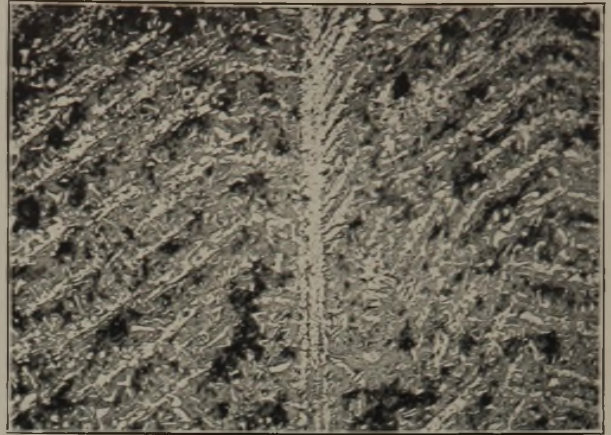


Bild 9. Aetzung: Natriumpikrat. ( $\times 100.$ )

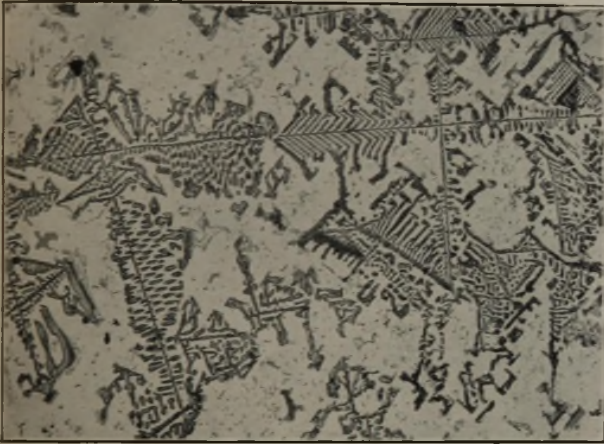


Bild 10. Aetzung: Kaliumferrizyanid. ( $\times 100.$ )



Bild 11. Aetzung: Kaliumferrizyanid. ( $\times 500.$ )

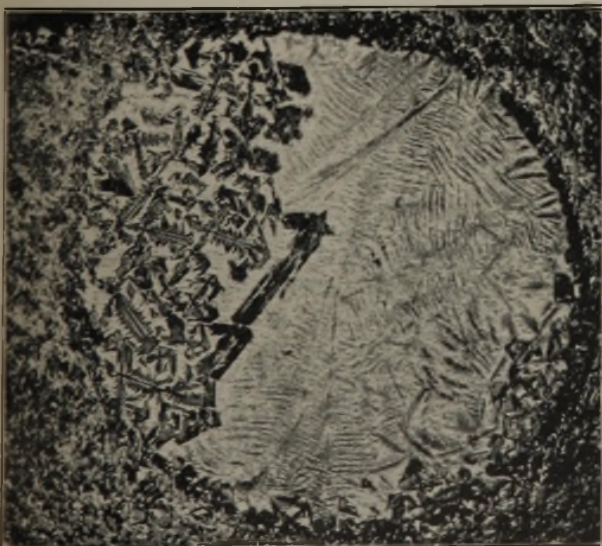


Bild 12. Aetzung: Kaliumferrizyanid. ( $\times 7.$ )

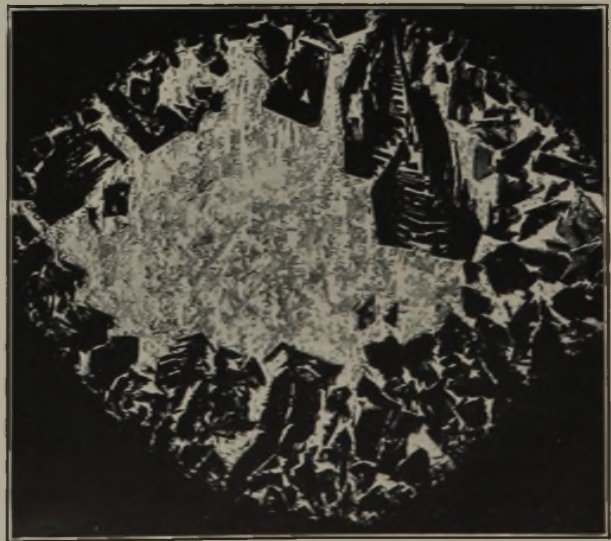


Bild 13. Aetzung: Kaliumferrizyanid. ( $\times 10.$ )

Bilder 8 bis 13. Gefüge von Ferrowolfram.

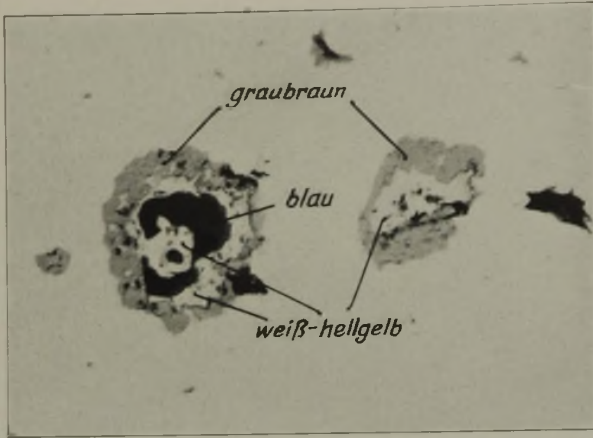


Bild 14. ( $\times 750$ .)

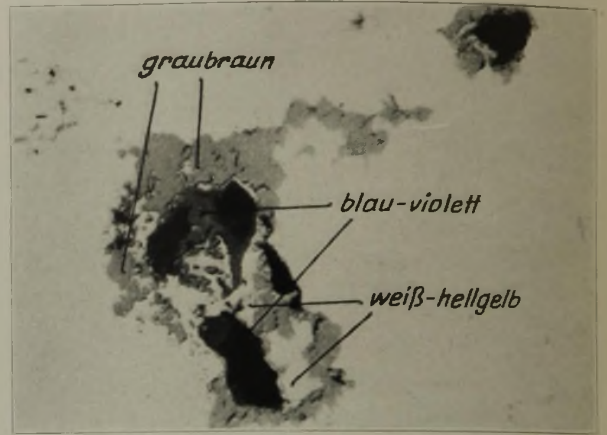


Bild 15. ( $\times 500$ .)

Oxydische Einschlüsse im Ferromolybdän.

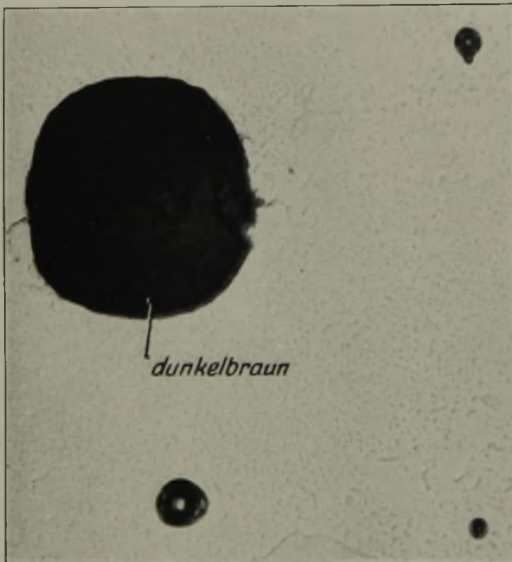


Bild 16. ( $\times 500$ .)

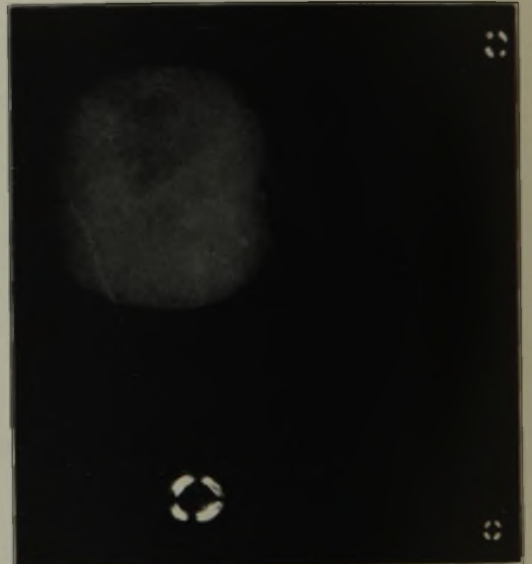


Bild 17. Im polarisierten Licht. ( $\times 500$ .)

Saure Einschlüsse im Ferromolybdän.

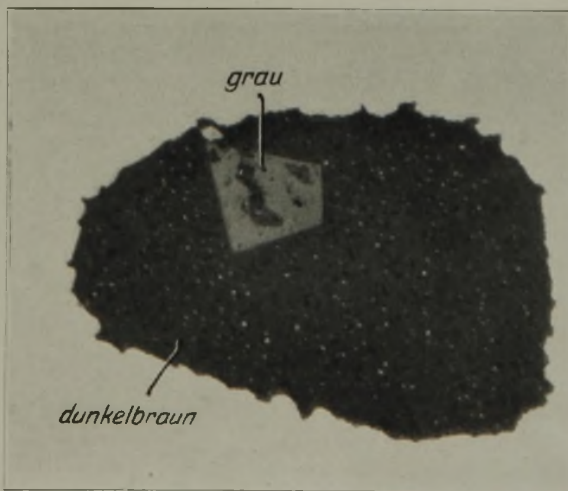


Bild 18. Einschuß im Ferromolybdän mit eutektischem Gefüge. ( $\times 500$ .)



Bild 19. Saurer Einschuß im Ferromolybdän. ( $\times 750$ .)



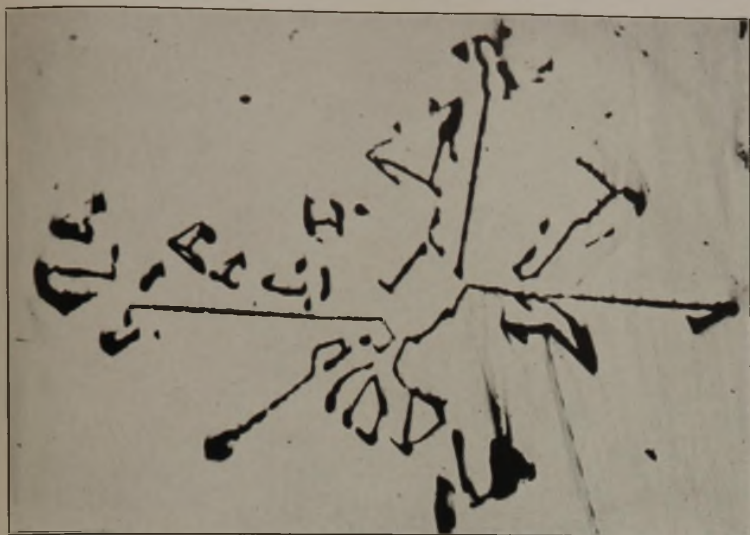


Bild 20.  
Skelettartiger Einschuß im Ferrovanadin. ( $\times 80$ .)



Bild 21. Spinellartiger Einschuß im  
Ferrovanadin. ( $\times 500$ .)



Bild 22.  
Kugeliger Einschuß im Ferrovanadin. ( $\times 500$ .)

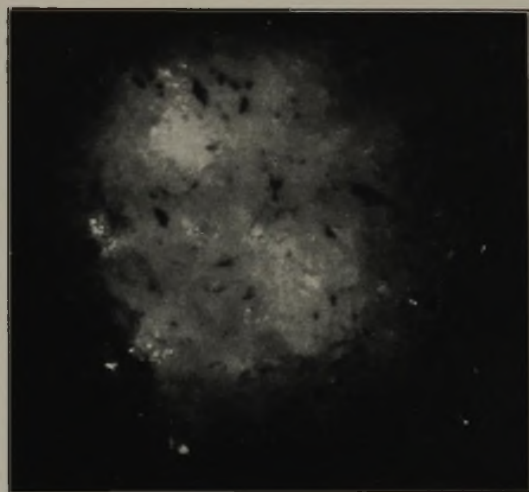


Bild 23. Kugeliger Einschuß im Ferrovanadin,  
im polarisierten Licht, ( $\times 500$ .)

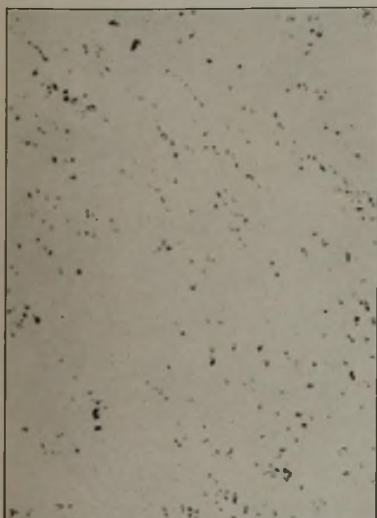


Bild 24. Einschlüsse in Ferrovanadin,  
nicht polarisierend. ( $\times 450$ .)

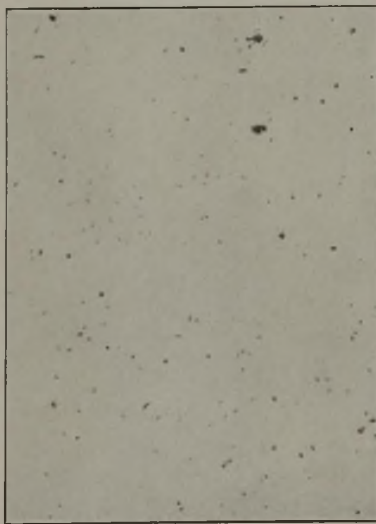


Bild 25. ( $\times 450$ .)

Tonerdeinschlüsse im Ferrovanadin, polarisierend.



Bild 26. Im polarisierten Licht. ( $\times 450$ .)

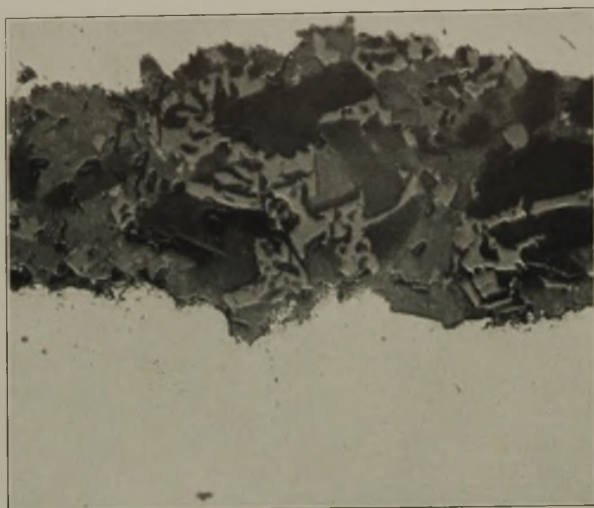


Bild 27.  
Schlackeneinschlüsse in vanadinhaltigem Stahl. ( $\times 500$ .)



Bild 28.  
Skelettartige Einschlüsse im Vanadin Stahl. ( $\times 50$ .)

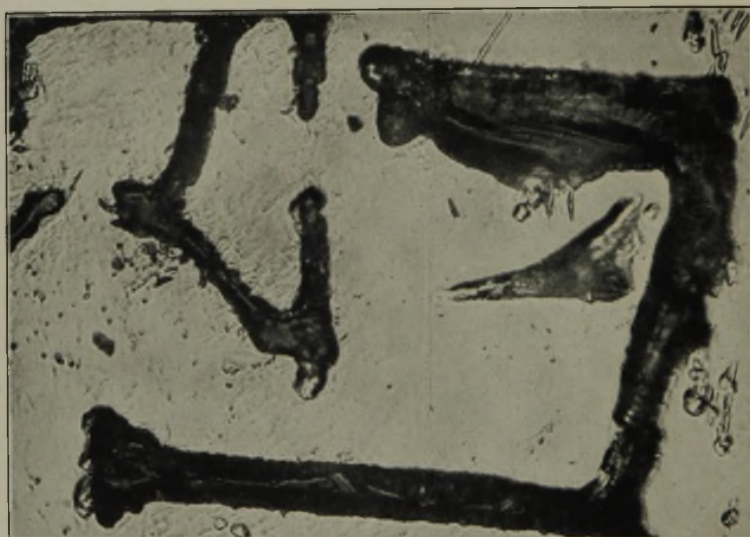


Bild 29. Spinellartige Schlacken im Ferrovanadin (80 % V). ( $\times 460$ .)



Bild 30. Linsenförmige Schlacken im Ferrovanadin (80 % V). ( $\times 500$ .)

1. hell- bis dunkelbraune Einschlüsse,
2. weiß- bis hellgelbe Einschlüsse,
3. blaviolette bis bräunliche Einschlüsse.

Das Vorhandensein dieser drei Bestandteile dürfte wohl darauf zurückzuführen sein, daß die Schlacken in flüssigem Zustand aus einer Eisenoxydul-Molybdänoxid-Schmelze bestehen, die sich während der Erstarrung entmischte. Diese Annahme ist um so berechtigter, als das Eisenoxydul bei etwa 1400° und das Molybdäntrioxyd bereits bei 795° schmilzt. Scheinbar scheiden sich zuerst eisenreiche Molybdate und dann Molybdäntrioxyd und Molybdändioxyd aus, je nach dem Sauerstoffgehalt der Restschmelze. Dem Eisenmolybdat würde dann die braune Farbe, dem Molybdäntrioxyd die weiße bis hellgelbe Farbe und dem Molybdändioxyd die bläulich-violette Farbe mit dem Stich zur braunen, metallisch glänzenden Kupferfarbe entsprechen. Es stimmen also die Färbungen vollkommen mit denen der genannten Verbindungen und Mineralien überein. Auch die Anordnung der drei Bestandteile im Einschluß bestätigt den Gedankengang. Das eisenreiche Oxyd liegt meist am Rand (*Bild 14*) oder auch an einer Seite, während die Molybdänoxyde im Innern (*Bild 15*) liegen. Die blauen Molybdändioxydeinschlüsse werden meist von den weißen Molybdäntrioxydschlacken eingeschlossen.

Die sauren Einschlüsse sind teilweise von so weitgehender Reinheit, daß im polarisierten Licht deutlich das für Kieselsäure kennzeichnende Achsenkreuz erscheint (*Bild 16 und 17*). In diesen Abbildungen ist auch ein größerer Einschluß zu erkennen, der im polarisierten Licht nur matt aufleuchtet, also aus einem kieselsäurereichen Silikat bestehen dürfte. In *Bild 18* ist ein Einschluß von ausgeprägt eutektischem Gefüge wiedergegeben, wie er auch häufig als Umrandung saurer Einschlüsse auftritt. *Bild 19* zeigt einen sauren Einschluß, in dem sich dunklere, scheinbar stärker abgesättigte Silikate bereits flüssig entmischte haben. Im polarisierten Licht ergab sich keinerlei Aufhellung. Ueber die Zusammensetzung der letzterwähnten Einschlüsse können selbstverständlich nur Vermutungen angenommen werden, da die Systeme Molybdän-Sauerstoff und die der Molybdänoxyde mit Kieselsäure, Eisenoxydul, Kalk usw. völlig unbekannt sind.

So kennzeichnend nun die festgestellten Einschlüsse auch sind, für die einwandfreie Beurteilung einer Schmelzung ist deren Kenntnis leider nicht ausschlaggebend. Es läßt sich nicht nachweisen, daß bestimmte Schlackenarten besonders schädlich oder unschädlich sind. Wenn es auch nicht möglich ist, den Gasgehalt eines Ferromolybdäns in klarer Abhängigkeit vom Schlackengehalt zu bringen, so kann doch festgestellt werden, daß ein einwandfreies Ferromolybdän nicht viel Schlacke enthält. Dagegen kann ein mittelmäßiges Ferromolybdän mehr Schlacke enthalten als ein schlechtes. *Zahlentafel 5* gibt über diese Zusammenhänge eine Uebersicht.

Zahlentafel 5. Schlackemengen in den untersuchten Ferromolybdän-Proben.

Nr.	Einschlußart		
	oxydisch	saure	eutektisch
1	wenig	—	—
2	—	mittel	viel
3	wenig	—	viel
4	wenig	wenig	sehr viel
5	wenig	—	viel
6	sehr wenig	wenig	mittel
7	sehr wenig	wenig	viel
8	wenig	wenig	mittel
9	mittel	wenig	—
10	wenig	sehr wenig	viel

Hierbei ist natürlich zu berücksichtigen, daß nicht die Schlackenmenge an sich maßgebend sein kann, sondern deren Gehalt an Sauerstoff, soweit dieser infolge seiner Bindungsart oxydierend auf die Legierung einzuwirken vermag.

Infolge des Fehlens von Seigerungen ist auch die Erkennung des Gasgehaltes am Bruchgefüge nicht möglich. Wohl hat sich herausgestellt, daß sehr häufig ein grobes Korn auf geringen Gasgehalt und sehr feines Korn auf hohen Gasgehalt deutet, aber ein zuverlässiges Schätzen ist nicht möglich, da klare Abhängigkeiten nicht vorhanden sind. Die Ausbildung der Korngröße hängt eben noch von vielen anderen Einflüssen ab.

Für den Stahlwerker ist es besonders wichtig, Genaueres über die unterschiedlichen Eigenschaften von Molybdänmetall und Ferromolybdän zu wissen. Während es allgemein bekannt ist, daß das Kalziummolybdat infolge seiner kräftigen oxydierenden Wirkung nur bei Schmelzen zu verwenden ist, die einer Oxydation oder einem Kochen unterworfen werden, so sind die Grenzen der Verwendung von Molybdänmetall noch nicht klargestellt. Rein gefühlsmäßig verwendet man das Molybdänmetall ungern zum Nachsetzen, da es infolge der Verwendung von Wasser oder Kohlenwasserstoffen als Bindemittel zur Herstellung der Preßlinge leicht Wasserstoff abgibt. Außerdem müssen die meist kieselsauren Alkalisalze, die als Bindemittel dienen, zu Verschlackungen Anlaß geben. Wird es pulverförmig verwendet, so bleiben immer noch die großen Sauerstoffmengen vorhanden, welche durch die große Oberfläche des pulverigen Metalls bedingt sind. Da sich aber die Molybdänoxyde gut reduzieren lassen, kann bei ausreichender Feinungszeit nach dem Molybdänzusatz immer ein einwandfreier Stahl erzeugt werden.

Als Beispiel dafür, wie schlecht die Beschaffenheit des Molybdänmetalls sein kann, seien einige Beobachtungen angeführt, die beim Nachsetzen von Molybdänmetall zu hochlegierten Molybdänschnellarbeitsstählen gemacht wurden. Es waren etwa 0,5 % Mo in einem 5,5-t-Ofen nachzusetzen. Bei dieser Menge kam es vor, daß, obwohl die Schmelzung mehr als eine Stunde unter Karbidschlacke stand, das Bad heftig aufkochte. Dieses heftige Aufkochen trat nicht immer ein, teilweise war diese Kochbewegung überhaupt nicht festzustellen. Da aber in jedem Falle auf ein kräftiges und langes Feinen nach dem Molybdänzusatz größter Wert gelegt wurde, konnten immer gesunde Blöcke erzielt werden. Metallurgisch ist es aber zweifellos richtiger, Ferromolybdän zum Nachsetzen zu verwenden und so die Möglichkeit einer Schädigung der gefeinten Schmelzen auszuschließen. Um eine weitere Probe über die Verwendbarkeit von Molybdänmetall und Ferromolybdän beim Nachsetzen zu erhalten, wurden in einem basischen Versuchslichtbogenofen 100-kg-Blöcke mit 9 % Mo erschmolzen. Dabei wurde bei einem Kohlenstoffgehalt von 0,8 % die Schmelzung unter Karbidschlacke ausgefeint und durch Ferrosilizium vollständig beruhigt. Dann wurde Molybdänmetall oder Ferromolybdän zugesetzt. Bei gleichen Zeiten nach dem Zusatz bis zum Vergießen ergab sich, daß die mit Molybdänmetall auflegierten Blöcke bedeutend mehr Hohlräume aufwiesen als bei Verwendung von Ferromolybdän. Eine Wiederholung der Versuche ergab das gleiche Ergebnis.

Die Beobachtung, daß durch Zusatz von Molybdänmetall eine Schmelzung sofort aufkochen kann, läßt vermuten, daß das Molybdänmetall sich in der Schmelzung sehr rasch auflöst. Versuche in einem 100-kg-Ofen ergaben, daß beim Auflegieren von etwa 10 % Mo bei Verwendung von Molybdänmetall bereits nach drei Minuten die Schmelze einen gleichmäßigen Molybdängehalt erreichte, während dies bei Verwendung von Ferromolybdän erst nach neun Minuten der Fall war. Diese Feststellung stimmt in vollem Umfang mit

den Erfahrungen an großen Oefen überein. Es ist bekannt, daß Ferromolybdän vor dem Nachsetzen zweckmäßig auf Rotglut vorgewärmt wird, wenn eine absolut sichere Auflösung der Legierung in kurzer Zeit erzielt werden soll.

#### Ferrovanadin.

Das Ferrovanadin hat allgemein den Ruf, für die Stahl-erzeugung sehr nützlich und unschädlich zu sein. Man sagt ihm außer dem rein legierungsmäßigen Einfluß kräftig desoxydierende und reinigende Eigenschaften bei der Herstellung des Stahles nach, die dem fertigen Stahl besondere Eigenschaften verleihen sollen. Um die Richtigkeit dieser aus der Erfahrung stammenden Behauptung nachzuprüfen, wurden vier Ferrovanadinproben verschiedener Lieferungen auf ihren Gasgehalt untersucht (Zahlentafel 6).

Zahlentafel 6. Gasgehalte im Ferrovanadin.

Probe Nr.	Sauerstoff %	Wasserstoff cm <sup>3</sup> /100 g	Stickstoff %	Gesamtgas cm <sup>3</sup> /100 g
1	0,110	43,8	0,072	261,0
2	0,020	13,9	0,066	95,0
3	0,600	107,5	0,250	4123,0
4	0,200	64,1	0,007	345,0

Dabei ergaben sich ganz überraschend hohe Gasgehalte, die mit den erwähnten günstigen Eigenschaften in Widerspruch zu stehen scheinen, so daß eine genauere Untersuchung der Verhältnisse notwendig erschien.

Es wurden daher wieder zehn Ferrovanadinproben aus verschiedenen Sendungen einer eingehenden Prüfung unterzogen. Das Beurteilen von Ferrovanadinproben durch Anschmelzen stößt aber auf besondere Schwierigkeiten. Infolge der hohen Sauerstoffaffinität des Vanadins überziehen sich die Ferrovanadinlegierungen in flüssigem Zustand sofort mit einer dichten, dicken Haut, so daß eine Beurteilung bei Verwendung des Schweißbrenners unmöglich ist. Nun gibt es aber ein Schweißgerät, das sowohl hohe Temperaturen erzielt als auch gleichzeitig eine stark reduzierende Atmosphäre über der Schmelze erzeugt, nämlich das Arcatom-Gerät. Schon die Vorversuche zeigten, daß in der Tat Ferrovanadin beim Anschmelzen mit Hilfe dieses Gerätes eine hautfreie Oberfläche aufweist, die eine Beurteilung der Schmelze in bezug auf Reaktionen möglich macht. Es sei noch angeführt, daß es bei Anwendung des Arcatom-Gerätes im Gegensatz zum Autogenbrenner zweckmäßig ist, bei der Beurteilung des Ferrovanadins möglichst schnell ein größeres Bad zu erzeugen, da irgendwelche Reaktionen infolge der hohen Temperatur und der stark reduzierenden Verhältnisse außerordentlich rasch verlaufen und sich der Beurteilung entziehen, wenn zu langsam angeschmolzen wird.

In Zahlentafel 7 sind die Gasanalysen und die Ergebnisse der Anschmelzversuche zusammengestellt. Daraus ist zu entnehmen, daß die gasreichsten (Ferrovanadin Nr. 1 bis 3) und die gasärmsten (Ferrovanadin Nr. 9 und 10) Legierungen beim Anschmelzversuch genau erkannt wurden. Dagegen wurden die Legierungen mit den mittleren Gasgehalten schwankend beurteilt. Die Beurteilung der Ferrovanadinlegierungen ist also ungleich schwieriger als die des Ferromolybdäns. Es läßt sich nur erkennen, ob die betreffende Legierung gut oder sehr schlecht ist. Eine gradmäßige Unterscheidung der Güte ist kaum möglich.

Um ein genaueres Bild über die Art der Verunreinigungen zu erhalten, wurden wieder mikroskopische Untersuchungen über die Schlacken-

Zahlentafel 7. Gasgehalte im Ferrovanadin.

Nr.	O <sub>2</sub> %	H <sub>2</sub> %	N <sub>2</sub> %	Gesamtgas cm <sup>3</sup> /100 g	Verhalten beim Anschmelzen
1	1,13	0,008	0,008	1678,0	gast stark
2	1,09	0,006	0,073	1633,0	gast stark
3	1,81	0,017	0,030	2845,0	gast stark
4	0,27	0,002	0,027	415,0	gast stark
5	0,18	0,003	0,057	335,5	gast stark
6	0,12	0,005	0,034	230,0	gast wenig
7	0,17	0,005	0,038	319,0	gast
8	0,20	0,004	0,117	416,5	gast wenig
9	0,040	0,002	—	72,8	ruhig
10	0,052	0,004	0,009	123,0	ziemlich ruhig

einschlüsse durchgeführt. Im wesentlichen wurden drei Arten von Einschlüssen gefunden:

1. skelettartige Einschlüsse,
2. kugelige bis linsenförmige Einschlüsse,
3. feine Einschlüsse.

Die skelettartigen Schlacken (Bild 20) sind dadurch gekennzeichnet, daß sie einen sehr hohen Schmelzpunkt haben, der höher liegt als der des Metalls. Die Kristallisation geht mit hoher Geschwindigkeit vor sich, so daß nur die Kristallachsen zu erkennen sind. Liegt die Kristallisationstemperatur infolge einer Kieselsäurebeimischung tiefer, so ergaben sich auch ausgeprägte Kristalle von gleichem Gefüge (Bild 21). Die skelettartigen Schlacken treten in sehr großer Menge auf, und zwar manchmal ziemlich gleichmäßig verteilt, meist aber nesterförmig. Im polarisierten Licht leuchten sie nicht auf, wohl aber bei starker Verunreinigung durch Silikate. Die Kristallform scheint dem regulären System zu entsprechen. Nach allen diesen Eigenschaften dürfte es sich um spinellartige Verbindungen handeln, wobei die Tonerde auch durch das hochschmelzende Vanadintrioxyd teilweise ersetzt sein dürfte. Daß Tonerde vorhanden ist, geht aus den Analysen hervor. (Zahlentafel 8); die einzige Ferrovanadinlieferung, die keine Skelettschlacken enthält, ist frei von Tonerde (Nr. 9).

Die runden Einschlüsse haben einen tieferen Schmelzpunkt als das Metall und haben infolgedessen viel bessere Möglichkeiten, in die Schlacke aufzusteigen, als die verästelten festen Skelette. Die runden Einschlüsse treten auch wirklich in wesentlich geringerer Menge auf als die skelettartigen. Die Einschlüsse selbst sind nicht einheitlich, es haben sich Ausscheidungen gebildet, die ihrem Aussehen nach auf Tonerdesilikate schließen lassen. Die Grundmasse dürfte stark saurer Natur sein, wie das Aufleuchten im polarisierten Licht anzeigt (Bild 22 und 23). Das könnte alles darauf hinweisen, daß die hochschmelzenden spinellartigen Einschlüsse durch Kieselsäure verschlackt und abgeschieden wurden, bei gleichzeitiger Reduktion des Vanadintrioxyds.

Die vielen kleinen punktförmigen Einschlüsse sind in zwei Arten vorhanden, nämlich die einen leuchten im polarisierten Licht auf, die anderen nicht (Zahlentafel 9). Die nicht-aufleuchtenden (Bild 24) sind nur im Ferrovanadin Nr. 2 vorhanden gewesen, während die aufleuchtenden (Bild 25 und 26) in allen anderen Proben zu finden waren. Im polarisierten

Zahlentafel 8. Vollanalysen der untersuchten Ferrovanadinproben.

Nr.	C %	Si %	Mn %	P %	S %	V %	Mo %	Cu %	As %	Fe %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Al %
1	0,11	0,43	Spur	0,005	0,10	83,40	0,70	0	0,05	13,80	0,70	0,60
2	0,07	0,36	Spur	0,005	0,058	81,10	0,75	0,03	0,05	16,10	0,60	0,68
3	0,10	0,24	Spur	0,005	0,12	84,60	0,70	Spur	0,05	11,70	0,58	1,58
4	0,03	1,47	0,46	0,070	0,010	75,20	0,03	0	0,16	18,10	0,50	3,94
5	0,02	1,25	0,40	0,056	0,005	76,70	0,03	0	0,14	17,45	0,40	3,00
6	0,03	0,54	Spur	0,032	0,055	82,30	0,03	0	0	8,40	0,30	8,28
7	0,07	0,40	0,17	0,070	0,12	75,60	0,35	0	0,05	20,70	0,30	2,04
8	0,02	1,23	0,42	0,054	0,010	81,50	0,03	0	0,10	13,00	1,00	2,66
9	0,53	0,98	0,22	0,055	0,009	55,60	0,03	0,27	0	36,20	Spur	6,10
10	0,55	1,24	0,16	0,050	0,052	58,8	0,03	0,22	0	37,40	0,20	1,18

Zahlentafel 9. Schlackeneinschlüsse in den untersuchten Ferrovanadinproben.

Nr.		Befund <sup>1)</sup>	Befund <sup>1)</sup>
1	Dicke Skelette . . . . .	3	Viele winzige Einschlüsse polarisierend
2	Dünne Skelette . . . . .	2	Winzige Einschlüsse nicht polarisierend
3	Dicke Skelette . . . . .	3	Winzige Einschlüsse polarisierend . .
4	Dünne Skelette . . . . .	2	Kleine polarisierende Einschlüsse . .
5	Dünne Skelette . . . . .	2	Kleine polarisierende Einschlüsse . .
6	Dünne Skelette . . . . .	2	Kleine polarisierende Einschlüsse . .
7	Dünne Skelette . . . . .	1	Kleine polarisierende Einschlüsse . .
8	Dünne Skelette . . . . .	2 bis 3	Kleine polarisierende Einschlüsse . .
9	Vereinzelte runde Einschlüsse polarisierend . . . . .	1	Kleine polarisierende Einschlüsse . .
10	Vereinzelte Skelette und runde Einschlüsse . . . . .	1	Kleine polarisierende Einschlüsse . .

<sup>1)</sup> 1 = wenig, 2 = mittel, 3 = viel.

Licht ergibt sich ein dem Fixsternhimmel ähnliches Bild. Es scheint sich hier entsprechend der aluminothermischen Gewinnungsweise um ziemlich reine Tonerdeinschlüsse zu handeln. Die nichtaufleuchtenden Einschlüsse scheinen zusätzlich durch Metalloxyde verunreinigt zu sein, worauf auch die stärkere Größe und Menge hinweist.

Zusammengefaßt ist festgestellt, daß das Ferrovanadin ganz erhebliche Sauerstoffmengen enthalten kann, die hauptsächlich an Vanadintrioxyd, Kieselsäure und Tonerde enthaltende Schlackeneinschlüsse gebunden sind.

Es ergibt sich nun wieder die Frage, ob diese Einschlüsse bei der Stahlerzeugung einen schädlichen Einfluß haben können. Zur Klärung dieser Frage wurden zwei 100-kg-Versuchsschmelzen durchgeführt. Es wurden zwei Blöcke erzeugt mit rd. 5 % V, 0,80 bis 0,90 % C, 0,20 bis 0,30 % Si und etwa 0,30 % Mn. Dabei wurde das Ferrovanadin Nr. 3 und Nr. 9, also das gasreichste und das gasärmste, verwendet. Die Blöcke wurden gespalten, und es ergab sich, daß beide Blöcke ein geradezu wunderbar gleichmäßiges Gußgefüge zeigten, in beiden Fällen vollständig frei von irgendwelchen Lunkererscheinungen oder Hohlräumen. Dieses auf den ersten Blick erstaunliche Ergebnis läßt sich aber doch auf einfache Weise erklären. Die im Ferrovanadin gefundenen Schlackeneinschlüsse bestanden zum größten Teil aus Tonerde, Kieselsäure und Vanadintrioxyd, also Verbindungen, die durch den Kohlenstoffgehalt von etwa 0,8 % nur sehr schwer reduzierbar, besonders während der Erstarrung nicht reaktionsfähig sind. Infolgedessen war keine Gasentwicklung bei der Erstarrung zu erwarten.

Es blieb dann nur noch zu klären, ob die im Ferrovanadin befindlichen Schlacken im fertigen Stahl wiederzufinden sind. Die Untersuchung ergab, daß bei Verwendung guten Vanadins sich eine außerordentlich hohe Reinheit erzielen ließ. Bei Verwendung schlechten Vanadins waren zwar die Skelette nicht wiederzufinden, wohl aber viele runde uneinheitliche Einschlüsse, die darauf hindeuten, daß die Skelette zwar verschlackt worden sind, aber nicht genügend Zeit fanden, in die Schlacke aufzusteigen. Vom Zulegieren bis zum Abstich waren 4 bis 5 min vergangen. Die verhältnismäßig hohen Aluminium- und Siliziumgehalte im Ferrovanadin dürften daher sofort bei Beginn der Verflüssigung die Schwermetalloxyde reduziert haben, so daß die Einschlüsse an Vanadintrioxyd verarmten und sich mit Kieselsäure und Tonerde anreicherten. Solche Einschlüsse zeigen in starker Vergrößerung das kennzeichnende Aussehen für vorwiegend kieselsäurereiche Schlacke mit tonerdereichen Ausscheidungen. Diese Schlacke ähnelt der kugeligen Schlacke im Ferrovanadin, nur daß sie infolge schnellerer Abkühlung stärker glasig ist.

Die Durchsicht der Vollanalysen und deren Vergleich mit dem Gütegrad des Ferrovanadins ergibt die schon von Matuschka<sup>2)</sup> erwähnte Tatsache, daß 50- bis 60prozentiges Ferrovanadin wesentlich besser als das 80prozentige ist. Dies ist auf das Schmelzpunktsminimum des Systems Eisen-

Vanadin und die durch den geringen Vanadiningehalt bedingte bessere Dünnflüssigkeit zurückzuführen. Beachtlich ist außerdem der höhere Kohlenstoffgehalt dieser beiden Legierungen. Im übrigen sind die hohen Tonerdegehalte erwähnenswert, da sie einen Anhalt über die großen Schlackemengen geben. Weiter sind die hohen Aluminium- und Siliziumgehalte wichtig, die sich, wie schon erwähnt, mit noch vorhandenen Schwermetalloxyden beim Schmelzen umsetzen müssen und entsprechende Verschlackungsrückstände liefern. Im übrigen genügen die Gehalte an Stahlschädlingen den Anforderungen.

#### Zusammenfassung.

Eine einfache Anschmelzprobe ermöglicht Voraussagen über das Verhalten der verschiedenen Ferrolegierungen beim Zusatz zum Stahlbade und im fertigen Erzeugnis. Auf diese Weise wurden verschiedene Sorten von Ferrowolfram, Ferromolybdän, Molybdänmetall und Ferrovanadin untersucht. Zur Bestätigung wurden u. a. metallographische, analytische und gasanalytische Untersuchungen vorgenommen, die Schliffe auf das Aussehen der Seigerungen und der nichtmetallischen Einschlüsse untersucht und Erkenntnisse über ihre Entstehung aus den Zustandsschaubildern entnommen.

Herrn Dipl.-Ing. J. Frehser, Herrn K. Eichhorn und Frl. A. Gebhardt sei für die freundliche Unterstützung bei den metallographischen Untersuchungen herzlich gedankt.

\* \* \*

An den Vortrag schloß sich folgende Erörterung an.

E. Holweg, Düsseldorf: Die im basischen Lichtbogenofen erschmolzenen Stähle mit etwa 0,80 % V für Hochdruckgefäße wiesen mehrfach so hohe Schlackengehalte auf, daß bei der Abnahme Schwierigkeiten entstanden. Das Bild 27 zeigt solche in Abnahmeproben gefundenen Schlackeneinschlüsse in 500-facher Vergrößerung.

Auf der Suche nach der Herkunft der Schlacken konnte festgestellt werden, daß die Schlacken in den Stahlschmelzen erst auftreten unmittelbar nach der Zugabe von Ferrovanadin. Eine daraufhin vorgenommene Untersuchung des verwendeten Ferrovanadins ergab überraschenderweise, daß dieses sehr stark schlackenhaltig war und daß diese Schlacken von genau gleichem Aussehen und Aufbau sind wie die, die in den Stählen gefunden wurden (vgl. Bild 27 und 28). Bei der aus etwa 20 Faß bestehenden Sendung Ferrovanadin wurden etwa bei der Hälfte der Fässer derartige Schlackeneinschlüsse gefunden, der Rest war sauberer. Die Lieferung war also nicht einheitlich.

Bei einer zweiten Sendung 80prozentigen Ferrovanadins wurden die gleichen Schlacken gefunden (vgl. Bild 29). Bei einer dritten Sendung dagegen waren die Schlacken etwa linsenförmig (vgl. Bild 30). Die Sendungen stammen von verschiedenen Lieferwerken.

Für die zurückliegende Zeit ist aus unseren Betriebsaufzeichnungen erkennbar, daß der Schlackengehalt und damit die Güte der vanadinhaltigen Stahlschmelzen sich sprunghaft geändert haben, sobald eine neue Sendung Ferrovanadin zur Verarbeitung kam. Wenngleich die früher verwendeten Sendungen Ferrovanadin noch nicht auf Schlackengehalt untersucht worden sind, so liegt doch die Vermutung nahe, daß hier Zusammenhänge mit dem Schlackengehalt des Ferrovanadins bestehen.

Um die durch den Vanadinzusatz in die Stahlschmelzen eingebrachten Schlackengehalte möglichst niedrig zu halten, helfen wir uns zur Zeit so, daß wir das Vanadin möglichst früh zusetzen und möglichst lange im Stahlbad halten. Durch dieses Verfahren entsteht allerdings ein höherer Vanadinabbrand.

<sup>2)</sup> Matuschka, B., und F. Cless: Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 764 (Stahlw.-Aussch. 312).

# Ein neues Verfahren zur Hartgußherstellung.

Von Karl Knehans und Norbert Berndt in Essen.

(Notwendigkeit der Einsparung von Sonderroheisen und von Hämatit. Bisherige Unentbehrlichkeit von Sonderroheisen bei der Hartgußherstellung wegen der verlangten hohen Kohlenstoffgehalte. Vermeidung des Einsatzes von Sonderroheisen durch Pechkoks. Betriebsversuche. Ergebnisse. Wirtschaftlichkeit. Ausblick.)

Die Erkenntnis, daß die Güte eines Werkstoffes nicht immer durch Verarbeitung besonderer Grundstoffe bedingt zu sein braucht, deren Eigenschaften sich später im verarbeiteten Werkstoff in gleicher Form wiederfinden, hat besonders in den letzten Jahren dazu geführt, daß man bisher übliche Herstellungsverfahren vollkommen änderte.

Nicht immer ist es notwendig, daß bereits in einem hochwertigen Ausgangswerkstoff die besonders hervorstechenden Eigenschaften des Erzeugnisses in irgendeiner Form enthalten sind. In vielen Fällen wird es auch möglich sein, bei Anwendung von anderen Ausgangsstoffen, nur durch Beeinflussung der Herstellungsverfahren, den gleichen hochwertigen End-

werkstoff zu erhalten. Derartige Verfahren werden sich naturgemäß besonders dort entwickeln, wo die hochwertigen Ausgangsstoffe gar nicht oder in viel geringerem Maße als Bodenschätze vorkommen, als zur Deckung des Verbrauchsnotwendig sind. Hier vor allen Dingen setzt beim Verbraucher das Bestreben ein, sich unabhängig zu machen.

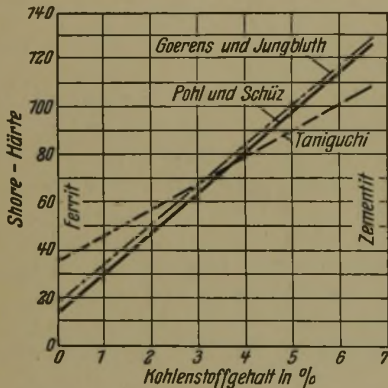


Bild 1. Abhängigkeit der Shorehärte vom Kohlenstoffgehalt (nach Jungbluth).

Die nachfolgenden Ausführungen erläutern ein neues Verfahren, bei dem dieses Ziel mit einfachen Mitteln zunächst bei der Hartgußherstellung erreicht wurde, und das durch dauernde Anwendung in einer großen Gießerei während eines längeren Zeitraums seine Brauchbarkeit nachweisen konnte.

Bei der Hartgußherstellung schien es bisher unumgänglich notwendig, in der Gattierung große Anteile von Zusatz- oder Sonderroheisen anzuwenden. Wegen des bekannten Abhängigkeitsverhältnisses der Härte des Werkstoffes vom Kohlenstoffgehalt (Bild 1)<sup>1)</sup> verlangten Hartguß-Gußstücke einen möglichst hohen Kohlenstoffgehalt in der Gattierung, der nur durch die Verwendung hochgekolter Sonderroheisen oft ausländischen Ursprungs zu erreichen war. Der Kohlenstoffgehalt wurde also in diesem Falle durch die Gattierung eingebracht. Hohe Anteile an Hartgußbruch konnten nicht eingesetzt werden, da ihr hoher Schwefelgehalt neben dem zu geringen Kohlenstoffgehalt den erzeugten Hartguß verschlechtert hätte.

<sup>1)</sup> Jungbluth, H.: Techn. Mitt. Krupp 4 (1936) S. 129/42.

Diese genannten Schwierigkeiten lassen sich vermeiden, wenn man den Kohlenstoffgehalt nicht durch die Gattierung, sondern durch einen geeigneten Brennstoff in die Schmelze einbringt, und wenn man an Stelle des bisher zumeist verwandten Gießereikokes den Pechkoks als Brennstoff im Kupolofen wählt.

Pechkoks ist für die Gießereien ein hochwertiger Brennstoff, der aus dem Steinkohlenteerhartpech gewonnen wird, wobei Oefen besonderer Bauart zur Anwendung kommen<sup>2)</sup>. Die Herstellung in Deutschland liegt in den Händen der Verkaufsvereinigung für Teererzeugnisse in Essen, die auch die nachstehenden Angaben über den neuartigen Brennstoff zur Verfügung gestellt hat.

Pechkoks ist viel härter und dichter als gewöhnlicher Gießereikoks. Daher hat er auch eine größere Abriebfestigkeit. Das wahre spezifische Gewicht beträgt 1,9 bis 2,0. Pechkoks hat weniger als 0,8 % flüchtige Bestandteile, auch sein Aschengehalt ist gering. Während dieser bei gewöhnlichem Gießereikoks zwischen 9 und 10 % schwankt, beträgt er bei Pechkoks kaum mehr als 0,3 %. Ein ganz besonderer Vorzug des Pechkokes liegt in dem hohen Kohlenstoffgehalt, der rd. 98 % beträgt, und einem mit gewöhnlichem Gießereikoks verglichen nur geringen Gehalt an Schwefel. Gewöhnlicher Gießereikoks hat etwa 1 % Schwefel, Pechkoks dagegen, wie er zu den Versuchen und zur betriebsmäßigen Durchführung des neuen Verfahrens zur Anwendung gelangte, nur höchstens 0,5 %. Unter Beachtung gewisser, aus seiner Herstellung sich ergebender Eigenarten kann Pechkoks im Kupolofen wie gewöhnlicher Gießereikoks verwandt werden. Dabei ist es zur Erreichung der obengenannten günstigen Auswirkungen auf die Hartgußschmelze nicht notwendig, ausschließlich mit Pechkoks zu arbeiten, vielmehr empfiehlt es sich, den Gießereikoks nur teilweise durch Pechkoks zu ersetzen. Die im folgenden beschriebenen Versuchsschmelzungen weisen Anwendungsbeispiele für diese Erkenntnisse nach.

Die Ermittlung der obengenannten Vorzüge von Pechkoks sowie die Nachprüfung der Eignung dieses Brennstoffes

<sup>2)</sup> Hilgenstock, P.: Glückauf 73 (1937) S. 617/24 (Koke-riaussch. 68); Himpe, L.: Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 295/96.

Zahlentafel 1. Uebersicht der Versuchsschmelzen.

Bezeichnung	Schmelze	Gattierung in %						
		Sonderroheisen 1	Sonderroheisen 2	Thomasroheisen	Hämatit	Stahlschrott	Hartgußbruch	Zuschlag
A	H. G. S. 22. 5.	36	17	13	—	5	25	Rest
	Kohlenstoff im Einsatz: 3,60 %	mit 12 % Gießereikoks erschmolzen						
B	H. G. S. 9. 6.	—	—	15	30	5	50	Rest
	Kohlenstoff im Einsatz: 3,40 %	mit 9 % Gießereikoks und 3 % Pechkoks als Brennstoff erschmolzen						
C	H. G. S. 20. 7.	—	—	15	40	5	70	Rest
	Kohlenstoff im Einsatz: 3,35 %	Brennstoffsatz wie B						

für die Hartgußherzeugung machten eine große Anzahl von Einzelversuchen notwendig. Nach ihrem günstigen Abschluß wurde das Verfahren im Betrieb angewandt, wobei natürlich besonders in der ersten Zeit die Schmelzbedingungen und auch die Eigenschaften des Erzeugnisses genau überwacht wurden. Aus der großen Reihe von Versuchsschmelzungen, die betriebsmäßig in einem Kupolofen von 1000 mm lichter Weite und 8 t Stundenleistung durchgeführt wurden, seien die in *Zahlentafel 1* beschriebenen Schmelzungen zur Kennzeichnung der Versuchsplanung und zur Erläuterung der Versuchsergebnisse herausgegriffen. Von diesen Schmelzungen wurden die Zusammensetzung, die Härte nach Shore und das Feingefüge festgestellt. Die Härte nach Shore wurde an einem stets gleich großen sowie

in der Anlegung der Kokillen stets gleichartigen Probekörper (Bild 2) ermittelt, dessen Seitenflächen zur Hartmessung sowie zur Gefügebeobachtung angeschliffen und poliert wurden. Es ergaben sich die in den *Zahlentafeln 2 und 3* sowie in *Bild 3* niedergelegten Werte.

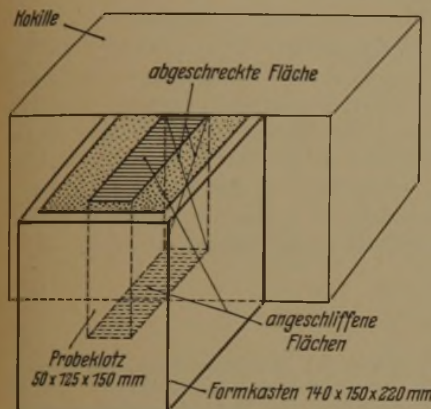
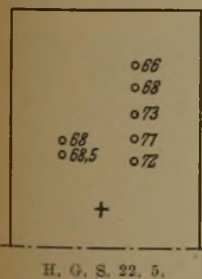


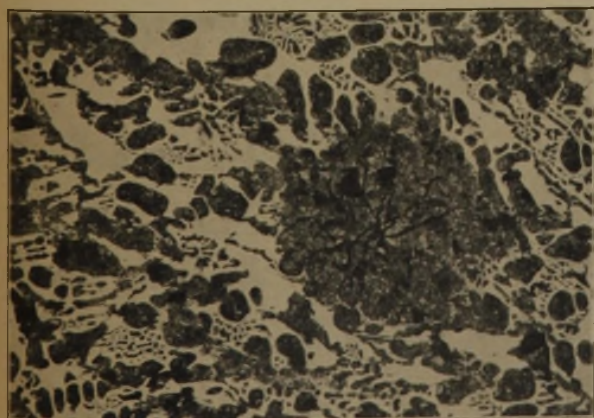
Bild 2. Herstellung der Probe für die Härte- und Gefügeuntersuchung.

Die Versuchsergebnisse lassen, wie die *Zahlentafeln 2 und 3* zeigen, erkennen, daß der mit Pechkoks erschmolzene Hartguß dem aus Sonderroheisen hergestellten gleichwertig ist. Der Kohlenstoffgehalt ist bei allen Schmelzungen mit Pechkoks eher höher als niedriger gefunden worden, obwohl, wie aus den Angaben von *Zahlentafel 1* ersichtlich, bei den Pechkoksschmelzen der durch die Gattierung eingebrachte Kohlenstoffgehalt bedeutend niedriger war. Die Härte (*Zahlentafel 3*) zeigt, daß auch in diesem Punkte die Schmelzungen mit Pechkoks sehr günstige Ergebnisse aufweisen. Ebenso waren im Feingefüge Unterschiede zwischen der alten und der neuen Herstellungsart des Hartgusses nicht erkennbar. Die Träger der Härte des Hartgusses, nämlich



H. G. S. 22. 5.

026395 x 50



A

Zahlentafel 2. Chemische Zusammensetzung der Versuchsschmelzen.

Bezeichnung	Schmelze	Analysewerte					
		C %	Si %	Mn %	P %	S %	
A	H. G. S. 22. 5.	3,46	0,47	0,87	0,45	0,089	
B	H. G. S. 9. 6.	1	3,79	0,54	1,09	0,56	0,077
		2	3,77	0,53	1,06	0,55	0,080
		3	3,72	0,45	0,83	0,55	0,074
C	H. G. S. 20. 7.	1	3,62	0,39	0,89	0,60	0,084
		2	3,66	0,45	0,87	0,59	0,082

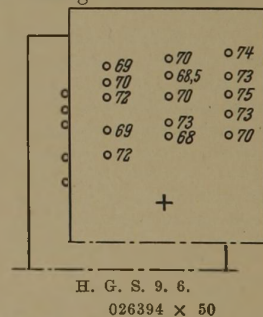
Zahlentafel 3. Härtewerte der Versuchsschmelzen. (Vgl. auch Bild 3.)

Bezeichnung	Schmelze	Shore-Härte von der abgeschreckten Kante aus					Mittelwert
		1	2	3	4	5	
A	H. G. S. 22. 5.	67	71,5	69	70	66	67
		65	63	65	68	67	
B	H. G. S. 9. 6.	69	70	72	69	72	72
		70	68,5	70	73	68	
		74	73	75	73	70	
C	H. G. S. 20. 7.	74	72	76,5			73
		70	76	70			
		75	75	68			

Ledeburit und Zementit, sind auch in dem mit Pechkoks erschmolzenen Eisen in ausreichendem Maße vorhanden (*Bild 3*).

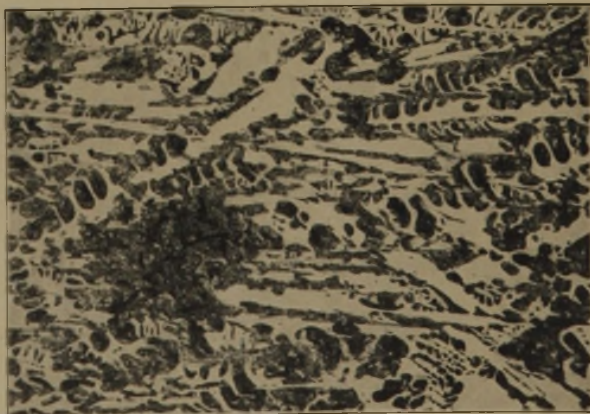
Die im vorstehenden erläuterten Versuchsergebnisse haben Anlaß gegeben, vom Jahre 1937 an den Hartguß nach dem neuen Verfahren zu erschmelzen. Zudem wurde das Verfahren unter Patentschutz gestellt<sup>3)</sup>. Das neue Verfahren erlaubt nämlich nicht nur die vollständige Einsparung von Sonderroheisen, was allein ihm bereits eine wichtige volkswirtschaftliche Bedeutung sichert. Darüber hinaus kann der Bruchanteil in der Gattierung bis zu 70 % (*Zahlentafel 1*) erhöht werden. Dies gestattet eine bedeutende Verbilligung des Einsatzes.

Eingangs war gesagt worden, daß das Pechkoksverfahren vor allen Dingen für die Hartgußherstellung von Bedeutung wäre. In der Tat gibt die neuartige Anwendung dieses Brennstoffes in der Gießereiindustrie hier seinem starken Aufkohlungsvermögen am ehesten Gelegenheit zur Auswirkung. Fernerhin hat sich gezeigt, daß die in der Einleitung auseinandergesetzten Gedankengänge auch bei anderen Eisensorten Anwendung finden. Beispielsweise ist es durchaus möglich, mit Pechkoks als Brennstoff



H. G. S. 9. 6.

026394 x 50



B

Bild 3. Shorehärte und Feingefüge der Betriebsversuche A und B. Aetzung Pikrinsäure. + = Entnahme der Schlibfbilder.

aus 100 % Kokillenbruch Blockformen mit guter Haltbarkeit zu erschmelzen. Im Gegensatz zu der allgemein gültigen Auffassung, daß Stahlwerkskokillen mit einem möglichst hohen Prozentsatz an Hämatit zu gattieren seien, wurde aus Gründen der Hämatitersparung und unter Benutzung von Pechkoks als Brennstoff eine große Anzahl von Blockformen nur aus Kokillenbruch hergestellt. Neben einigen kleineren Formen handelte es sich in der Hauptsache um 65-cm-Flaschenhalskokillen, d. h. Blockformen für ein Blockgewicht von 5 t. Die mittlere Haltbarkeit dieser Kokillen beträgt gewöhnlich etwa 130 Güsse. Bei den mit Pechkoks erschmolzenen Formen lag sie nur unwesentlich tiefer, bei etwa 125 Güssen. Auch in diesem Falle liegt die wirtschaftliche Bedeutung des Verfahrens klar auf der Hand, denn mehr noch als bei Hartguß dürften sich wegen der bedeutend größeren Erzeugung an Blockformen auch entsprechend größere Ersparnisse bei Verwendung von Kokillenbruch an Stelle des Hämatits bemerkbar machen. Auch ist es, wie weitere Versuche zeigten, möglich, aus 100 % Maschinenbruch oder Zylinderschrott ein brauchbares Maschinen- oder Zylindereisen zu erschmelzen.

Bekanntlich unterliegen alle Brennstoffe, und daher auch der Pechkoks, einer Bewirtschaftung durch die Reichsstelle für Kohle. Beim Pechkoks liegen nun die Dinge so, daß

in der Kriegszeit aus einem seinerzeit noch lästigen Nebenprodukt, für das man Absatz suchte, ein hochwertiger Rohstoff für gewisse andere Industrien geworden ist. Hierbei wird zur Zeit der größte Teil der vorhandenen Pechkovorräte verbraucht. Immerhin ist anzunehmen, daß mit Rücksicht auf die mögliche Einsparung devisenabhängiger Sonderroheisen und Kostenersparnis es möglich sein wird, genügende Mengen für die Zwecke der Gießerei abzuweigen.

#### Zusammenfassung.

Bei der Herstellung von Hartguß ist bisher mit Rücksicht auf den erforderlichen hohen Kohlenstoffgehalt die Verwendung von hohen Roheisenanteilen, besonders Sonderroheisen, erforderlich gewesen. Versuche haben gezeigt, daß es möglich ist, den Roheisenanteil der Gattierung zugunsten eines größeren Anteiles an Gußbruch herabzusetzen, wenn man einen Teil des Schmelzkokes durch Pechkoks ersetzt. Besonders der geringe Gehalt des Pechkokes an Asche und Schwefel und seine Fähigkeit, das erschmolzene Eisen aufzukohlen, haben die Uebertragung des Verfahrens in die Betriebspraxis ermöglicht. In gleicher Weise hat sich Pechkoks auch bei der Herstellung von Blockformen und hochwertigem Maschinenguß als geeignetes Mittel zur Einsparung von Hämatit und Sonderroheisen erwiesen.

## Umschau.

### Versuche zur Ziegelung von Fernie-Erz.

Fernie-Erz ist in grubenfeuchtem Zustand lehmig-tonig, es ist nicht stückig. Bei der Erhitzung gibt es unter starkem Aufblähen Feuchtigkeit und Hydratwasser ab und zeigt die ersten Schmelzerscheinungen schon bei 1000 bis 1100°. Diese Eigenschaften schränken die Verwendung des Erzes auf eine Zugabe als Manganträger in geringer Menge zum Thomasmöller und Spiegeleisenmöller ein und verhindern die Ausnutzung des Eisen-Mangan-Verhältnisses dieses Erzes für die Erzeugung höherhaltiger Manganeisensorten. Eine Verbesserung der Verarbeitung störenden Eigenschaften des Fernie-Erzes war zu erwarten durch eine Aufbereitung mittels Ziegelung und nachfolgenden Brennens der Preßlinge. Entsprechende Versuche wurden mit 40 t Fernie-Roherz in einer Ziegelei durchgeführt. Gleichzeitig war man bestrebt, einen Anhalt über die entstehenden Kosten zu bekommen.

Das Roherz wurde im Anlieferungszustand in einem Trockenkollergang auf 3 bis 5 mm Korngröße gemahlen und anschließend in einer Schlagpresse zu Normalsteinen gepreßt. Die gepreßten Steine wurden sofort in einen Ringofen eingesetzt, dort im Abgasstrom vorgetrocknet und bei rd. 900° gebrannt. Ein Teil des Roherzes wurde vor dem Kollern mit Feinstrospat als Magerungsmittel in verschiedenen Mengenverhältnissen versetzt. Die bei den Versuchen erzielten Steine sind dicht und bruchfest und zeigen eine einwandfreie gleichmäßige Brennhaut (Bild 1).

Der Zusatz von Feinstrospat in Mengen von 16 bis 44 % wirkte sich bei der Herstellung der Steine nicht aus, beim Brennen zeigten die mit Feinstrospat gemagerten Steine eine geringere Schwindung. Die Ergebnisse zeigen, daß das Fernie-Erz durch Ziegelung mit nachfolgendem Brennen in einsatzfähige Form gebracht werden kann. Ob die Ziegelung zu Normalsteinen oder die Herstellung kleinerer Abmessungen richtig ist, muß ein Großversuch der Verhüttung dieser Steine im Hochofen zeigen.

Um einen Anhalt für das Verhalten der Ziegel im Vergleich zum Roherz bei der Erhitzung während der Verhüttung zu bekommen, wurde unter Vernachlässigung der Einflüsse der Reduktionsvorgänge das Verhalten bei der Erhitzung ohne und mit Druckbelastung wie bei feuerfesten Steinen untersucht. Die Prüfung der Druckfeuerbeständigkeit der Ziegel nach

DIN 1064 ergab, daß schon durch vorheriges Ziegeln und Brennen des Roherzes ohne Zugabe von Feinstrospat als Magerungsmittel der Beginn der Stauchung bei der Druckfeuerbeständigkeitsprüfung von 1010° auf 1120° um 110° steigt, während durch die Zugabe von Feinstrospat in Mengen von 16 bis 44 % noch eine weitere Steigerung um 50° erzielt wird. Das Verhalten ohne Druckbelastung in der Hitze wurde an Prismen aus den gebrannten Ziegeln und an einem Roherzpreßling beobachtet. Der Beginn des Zusammensinkens wurde beim Roherzpreßling schon bei 1100° festgestellt. Dagegen begann der Ziegel aus reinem Fernie-Erz erst bei 1260° zusammenzusinken. Diese Temperatur konnte durch Zusatz von Feinstrospat nicht weiter gesteigert werden. Der Roherzpreßling trieb im Verlauf des Erhitzens sehr stark, während die vorgebrannten Proben ihre Form bis zum Beginn des Erweichungsvorganges behielten (Bild 2).

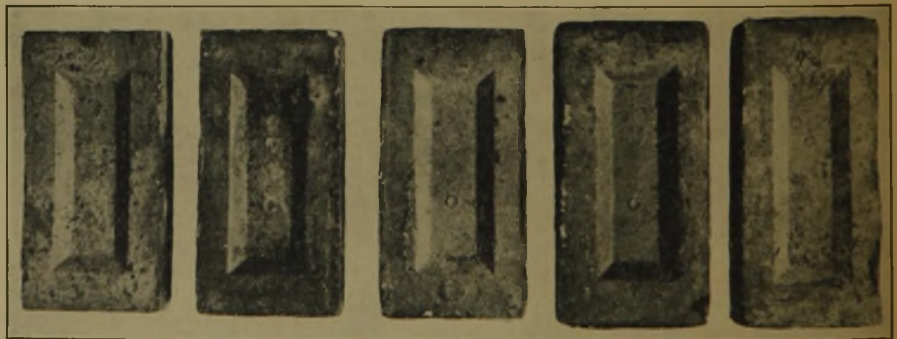


Bild 1. Gebrannte Ziegel aus Fernie-Erz mit und ohne Zusätze von Feinstrospat.

Fernie-Erz: 100 %	84 %	72 %	63 %	56 %
Rostspat: —	16 %	28 %	37 %	44 %

Auf Grund der Versuchsergebnisse ist zu erwarten, daß die Ziegel für den Hochofen einen wesentlich besseren Einsatzstoff darstellen als das lehmige Fernie-Roherz, so daß gegebenenfalls auch die Verhüttung eines reinen Fernie-Erzmöllers möglich ist.

Die zusätzlichen Kosten je t Roherz durch Ziegeln und Brennen können auf Grund der bei den Versuchen entstandenen Kosten zu 8 bis 10  $\mathcal{M}$  je t Roherz eingesetzt werden. Im Dauerbetrieb werden diese Kosten durch Verbesserung der Beförderungsvorrichtungen und durch Herabsetzung der Brenntemperatur voraussichtlich gesenkt werden können.

Man kann die Wirtschaftlichkeit der Ziegelung nur dann richtig beurteilen, wenn man sich ausrechnet, was die Erhöhung des Mangangehaltes im Stahl kostet, einmal, wenn



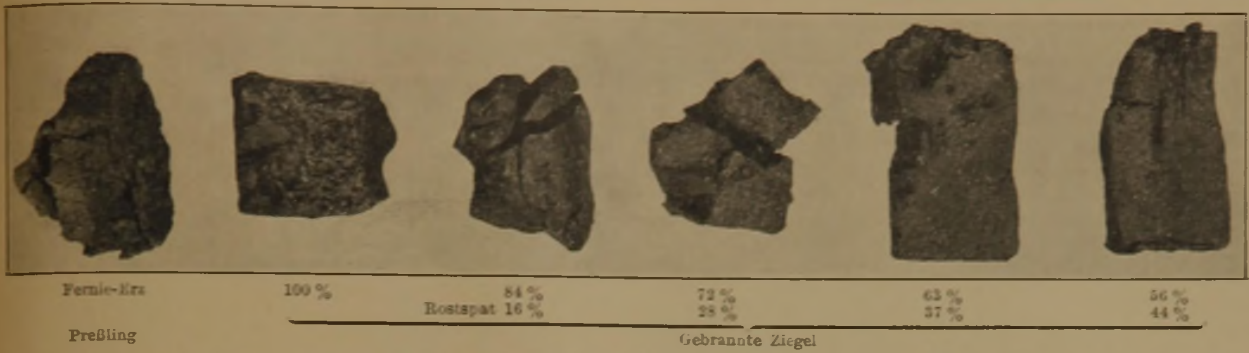


Bild 2. Ungebrannter Preßling und Ziegel aus Fernie-Erz mit und ohne Zusätze von Feinstrospat nach dem Erweichungsversuch ohne Druckbelastung.

man diese Erhöhung über eine Steigerung des Mangangehaltes im Thomasroheisen durch Einsatz von Fernie-Roherz im Möller erreicht, zum andern, wenn man die Erhöhung des Mangangehaltes des Stahles durch Zugabe von Manganeisen im Stahlwerk erzielt, das aus gezeigtem Fernie-Erz erzeugt wurde. Diese Kostenrechnung ist in *Zahlentafel 1*, Spalten 1 und 2, durchgeführt. Die benutzten Ausbringungszahlen sind in der *Zahlentafel 1* angegeben. Der Rechnungsgang ist durch Pfeile gekennzeichnet. *Zahlentafel 4*. Kostenrechnung und Ausbringungszahlen.

Spalte	1	2	3
	Verarbeitung von Fernie-Roherz im Thomasmöller	Verarbeitung von Fernie-Ziegeln im Manganeisenmöller	Anslandsmanganerz
	<i>R.M.</i>	<i>R.M.</i>	<i>R.M.</i>
Stoffkosten je % Mn im Erz	0,64	0,64	1,62 bis 1,95
Ziegelungskosten bei 11 % Mn im Roherz und 8 bis 10 <i>R.M.</i> Ziegelungskosten je t Roherz	—	0,73 bis 0,91	—
Kosten je % Mn im Möller	0,64	1,37 bis 1,55	1,62 bis 1,95
Stoffkosten je % Mn im Roheisen bei 40 % Manganreduktion im Thomasmöller oder 67,5 % Manganreduktion im Manganeisenmöller oder 85 % Manganreduktion im Ferromanganmöller.	1,60	2,03 bis 2,30	2,03 bis 2,30
Reduktionskosten bei 16 kg Koks je % Mn und 2 Pf. je kg Koks	0,36	0,36	0,36
Summe Kosten je % Mn im Roheisen	1,96	2,39 bis 2,66	2,39 bis 2,66
Kosten je % Mn im Stahl:			
a) bei 20 % Manganausbbringen aus Thomasroheisen	9,80		
b) bei 60 % Manganausbbringen aus Manganeisen		3,98 bis 4,44	3,98 bis 4,44

Aus der Kostenrechnung ist ersichtlich, daß es billiger ist, den Mangangehalt im Stahl durch die Verwendung von Manganeisen aus Fernie-Ziegeln zu erhöhen als durch Verwendung von Fernie-Roherz zur Erhöhung des Mangangehaltes im Thomasroheisen. Steht für den Gesamtmöller eine gewisse Menge Fernie-Erz zur Verfügung und hat das Thomasroheisen bereits einen metallurgisch ausreichenden Mangangehalt, so wird es wirtschaftlicher sein, das Fernie-Erz zu ziegeln und gesondert auf Manganeisen zu verarbeiten, als es im Thomasmöller zu verhütten.

Wann das Mangan im Manganeisen aus Fernie-Ziegeln mit Mangan aus Anslandsmanganerzen wettbewerbsfähig ist, ergibt die Rückrechnung in *Zahlentafel 1*, Spalte 3. Hier sind, ausgehend von den Kosten je % Mn im Stahl, unter Berücksichtigung der Ausbringungszahlen des Anslandsmanganerzes die Kosten je % Mn im Anslandsmanganerz ermittelt. Es ergibt sich, daß die Erzeugung von Manganeisen aus Fernie-Ziegeln gegenüber der Verwendung von Anslandsmangan wirtschaftlich ist, falls die Manganeinheit im Anslandsmanganerz mehr als 1,62 bis 1,95 *R.M.* kostet. Hugo Bansen und Cornelius Wens.

**Kennzahlen für die Betriebsüberwachung in Warm- und Kaltwalzwerken, Stangen-, Profil- und Drahtziehereien.**

In einem geordneten Industriebetrieb ist die Ueberwachung der verbrauchten Zeiten und Mengen, der Leistung von Mensch und Maschine durch Arbeitsstudien und Betriebsaufschrei-

bungen und die Prüfung der Erzeugnisse auf Maßhaltigkeit, Beschaffenheit und Güte unentbehrlich. Die Schwierigkeiten, die für diese Tätigkeiten geeigneten Arbeitskräfte in ausreichendem Maße bereitzustellen, treten zur Zeit besonders hervor. Da aber eine Einschränkung der Betriebsüberwachung sich bekanntlich bald nachteilig auswirkt, andererseits die Zahl der verfügbaren Arbeitskräfte begrenzt ist, bleibt nur die Möglichkeit, den Einsatz der vorhandenen Kräfte betriebswirtschaftlich zu organisieren, also auf den besten Wirkungsgrad hin auszurichten. Für die Beurteilung des hierbei Möglichen kann der Betriebsvergleich auf statistischer Grundlage als Ausgangspunkt dienen. Eine solche Statistik ist als erste Stufe unentbehrlich, sie kann aber nur Anhaltswerte liefern, deren genaue Auswertung eine hinreichende Kenntnis der Betriebsbedingungen in den einzelnen Werken voraussetzt.

Da der Zweck der vorliegenden statistischen Uebersicht bewußt auf die Bereitstellung solcher Anhaltswerte für die Betriebsüberwachung in Walzwerken, Stangen-, Profil- und Drahtziehereien beschränkt war und die soeben erwähnte Voraussetzung für eine umfassende Auswertung nicht gegeben ist, müssen sich die vorliegenden Ausführungen auf allgemeine Hinweise beschränken.

Nachstehend seien kurz die wichtigsten Einflußgrößen aufgeführt, die das Verhältnis der Zahl der Ueberwachungskräfte zu der der Arbeiter bestimmen. Damit werden sowohl die möglichen Ursachen für die Unterschiede der statistischen Angaben als auch die Möglichkeiten für eine Neuorganisation des betrieblichen Ueberwachungswesens in großen Zügen aufgezeigt.

**1. Der Grad der allgemeinen betriebswirtschaftlichen Organisation.**

So kann z. B. durch Einbau geeigneter Meßeinrichtungen eine weitgehende Gleichmäßigkeit in der Beschaffenheit der zu verarbeitenden und verarbeiteten Werkstoffe erzielt und dadurch eine Herabsetzung der Zahl der Prüfkkräfte möglich werden.

Bei Betriebsaufschreibungen wird durch eine weitgehende Vereinheitlichung der Unterlagen Doppelarbeit vermieden und die Zahl der Schreibkräfte verringert.

Durch eine entsprechende Gestaltung des Arbeitsablaufs und der Hilfseinrichtungen kann eine Steigerung der Gesamtleistung bei gleichbleibendem Stand der Arbeitskräfte oder die gleiche Leistung mit kleinerer Arbeiterzahl erreicht werden. Die Kenngröße „Zahl der Arbeitskräfte zu der der Ueberwachungskräfte“ ändert sich demgemäß.

**2. Der Grad der Mechanisierung.**

Bei weitgehender Mechanisierung steht einer großen Leistungsfähigkeit eine verhältnismäßig geringe Zahl von Arbeitern gegenüber; der der Gesamterzeugung entsprechende Stab von Ueberwachungs- (Prüf-) Kräften kann dabei verhältnismäßig groß sein (siehe Stangen- und Profilizierei bei Werk A). In weniger mechanisierten Betrieben liegen die Verhältnisse in der Regel so, daß auf eine große Zahl von Arbeitern nur eine verhältnismäßig kleine Zahl von Ueberwachungskräften entfällt.

**3. Die Art der Erzeugnisse.**

Die Herstellung von hochwertigen Erzeugnissen oder solchen, die der Art wie der Güte nach stark wechseln, erfordert naturgemäß eine größere Zahl von Ueberwachungskräften als eine solche, deren Merkmal die Reihe oder die Fertigung von Sorten ist, die sich über längere Zeiträume hinaus erstrecken.

Zusammenfassend kann also gesagt werden, daß die Zahl der Ueberwachungskräfte zwar auch durch die Organisation ihres Einsatzes und die Art der ihnen zur Verfügung stehenden Arbeitsunterlagen und Hilfsmittel, vorwiegend aber durch die Betriebsleistung nach Menge und Art bestimmt wird. Die Leistung wiederum ist in der Regel in weit stärkerem Maße

Zahlentafel 1.  
Betriebsüberwachung in Walzwerken, Profil- und Drahtziehereien.  
(Zusammenstellung nach Fragebogen.)

Werk	Betrieb	Erzeugungsplan	Ueberwachungs- und Schreibkräfte je 100 Arbeiter					Ergänzende Bemerkungen
			a	b	c	d	e	
1	2	3	4					5
			Vor- arbeiter	Be- triebs- beamte	sonstige Ueber- wachung	Be- triebs- auf- schrei- bung	Arbeits- vorbe- reitung und Aus- wertung	
A	Schmelzerei } 1 Hammerwerk } Betrieb	Hochfrequenz-Tiegelstahlschmelze, hochlegierte Edelstähle und Sonderstähle Erschmelzen und Reckschmieden zu Knüppeln und Werkzeugstählen usw. . . . . Bänder bis zu 350 mm Breite. Edelbandstähle für Federn, Sägen, Rasierklingen usw. . . . . Stangenzieherei und Wellendreherei nebst Vergüterei für Stangen bis 100 mm Dmr. Werkstoffe: hochlegierte, rostfreie Güten, ferner Baustähle, unlegierte Stähle nach DIN-Norm und Automatenstähle . . . . Von 14 mm abwärts bis zu den dünnsten Abmessungen, in Silberstahl, Werkzeugstahl und hochlegierten Sondergüten . .	—	4	1,5	—	—	2,7
	Kaltwalzwerk		0,7				5,5	
	Stangen- und Profil- zieherei		4	8	—	2		
	Drahtzieherei		2	4	—	2		
B	Warmwalzwerk einschl. Zurichterei	Unlegierte Thomas-, Siemens-Martin- und Elektrostähle, weich und bis zu etwa 120 kg Festigkeit . . . . . Bänder bis zu 430 mm Breite, Gleiche Güten wie im Warmwalzwerk . . . . . Gleiche Güten wie im Warmwalzwerk . . . . Von 12 mm abwärts bis zu den dünnsten Abmessungen . . . . .	7	5	3	1	3	
	Kaltwalzwerk		4	4	5	1	1	
	Profilzieherei		2	2	4	1	1	
	Drahtzieherei		5	5	3	3	4	
C	Warmwalzwerke a)	Unlegierter, weicher Thomas- und Siemens-Martin-Stahl bis zu hochlegierten, korrosionsbeständigen Sonderstählen . . . . . Bänder bis 800 mm Breite . . . . . Bänder bis 500 mm Breite mit gleichen Güten wie im Warmwalzwerk . . . . . Von 12 mm abwärts bis zu den dünnsten Abmessungen, blank oder patentiert, verkupfert, verzinkt, in Thomas- und Siemens-Martin-Qualität, Zus. Verarbeitung: Stacheldraht, Drahtseile, Drahtgeflechte	6,4	2,8	1,3	0,9	3,4	
	b)		3,3	1,3	0,3	0,4	1,3	
	Kaltwalzwerke a)		2,0	4,0	2,0	—	2,8	
	b)		0,5	1,7	0,5	0,7	0,7	
	Stangen- und Profil- zieherei		—	4,5	—	1,5	2,0	
	Drahtzieherei		3,5	5,3	1,0	—	3,5	

Kennzeichnung der Arbeitsbereiche.  
Zu 4 a: In Stunden- und Wochenlohn tätig, teilweise auch produktiv mitarbeitend.  
Zu 4 b: Angestellte vom Meister bis zum Betriebschef.  
Zu 4 c: Prüfung und Ueberwachung des Werkstoffs.  
Zu 4 d: Alle gelegentlichen oder laufenden planmäßigen Aufschreibungen.  
Zu 4 e: Planmäßige Arbeitslenkung und statistische Auswertung der Betriebsaufschreibungen, also diejenigen Arbeiter, Angestellten und Beamten, die mit Funktionen der Arbeitsanweisung betraut sind.

Zahlentafel 2.  
Betriebsüberwachung in Walzwerken, Profil- und Drahtziehereien.  
(Einordnung der Angaben von Tafel 1 zum Zwecke des Vergleichs, bezogen auf 100 Arbeiter.)

Betrieb	Warmwalzwerk			Kaltwalzwerk			Stangen- und Profilzieherei			Drahtzieherei			Hammerwerk			Schmelzerei			
	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
a) Vorarbeiter . . . . .	—	7	6,4	3,3	0,7	4	2,0	0,5	4,0	2	—	2	5	3,5	—	—	—	—	
b) Betriebsbeamte . . . . .	—	5	2,8	1,3	5,5	4	4,0	1,7	8,0	2	4,5	4	5	5,3	2	—	2	—	
c) Sonstige Ueberwachung . . . . .	—	3	1,3	0,3	0,3	5	2,0	0,5	0,3	4	—	0,3	3	1,0	0,3	—	—	0,3	
d) Betriebsaufschreibung . . . . .	—	1	0,9	0,4	—	1	—	0,7	—	1	1,5	—	3	—	—	—	—	—	
e) Arbeitsvorbereitung und Auswertung	—	3	3,4	1,3	2,7	1	2,8	0,7	2,0	1	2,0	2	4	3,5	—	—	—	—	
Σ a bis e . . . . .	—	19,0	14,8	6,6	9,2	15,0	10,8	4,1	14,3	10,0	8,0	8,3	20,0	13,3	2,3	—	—	2,3	—

von den Arbeitsverfahren, Betriebseinrichtungen und dem Umfang der Gleichartigkeit der Erzeugung (z. B. Sortenstückelung) abhängig als von der Zahl der werkenden Arbeitskräfte. Ein ursächlicher Zusammenhang zwischen Ueberwachungs- und werkenden Arbeitskräften besteht daher nur bei solchen Betrieben, die in starkem Maße auf Handarbeit eingestellt sind und deren Leistung vorwiegend der Arbeiterzahl verhältnismäßig ist. Ein Betriebsvergleich auf Grund des Verhältnisses der Zahl der Arbeits- zu der der Ueberwachungskräfte verspricht also nur zwischen solchen Betrieben einen Erfolg, die gleichartige Leistungen unter gleichartigen Betriebsverhältnissen erstellen. Die *Tafel 1* zeigt die Zusammenstellung der Fragebogen mit den von den drei Werken eingegangenen Zahlenangaben. Die Zweiteilung in der Spalte unter C bedeutet, daß das betreffende Werk mit zwei Warm- und zwei Kaltwalzwerken in räumlich getrennten Betrieben arbeitet. Um die *Tafel 1* für den Vergleich übersichtlicher zu machen, wurden die Angaben auf *Tafel 2* so angeordnet, daß solche, die gleiche Tätigkeitsbereiche in gleichartigen Betrieben betreffen, nebeneinander erscheinen. Hierbei mußten Ueberwachungs- und Schreibkräfte, die gleichzeitig in

mehreren Betrieben tätig sind, rein rechnerisch aufgeteilt werden. Die Betriebe, über die von allen drei Werken Angaben vorliegen, sind die Kaltwalzwerke, die Stangen- und Profilzieherei und die Drahtzieherei. Bei dem Werk A handelt es sich um ein Unternehmen mittlerer Größe, das als betriebswirtschaftlich besonders gut organisiert anzusehen ist. Die Werke B und C gehören Großkonzernen der eisenerschaffenden Industrie an. Die zum Teil starke Unterschiedlichkeit der Zahlenangaben, die durch die Anordnung der *Tafel 2* besonders in Erscheinung tritt, ist sicherlich durch die Struktur der Werke, fraglos aber auch durch die Organisation der Betriebsüberwachung selbst bedingt. Dies tritt besonders bei Werk C in Erscheinung, dessen Warm- und Kaltwalzwerke, die mit je zwei räumlich getrennten Betrieben vertreten sind, bei weitgehend gleichartiger Erzeugung erheblich voneinander abweichende Werte aufweisen. Werk A liegt trotz eines hohen Anteils an Betriebsbeamten, was auf eine starke Mechanisierung und auf ein großes Ausbringen je Einheit der statistischen Bezugsgröße — in diesem Fall je 100 Arbeiter — schließen läßt, im Durchschnitt doch unter den Summenzahlen der Werke B und C.

Als Besonderheit sei erwähnt, daß bei Werk A unter Betriebsaufzeichnungen, ohne die ein geordneter Betrieb nicht auskommt, keinerlei Angaben gemacht sind. Die Ursache hierfür dürfte darin zu suchen sein, daß diese Arbeiten von einer Stelle mit ausgeführt werden, die ihren Platz schon in einer anderen Spalte der Statistik gefunden hat. Dies zeigt, daß bei der Verwendung von Sammelbegriffen, wie z. B. „Betriebsbeamte“, nur mit äußerster Vorsicht vorgegangen werden darf. Andererseits läßt eine solche Statistik aber auch nur dann richtige Schlüsse zu, wenn der Befragte die Angaben sinngemäß eingliedert.

Die Unterschiede in den Angaben dieser Erhebung machen es zwar schwer, einheitliche Gesichtspunkte herauszustellen; ihr Wert liegt aber in der Erkenntnis, daß ein betriebswirtschaftlich geleiteter Einsatz der Arbeitskräfte auch auf dem Gebiete der Betriebsüberwachung gute Erfolge verspricht.

Wolfram Vohmann.

**Beiträge zur Eisenhüttenchemie.**

(Januar bis Juni 1940.)

**1. Einrichtungen und Geräte.**

Jeder Chemiker, der im Laboratorium viel filtriert wird gewiß schon das fortgesetzt notwendige Wiederauffüllen des Filters oder der Nutsche als lästig und zeitraubend empfunden haben. Ein von W. Frost<sup>1)</sup> gebautes Gerät zur kontinuierlichen Filtration hilft diesem Mangel ab. Das in Bild 1 abgebildete Gerät besteht aus einem Erlenmeyerkolben mit angesetztem weiten Bürettenhahn, der geöffnet gleichzeitig als Heber wirkt. Man füllt die zu filtrierende Flüssigkeit in den Kolben und verschließt diesen mit einem Gummistopfen, der ein bis zum Kolbenboden reichendes Glasrohr trägt. Setzt man nun den Kolben in der aus der Abbildung ersichtlichen Weise über Filter und Trichter und öffnet den Hahn, so füllt sich der Trichter bis zur Höhe der unteren Öffnung des von dem Gummi-

stopfen getragenen Rohres, nötigenfalls nach einmaligem kurzen Hineinblasen in letzteres, und somit bis unmittelbar unter den Rand des Filters. Dieses Flüssigkeitsniveau im Filter bleibt während der Filtration dauernd gleich, einerlei, wie hoch der Kolben jeweils angefüllt ist und wie rasch die Filtration vor sich geht. Das Gerät arbeitet also nach dem Grundgedanken der Mariotteschen Flasche. Ein Ueberlaufen des Filters ist ausgeschlossen, so daß man die Filtration bis zum Schluß ohne Aufsicht sich selbst überlassen kann. Dabei bleibt das Filter stets bis nahe zum Rande gefüllt, so daß die günstigste Filtriergeschwindigkeit gewährleistet ist. Will man zunächst die Flüssigkeit über einem abgesetzten Niederschlag filtrieren, so schiebt man zweckmäßig zur Vermeidung des Aufwirbelns der Fällung durch die aufsteigenden Luftblasen ein weiteres Rohr über das innere Rohr, so daß die Luftblasen zwischen beiden Rohren hochsteigen. Das weitere Rohr hängt dabei an einer kleinen Einstülpung, die auf einer kugelförmigen, einseitig abgeflachten Erweiterung des inneren Rohres aufliegt, dessen Abflachung bei einer gewissen Drehung des weiten Rohres das Herübergleiten der Einstülpung gestattet.

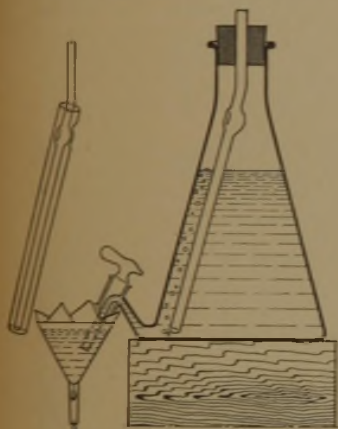


Bild 1. Gerät zur kontinuierlichen Filtration.

Bisher empfohlene elektrische Oberflächenstrahler für das Laboratorium haben den Nachteil, daß sie in der Anschaffung recht teuer sind, eine kurze Lebensdauer haben und wegen der chemischen Zersetzungsgefahr nur beschränkt verwendbar sind. In neuerer Zeit sind nach einer Mitteilung von P. Buhl<sup>2)</sup> aus der Praxis heraus für Laboratoriumszwecke neue Heizgeräte geschaffen, die die vorgenannten Nachteile vermeiden. Eine Ausführung dieser Heizkörper hat das Heizelement in einem schalenartigen Gefäß mit flachem Boden eingebettet. Das Gefäß einschließlich der Heizelementabdeckung besteht aus Quarzglas. Ein seitlich angeschmolzenes Quarzrohr dient sowohl zum Einspannen des Gerätes in ein Gestell, als auch für die Einführung der Zuleitungsdrähte. Das Heizelement, das aus einer metallischen Sonderlegierung besteht, ist so angeordnet, daß es gegen den Gefäßboden und gegen die Gefäßseiten-

wand wärmeisoliert liegt, so daß die Wärme nutzbringend nur in einer Richtung strahlen kann. Das Gerät wird für die übliche Niederspannung gebaut, und zwar mit Nennleistungen von 300 bis 1000 W und in verschiedenen Durchmessern, so daß diese Heizkörper und ihre Größe den verschiedenen Eindampfgefäßen angepaßt werden können. Im praktischen Laboratoriumsbetrieb hat man mit diesem Oberflächenstrahler aus Quarzglas recht günstige Erfahrungen gesammelt. Es wurden ganz beachtliche Betriebszeiten erreicht, ohne daß irgendwelche Störungen am Gerät eingetreten sind. Das Quarzglas hat sich als günstiger Werkstoff erwiesen, der allen Laboratoriumseinflüssen trotzt. Auf Grund dieser Erfahrungen wurden auch für Betriebszwecke Oberflächenstrahler entwickelt mit Anschlußwerten bis über 6 kW. Es ist zu erwarten, daß diese Oberflächenheizkörper in vielen Laboratorien und auch Betrieben Eingang finden werden, zumal da die Anschaffungskosten im Hinblick auf die Lebensdauer nicht groß sind.

H. K. Work und H. T. Clark<sup>3)</sup> beschreiben ein neues Gerät zur magnetischen Bestimmung des Kohlenstoffgehaltes im Stahlbad. Das Gerät „Carbanalyser“ genannt, ist für niedrige und hohe Kohlenstoffgehalte geeignet. Es wurde zunächst als Laboratoriumsgerät auf Genauigkeit überprüft und wurde dann in eine derbere Ausführung ummittelbar für den Betrieb umgebaut.

**2. Roheisen, Stahl und Sonderstahl.**

F. Roll<sup>4)</sup> stellte Untersuchungen an über die Verwendbarkeit einiger Verfahren der Schnellanalyse von Kohlenstoff und Silizium in Gußeisen. Die übliche chemische Analyse des Kohlenstoffs nach dem gasvolumetrischen Verfahren nimmt selbst bei schnellster Ausführung, da ja auch das Bohren und Wägen der Proben eingeschlossen werden muß, etwa 10 min in Anspruch. Die Prüfung des Kohlenstoffs auf spektrographischem Wege hat bei Gußeisen noch keine Anwendung gefunden und würde ebenfalls wegen von langer Zeitdauer ausscheiden. Das etwas kürzere magnetometrische Verfahren, das sich in manchen Stahllaboratorien eingeführt hat, ist für Gußeisen nicht anwendbar. Noch längere Zeit ist für die übliche Siliziumbestimmung anzusetzen. Die Gesamtdauer von etwa 1 1/2 bis 2 1/2 h ist für den Kupolofenbetrieb untragbar. Mit einem photometrischen Verfahren hat man die Zeitdauer einzuschränken versucht, leider ist auch die für dieses Verfahren notwendige Analysenzeit von 25 min noch zu groß. In noch kürzerer Zeit wollte man der Siliziumbestimmung durch Anwendung des Spektrographen beikommen. Diese Verfahren eignen sich aber nur für größere Gießereien und bedürfen einer ständigen Ueberwachung. So ist also insgesamt gesehen von der physikalischen oder chemischen Seite aus das Problem der Siliziumbestimmung, so wie sie der Kupolofenbetrieb fordert, nicht gelöst. Der Praktiker benötigt aber eine schnelle Kennzeichnung des Erstarrungsverhaltens des Gußeisens. Er hat deswegen auf alte Erfahrungen zurückgegriffen und z. B. das Verhalten des Eisens beim Gießen, seinen Spiegel, das Funkensprühen oder den Gießkeil wieder herangezogen und diese Beobachtungen mit der tatsächlichen Zusammensetzung des Gußeisens zu vergleichen versucht.

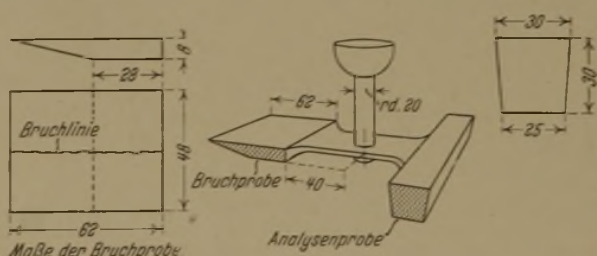


Bild 2. Gießkeilprobe. Probenform Sipp-Roll.

Der Gießkeil gibt bisher am schnellsten über das Erstarrungsverhalten des Gußeisens Auskunft. Gemeinsam mit K. Sipp hat F. Roll eine Gießkeilform ausgebildet, die die Möglichkeit gibt, aus dem Erstarrungsbild von Gußeisen der Zusammensetzung C = 3,46 %, Si = 2,09 % (C + Si = 5,55 %) bis zur Zusammensetzung von C = 3,14 %, Si = 1,12 % (C + Si = 4,26 %) bei sonst konstanten Einflüssen anderer Art auf das Gefüge des nachfolgenden Gusses mit Sicherheit schließen zu können. Der Gießkeil (Bild 2) muß jedoch unter ständig gleichbleibenden Verhältnissen vergossen werden (Formsanddichte,

<sup>3)</sup> Amer. Inst. min. metallurg. Engrs., Techn. Publ. Nr. 1132, 11 S., Metals Techn. 6 (1939) Nr. 8; Foundry Trade J. 62 (1940) S. 65 u. 67.

<sup>4)</sup> Gießerei 27 (1940) S. 9/11.

<sup>1)</sup> Chemiker-Ztg. 64 (1940) S. 60.

<sup>2)</sup> Elektrowärme 10 (1940) S. 17.

Wassergehalt, Anschnitt, Eisenmenge u. a. m.). Das Eisen wird mit einer kleinen Handpfanne entnommen und möglichst bei gleicher Gießtemperatur vergossen. 1½ bis 2 min nach dem Erstarren des Stückes wird der Gießkeil bei 900° in kaltem Wasser abgeschreckt. Das für die Analysenprobe vorgesehene Gußstück verbleibt jedoch im Sand. Nach Abkühlung auf 900 bis 950° ist die Graphitbildung schon so weit fortgeschritten, daß praktisch mit einem Stillstand gerechnet werden kann. Der Gießkeil wird mit der Zange mehrmals in trockenen Sand eingestoßen und so vom anhaftenden Wasser befreit. Danach wird er auf einer geeigneten Vorrichtung so zerschlagen, daß die Bruchfläche möglichst durch die Mitte des Gußstückes geht. Das Keilbruchbild kann in 2 bis 2½ min, also einer Zeit erhalten werden, die gerade noch ausreicht, um gegebenenfalls Aenderungen, Gießplatzwechsel oder Korrektur des Eisens mit Ferrolegierungen vorzunehmen. Wesentlich ist für die Keilprobe, daß sie dem Gießer sofort, und zwar unbedingt vor dem Abgießen des Eisens, zur Verfügung steht. Zusammen mit dem Spiegel des Eisens, dem Funkenbild, insbesondere tiefsilizierter Eisenlegierungen, hat die Schnellkeilprobe eine große praktische Bedeutung.

Bei der von R. Ripan-Tilici<sup>5)</sup> mitgeteilten maßanalytischen Bestimmung des Nickelions mit Kaliumzyanid und Diphenylcarbazon als Farbstoffindikator wird immer die Nickelsalzlösung zu der Kaliumzyanidlösung zugegeben. Es wird zunächst eine neutrale Lösung der Nickelverbindung vorbereitet. Ferner wird die Kaliumzyanidlösung erst kurz vor Ausführung der Analyse hergestellt. Die Konzentration dieser genau titrierten Lösung soll 0,05 bis 0,01 m sein. Zu der Kaliumzyanidlösung werden 3 bis 4 Tropfen einer 0,3prozentigen alkoholischen Diphenylcarbazonlösung zugegeben; darauf wird mit der zu analysierenden Nickellösung bei Zimmertemperatur titriert. Solange in der Lösung noch Kaliumzyanid vorhanden ist, bildet sich die Verbindung Nickelkaliumzyanid von der Formel:  $[\text{Ni}(\text{CN})_4]\text{K}_2$ . Wenn aber die Nickelionen im Ueberschuß sind, zersetzt sich diese Komplexverbindung in Nickelzyanid  $[\text{Ni}(\text{CN})_2]$  und Kaliumzyanid (KCN), und dieser Äquivalenzpunkt 1 Ni : 4 CN wird durch eine plötzliche, sehr intensive, rosarote Farbe angezeigt, die Farbe der Nickel-Diphenylcarbazon-Verbindung. Das Verfahren kann auch umgekehrt angewendet werden, um die Zyanionen mit einem Nickelsalz zu bestimmen.

M. L. Holt und A. G. Gray<sup>6)</sup> beschreiben ein volumetrisches Verfahren zur Bestimmung von Wolfram in Lösungen, Ferrowolfram und in Wolfram-Nickel-Legierungen. Das Verfahren beruht auf der Reduktion des sechswertigen Wolframs zu dreiwertigem Wolfram durch flüssiges Bleiamalgam in einem Reduktionsgefäß besonderer Bauart bei 60°. Das reduzierte ziemlich unbeständige dreiwertige Wolfram wird nicht unmittelbar titriert, sondern sofort mit Ferriessen rückoxydiert und das entstandene Ferroeisen mit eingestellter Bichromatlösung titriert. Die in der ursprünglichen Lösung vorhandene Menge an sechswertigem Wolfram ist dann leicht aus der verbrauchten Menge Bichromatlösung zu errechnen. Das Verfahren liefert zufriedenstellende Ergebnisse. Auch ist es brauchbar als Halbmikroverfahren in Fällen, wo die zur Verfügung stehende Stoffmenge für eine gewichtsanalytische Bestimmung zu gering ist.

Unter den quantitativen Bestimmungsverfahren des Selen steht die gewichtsanalytische, die Auswaage als Selen, bei weitem an erster Stelle. Während die Reduktion der selenigen Säure aus ihren Lösungen zu Selen mit schwefliger Säure, mit Sulfiten oder Bisulfiten mit Hydrazin- oder Hydroxylaminsalzen leicht quantitativ zu erreichen ist, gelingt die Reduktion der Selenensäure zu seleniger Säure selbst mit diesen starken Reduktionsmitteln bekanntlich nur sehr unvollständig. Der Abscheidung des Selen aus der Selenensäure oder den Selenaten muß daher eine geeignete Reduktion der Selenensäure zu seleniger Säure vorangehen. K. Wagenmann und H. Gill<sup>7)</sup> empfehlen hierzu brauchbar die Reduktion mit Ferrosalz. Sie stellten fest, daß die Umsetzung von Selenensäure zu seleniger Säure mit den rechnerisch erforderlichen Mengen an Ferrosalz und Schwefelsäure und unter nur kurzem Sieden quantitativ verläuft. Ueber die Selenfällung aus arsenhaltigen Selenensäurelösungen wird mitgeteilt, daß diese vor der Selenfällung quantitativ zu seleniger Säure reduziert werden müssen, daß bei Gegenwart von Arsen das in der Praxis hie und da Brauch gewordene Zusammenlagern von Selenäurereduktion und Fällung des Selen keineswegs stattfinden darf, da sonst erhebliche

Arsenmengen mit dem Selen ausfallen und Uebergewichte verschiedener Größen bei der Selenauswaage erhalten werden.

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

H. Blumenthal<sup>8)</sup> ergeht sich über Fehlerquellen bei der maßanalytischen Eisenbestimmung nach Kessler-Reinhardt. Hiernach darf die Salzsäuremenge, die bei der Eisentitration zugegen ist, möglichst nicht wesentlich mehr als 10 cm<sup>3</sup> Salzsäure (1,12) bei einem Flüssigkeitsvolumen von mindestens 500 cm<sup>3</sup> betragen, da sonst fehlerhafte Ergebnisse zustande kommen. Wird die richtige Salzsäuremenge eingehalten, so ist das Verfahren ebenso zuverlässig wie die maßanalytische Bestimmung des Eisens in schwefelsaurer Lösung, so daß als Wirkungswert der Maßflüssigkeit der theoretische mit Natriumoxalat ermittelte Titer in Ansatz gebracht werden kann. Weiterhin führt die Anwesenheit von Kupfer, und zwar über 1% der Einwaage, bei der Eisentitration nach Kessler-Reinhardt nach Feststellung Blumenthals zu zu niedrigen Befunden, da das bei der Reduktion mit Zinnchlorür entstehende Kupfer(1)-Salz bei seiner Oxydation mit Kaliumpermanganat den in der Titrierflüssigkeit gelösten Sauerstoff aktiviert und ihn somit befähigt, an der Oxydation des Eisen(2)-Salzes teilzunehmen. Diese Beobachtung steht in Widerspruch zu früheren Feststellungen des Chemikerausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute<sup>9)</sup>. Neuerdings angestellte Nachprüfungen ergaben, daß nach der früheren Arbeitsweise des Chemikerausschusses das Kupfer keinen Einfluß ausübt, daß jedoch bei einem größeren Säuregehalt und einem kleinen Volumen bei etwa 4% Cu ein geringer Minderverbrauch an Kaliumpermanganat zu beobachten ist. Dieser Fall kommt aber praktisch gar nicht in Frage, da die Eisenerze meistens unter 1% Cu enthalten.

K. Konopicky und F. Caesar<sup>10)</sup> machen eine Mitteilung zur Eisenoxydulbestimmung in Chromerz. Sie stellten fest, daß reine konzentrierte Phosphorsäure wohl Chromerz und Spinelle angreift, aber nicht imstande ist, geglühtes Chromerz rasch zu lösen, wodurch sich Schwierigkeiten bei oxydierten Chromerzproben ergeben. Durch Zusatz von Vanadinpentoxyd wird die Lösungsgeschwindigkeit von Chromoxyd in Phosphorsäure vervielfacht. Das Säuregemisch gestattet eine rasche und genaue Bestimmung des Eisenoxydulgehaltes in Chromerzen, Schlacken u. a. m. ohne Ueberleiten eines Kohlensäurestromes. Hierzu werden in einem Reagenzglas 0,3 g Chromerz mit 0,1 g Vanadinpentoxyd und 15 bis 20 cm<sup>3</sup> Phosphorsäure (1,9) versetzt und über kleiner Flamme etwa 10 min erhitzt, wobei Aufschlußtemperaturen bis etwa 420° erreicht werden. Nach dem Abkühlen werden etwas Wasser und konzentrierte Schwefelsäure zugesetzt und die Lösung mit ausgekochtem Wasser auf etwa 500 cm<sup>3</sup> verdünnt. Anschließend wird mit Kaliumpermanganat titriert oder das überschüssige Vanadinpentoxyd mit Mohrschem Salz und diphenylaminsulfosäurem Natrium als Indikator zurücktitriert.

Nach einer Studie über die Eisen-Mangan-Trennung von R. Höltje, A. Scheer und Ch. Opitz<sup>11)</sup> gelingt die Trennung am sichersten, wenn man von Lösungen ausgeht, die nach Zusatz von Azetat und Verdünnen bei 20° p<sub>H</sub>-Werte zwischen 4,0 und 4,8 zeigen. Der wiederholt empfohlene Zusatz von Wasserstoffsperoxyd ist zu verwerfen. Zwar werden reine Manganlösungen erst oberhalb p<sub>H</sub> = 8,4 oxydiert; ist jedoch basisches Eisenazetat zugegen, so beginnt die Oxydation durch Wasserstoffsperoxyd schon bei p<sub>H</sub> = 4,0 und kann zur Mitfällung erheblicher Manganmengen führen.

H. Spielhaczek<sup>12)</sup> prüfte die im Schrifttum angegebenen Verfahren zur Bestimmung von Kieselsäure in fluorhaltigen Produkten, besonders im Kryolith, durch und arbeitete dann hierfür ein neues Analysenverfahren, das Borax-Bisulfatverfahren, aus. Zur Durchführung dieser Analysenvorschrift mischt man 1 g des zu untersuchenden Stoffes mit 3 g wasserfreiem oder 6 g wasserhaltigem Borax im Aufschlußtiegel aus Platin, gibt hierzu 14 g gepulvertes Kaliumbisulfat, verrührt gut und schließt auf. Nach dem Erkalten wird die Schmelze in einer Porzellanschale auf dem Wasserbade in etwa 100 cm<sup>3</sup> heißem Wasser, dem man 2 bis 3 cm<sup>3</sup> konzentrierte Salzsäure zugesetzt hat, gelöst und die Lösung bis zur Sirupdicke eingedampft. Nach dem Durchkneten der Masse mit dem Stampfer und weiterem Eindampfen zur Trockne in einem Trockenschrank bei 105 bis 110° feuchtet man nach dem Er-

<sup>8)</sup> Wiss. Abh. dtsch. Mat.-Prüf.-Anst. 1. F., Berlin 1939. S. 75/79.

<sup>9)</sup> Stahl u. Eisen 48 (1928) S. 349/50.

<sup>10)</sup> Ber. dtsch. keram. Ges. 21 (1940) S. 18/20.

<sup>11)</sup> Z. anorg. allg. Chem. 243 (1940) S. 252/58.

<sup>12)</sup> Z. anal. Chem. 119 (1940) S. 4/16.

<sup>5)</sup> Z. anal. Chem. 118 (1940) S. 308/10.

<sup>6)</sup> Industr. Engng. Chem., Anal. ed., 12 (1940) S. 144/46.

<sup>7)</sup> Metall u. Erz 37 (1940) S. 59/60.

kalten mit einigen Tropfen konzentrierter Salzsäure an, nimmt nach einem 2 bis 3 min langen Stehen mit heißem Wasser auf und filtriert die Kieselsäure ab. Falls man nicht im Besitz einwandfreier Reagenzien ist, sind diese durch Blindprobe auf ihren Kieselsäuregehalt zu prüfen. An synthetischen Gemischen erhaltene Ergebnisse bestätigen das einwandfreie Arbeiten des neuen Verfahrens, daß kein Verlust an Kieselsäure während des Aufschlusses mit Borax-Kaliumbisulfat eintritt, vorausgesetzt, daß stets die nötige Menge Borax zugesetzt war, und daß das Abscheidungsverfahren der Kieselsäure ein vollkommenes ist. Dabei ist das Verfahren einfach und in verhältnismäßig kurzer Zeit durchzuführen.

B. Wurzschnitt und W. Schuhknecht<sup>13)</sup> liefern einen Beitrag zum Nachweis und zur Bestimmung von Ortho-, Pyro- und Metaphosphat nebeneinander. Die titrimetrische Pyrophosphatbestimmung wird durch Anwendung eines Mischindikators sowie Aenderung der Titrationsbedingungen wesentlich verbessert. Durch Ersatz der hierbei benötigten Chlorzinklösung durch eine solche von Ammoniumzinkjodid und Ammoniumjodid wird eine störende Hydrolyse der Zinklösung vermieden. In dieser Form ist das Verfahren zur Bestimmung von Pyrophosphat neben Ortho- und Metaphosphat vorzüglich geeignet, auch wenn das Orthophosphat als primäres Phosphat vorliegt. Zur Abtrennung des Orthophosphates aus Gemischen mit anderen Phosphaten wird ein grundsätzlich neues Verfahren angegeben. Es beruht auf der Extrahierbarkeit der aus der Orthophosphorsäure und Molybdat entstehenden Phosphormolybdänsäure mit organischen Lösungsmitteln, wie Essigester, Aether, Amylalkohol, Cyclohexanon und Cyclohexanol. Hierbei sind Pyro- und Metaphosphorsäure genau wie Arsen- und Kieselsäure nicht extrahierbar, so daß deren Anwesenheit die Orthophosphorsäurebestimmung nicht stört. Durch Verbindung der titrimetrischen Pyrophosphatbestimmung und der Ausschüttelung der Orthophosphorsäure mit der Bestimmung der Gesamtphosphorsäure als Orthophosphorsäure nach ihrer Umwandlung in diese in einem Teil der Probe wurde ein zuverlässiges Verfahren zur quantitativen Bestimmung der drei Phosphorsäuren nebeneinander erhalten.

#### 4. Metalle und Metallegierungen.

A. Foschini<sup>14)</sup> stellt Betrachtungen an über die elektroanalytische Bestimmung des Zinns in Gegenwart von Eisen und behandelt die Folgerungen in bezug auf die Bestimmung des Zinngehaltes in Weißblechen und verzinnnten Gegenständen, die völlig oder fast frei von Blei sind. Für die Ausführung dieser Bestimmung wird ein sehr einfaches und rasches Verfahren vorgeschlagen, das auf der Behandlung des Weißbleches mit 10prozentiger Salzsäure und Elektrolyse in einem aliquoten Teil der erhaltenen Lösung nach Zusatz von Ammoniumoxalat und konzentrierter Salzsäure beruht. Man zerschneidet 2 dm<sup>2</sup> des zu untersuchenden Weißblechs nach dem Wägen in Stückchen von etwa 20 mm Seitenlänge, gibt sie in ein Becherglas, behandelt sie mit 50 cm<sup>3</sup> 10prozentiger Salzsäure (30 cm<sup>3</sup> konzentrierte Salzsäure auf 100 cm<sup>3</sup> verdünnt) und erhitzt einige Minuten lang zum Sieden, wobei man das Becherglas mit einem Uhrglas bedeckt hält. Dann gießt man die Flüssigkeit ab, filtriert sie in einen 250-cm<sup>3</sup>-Meßkolben und wiederholt die Behandlung der Blechschmitzel noch ein- oder zweimal, um sicher alles Zinn in Lösung zu bringen. Nach dem Auffüllen des Meßkolbens pipettiert man 125 cm<sup>3</sup> der Lösung in ein schmales 600-cm<sup>3</sup>-Becherglas, verdünnt mit etwa 200 cm<sup>3</sup> Wasser, setzt 16 g Ammoniumoxalat und 30 cm<sup>3</sup> konzentrierte Salzsäure hinzu und elektrolysiert zur Zinnbestimmung das Ganze 6 h lang bei 40 bis 50<sup>o</sup> und 1 A Stromstärke.

R. Bauer<sup>15)</sup> teilt Erfahrungen mit, die er mit der Lösungsspektralanalyse zur Bestimmung von Mangan und Magnesium in Aluminiumlegierungen machte. Nach einigen Vorversuchen erwies sich folgende Arbeitsweise als die beste. 1 g der in Spanform vorliegenden Probe wird in 25 cm<sup>3</sup> Bromsalzsäure (1 : 1) gelöst, das Brom verkocht und die Lösung bis zur Sirupdicke eingedampft. Dann wird mit Wasser aufgenommen und in einen 50-cm<sup>3</sup>-Meßkolben übergespült und aufgefüllt. Von dieser Lösung wird ungefähr 0,003 cm<sup>3</sup> auf vorher erhitzte Spektralkohle aufgetragen; diese wird dann abgefunkt. Konzentriertere Lösungen zu nehmen, ist nicht ratsam, da diese zu langsam in die Kohle einziehen. Von einer synthetisch hergestellten Lösung, die 1 % Mn, 1 % Mg und Rest Aluminium enthielt, wurden mehrmals Proben nach obiger Arbeitsweise

abgefunkt; immer wurde die geforderte Fehlergrenze von  $\pm 5\%$  des Wertes eingehalten. Bei Bestimmung des Mangan- und Magnesiumgehaltes (ungefähr je 1%) von Aluminium-Magnesium-Silizium-Legierungen wurden gleich gute Ergebnisse erhalten, desgleichen bei kupferhaltigen Aluminiumlegierungen. Hierbei zeigte sich ein weiterer Vorteil der Lösungsspektralanalyse; die Eichkurven für Mangan- und Magnesiumbestimmungen sind bei kupferhaltigen und kupferfreien Legierungen gleich. Reihenuntersuchungen an Legierungen mit Mangan- und Magnesiumgehalten bis zu je 2% erbrachten nicht die erwarteten guten Ergebnisse. Die Fehlerverteilung war sehr ungünstig. Bei der Manganbestimmung lagen 24% außerhalb der Toleranz, bei der Magnesiumbestimmung sogar 34%.

R. Bauer und J. Eisen<sup>16)</sup> geben Verfahren zur Bestimmung von Mangan, Magnesium, Silizium und Blei in bleihaltigen Aluminiumlegierungen an. Die vorgeschlagenen Verfahren fügen sich gut in die Reihenanalyse bleifreier Legierungen ein, da Zeitbedarf und Grundgedanke der Verfahren sich weitgehend decken. Das Mangan wird mit Per-sulfat als Mangandioxydhydrat gefällt und titriert, das Magnesium aus der gleichen Einwaage nach Ausfällung des Bleis mit Aluminiumgrüß oder -draht wie üblich als Pyrophosphat bestimmt. Blei und Silizium werden aus einer zweiten Einwaage gemeinsam abgeschieden und mit Ammoniumazetat getrennt, das Blei wird dann im Ammoniumazetat auszug mit Kaliumchromat gefällt und als Bleichromat jodometrisch bestimmt.

#### 5. Brennstoffe, Gase, Oele u. a. m.

F. Grimmdahl<sup>17)</sup> stellte eine Studie an über die Bestimmung des Pyrit- und des Gesamtschwefelgehaltes in Steinkohlen und Bergen. Hiernach ist das sicherste Verfahren, Pyritschwefel in Feinbergen und Pyritkonzentraten zu bestimmen, das nach Lunge, da hier der Schwefel in den Bergen fast nur als Pyrit vorliegt und andere Bindungsformen nur in nicht nennenswerter Größenordnung nachgewiesen worden sind. Als schnellste Bestimmungsarten des Gesamtschwefels oder des verbrennlichen Schwefels, beide hier als Maß des Pyritschwefels für derartige pyritreiche Berge, sind nach Grimmdahl die Verfahren nach W. Grote und H. Krekeler<sup>18)</sup>, besonders in ihrer Abänderung nach B. Wurzschnitt und W. Zimmermann<sup>19)</sup> oder die bekannten Verbrennungsverfahren zu empfehlen.

Eine Arbeit von H. Möller und K. Leschewski<sup>20)</sup> über die Einwirkung von Kohlenoxyd auf ammoniakalische Cuprisalzlösungen befaßt sich mit der Kohlenoxydabsorption in Cupriamminsalzlösungen verschiedener Kupferkonzentration und in Cupriamminsalzlösungen mit oxydierendem Anion. Hiernach ist für den Anlauf des Absorptionsvorganges von Kohlenoxyd in Cupriamminsalzlösungen außer der Art des Anions auch die Konzentration der Lösungen von Einfluß. Bei geringem Kupfergehalt ist die Anlaufgeschwindigkeit kleiner als bei höherem Kupfergehalt, ist also von der Zahl der vorhandenen reaktionsfähigen Moleküle abhängig. Bei sehr hohen Kupferkonzentrationen läßt die Anlaufgeschwindigkeit wieder nach, was durch die hohe Viskosität der Lösungen, die die Geschwindigkeit der Einzelreaktionen vermindert, und durch Molekül ASSOZIATIONEN zu erklären ist.

Weitere Versuche befaßten sich mit der Kohlenoxydabsorption in Lösungen von Cupriamminsalzen mit oxydierendem Anion. Es wurde gefunden, daß Lösungen von Cupriamminchlorat und -perchlorat durch Kohlenoxyd und durch Kupfermetall zu den entsprechenden Cuproverbindungen reduziert werden; eine Reduktion des Anions tritt hierbei nicht ein. Nur beim Cupriamminjodat war eine geringe Reduktion des Anions sowohl durch Kohlenoxyd als auch durch Kupfermetall festzustellen.

Ueber rasch ausführbare Analysenverfahren zur Bestimmung des Zyanwasserstoffes in Kohlendestillations- und ähnlichen Gasen äußert sich C. Eymann<sup>21)</sup>. Das Feldsche Verfahren zur Bestimmung von Zyanwasserstoff in Kohlendestillationsgasen ist umständlich und zeitraubend; es liefert zudem zu geringe Werte. Das rasch und bequem auszuführende Jodzyanverfahren gibt ebenfalls zu geringe und streuende Werte; bei Gasen mit schwankendem Zyanwasserstoffgehalt erhält man selbst bei einer größeren Anzahl von Analysen nur annähernde

<sup>16)</sup> Metall u. Erz 37 (1940) S. 33/35.

<sup>17)</sup> Techn. Mitt. Krupp, A: Forsch.-Ber., 3 (1940) S. 34/38.

<sup>18)</sup> Angew. Chem. 46 (1933) S. 106/09; 50 (1937) S. 338/39.

<sup>19)</sup> Z. anal. Chem. 114 (1938) S. 335.

<sup>20)</sup> Z. anorg. allg. Chem. 243 (1940) S. 330/54.

<sup>21)</sup> Gas- u. Wasserfach 83 (1940) S. 52/55.

<sup>13)</sup> Angew. Chem. 52 (1939) S. 711/15.

<sup>14)</sup> Z. anal. Chem. 119 (1940) S. 281/86.

<sup>15)</sup> Aluminium, Berl., 22 (1940) S. 9/12.

Durchschnittswerte. Für die laufende Untersuchung von Kohlendestillationsgasen beschreibt Eymann ein besonderes geeignetes, einfaches und rasch durchführbares jodometrisches Verfahren, das auf der Bildung und Messung von Bromzyan beruht. Vergleichende Versuche des Bromzyanverfahrens mit dem Nickelkarbonatverfahren ergaben praktisch genau übereinstimmende Werte. Das Bromzyanverfahren ist einfacher und bequemer als die anderen für laufende Untersuchungen benutzten Verfahren und für die Praxis daher empfehlenswert.

W. Brösse<sup>22)</sup> wies nach, daß die in letzter Zeit immer häufiger angewandte Destillation mit Feinfraktionierkolonnen auch bei der Bestimmung des Benzolgehaltes von Waschölen zuverlässige und richtige Werte liefert. Bei der Durchführung der Untersuchungen hat sich die Kolonne von Widmer wegen ihrer gedungenen Bauweise und einfachen Handhabung bewährt. Gegenüber dem bisher üblichen Untersuchungsverfahren ist bei Anwendung der Feinfraktionieranalyse zu beachten, daß nur die bis 150° siedenden Anteile als Benzole anzusehen sind. Diese Feststellung wurde getroffen auf Grund des spezifischen Gewichtes der bei der Feinfraktionierung anfallenden Destillate und des Vergleiches der aus den Analysendaten errechneten Benzolmenge und der im Betrieb angefallenen Benzolmenge. Die Uebereinstimmung der errechneten und der tatsächlich erzeugten Benzolmenge ist ein Beweis für die Richtigkeit des vorgeschlagenen Analysenverfahrens.

Die von dem Kokereiausschuß<sup>23)</sup> als Laboratoriumsvorschrift 13 veröffentlichte Bestimmung gelöster flüchtiger Lösungsmittel, wie Benzol, Benzin usw., in Wässern betrifft die Bestimmung von gelöstem oder mechanisch mitgerissem Benzol in entphenoltem Wasser, Phenolnatronlauge oder in Abwässern. Das flüchtige Lösungsmittel wird mit Hilfe eines Luftstromes in ein mit aktiver Kohle gefülltes Adsorptionsgefäß übergeführt, das dann in üblicher Weise mit Wasserdampf abgetrieben wird. Das flüchtige Lösungsmittel wird nach der Kondensation in einem Meßgerät aufgefangen. Die erforderliche Vorrichtung, die Probenahme und die Ausführung der Bestimmung werden beschrieben.

#### Sonstiges.

W. P. Jorissen, H. Bassett, A. Damiens, F. Fichter und H. Remy<sup>24)</sup>, als von der Internationalen Union für Chemie eingesetzte Kommission für die Reform der Nomenklatur der anorganischen Chemie, geben Richtsätze für die Benennung anorganischer Verbindungen. Das Ziel dieser Richtsätze ist die Vereinheitlichung in der Benennung anorganischer Verbindungen und die Beseitigung veralteter, falscher Bezeichnungen. Es wird angestrebt, vor allem für den wissenschaftlichen Sprachgebrauch eine einheitliche, rationelle Nomenklatur der anorganischen Verbindungen zu schaffen. Dabei kann fast durchgehend auf bereits bestehende Bezeichnungen zurückgegriffen werden, so daß die Aufgabe im wesentlichen darin besteht, die in ein folgerichtiges System sich einfügenden Bezeichnungen von den hierzu im Widerspruch stehenden zu sondern und, soweit notwendig, die dem zugrunde gelegten System entsprechenden Namen aufzustellen.

Versuche von G. Kortüm und J. Grambow<sup>25)</sup> über Kolorimetrie und Spektralphotometrie als analytische Verfahren zeigen, daß der durch mangelnde Monochromasie des Lichtes hervorgerufene Fehler auch bei den in die Praxis eingeführten spektralphotometrischen Verfahren durchaus eine Rolle spielt, während man ihn bei kolorimetrischen Messungen völlig vermeidet. Daraus folgt die grundsätzliche Ueberlegenheit der kolorimetrischen Verfahren gegenüber den spektralphotometrischen. Zu diesen sind natürlich auch alle Verfahren zu rechnen, die an Stelle der Vergleichslösung des gleichen Stoffes andere Lösungen, z. B. Graulösungen, verwenden, weil dadurch die Unabhängigkeit des Meßergebnisses von der Zusammensetzung des Lichtes verlorengeht. Auch die Absolutkolorimetrie ist deshalb ein spektralphotometrisches Verfahren und sollte zur Vermeidung unrichtiger Vorstellungen auch so bezeichnet werden. Man kann natürlich den durch die mangelnde Monochromasie des Lichtes bedingten Fehler der Konzentrationsbestimmung auch bei spektralphotometrischen Verfahren sehr klein machen, wenn man mit Licht von sehr schmalen Spektralbereich arbeitet. Es bedeutet deshalb einen wesentlichen Fortschritt, daß z. B. in neuerer Zeit

auch das Stufenphotometer von Zeiss mit einem Monochromator ausgerüstet geliefert wird, der bei wesentlich geringerer Halbwertsbreite des Wellenlängenbereichs die gleiche Helligkeit des Gesichtsfeldes liefert wie die bisher gebräuchlichen S-Filter. Völlig vermieden wird diese Fehlerquelle natürlich bei Benutzung von Linienspektren, wie z. B. der Quecksilberlampe, und geeigneten Sperrfiltern.

G. Schmidt<sup>26)</sup> berichtet über die Säurebeständigkeit von Emails und über ein neues Verfahren zu deren Bestimmung. In der Arbeit wird die Aufgabe gestellt, die Gesetze der Säurebeständigkeit von Emails und deren zeitliche Abhängigkeit zu erfassen, um daraus ein Verfahren abzuleiten, das aus Kurzversuchen das wahrscheinliche Verhalten der Emails bei langandauerndem Säureangriff erkennen läßt. Das Zeitgesetz, nach dem sich die Emails bei Säureangriff richten, wurde in der Formel  $x = a \cdot 1n(1 + c \cdot t)$  gefunden. Darin bedeutet  $x$  die in der Zeit  $t$  ausgelaugte Menge, bezogen auf die Oberflächeneinheit. Die Größen  $a$  und  $c$  sind Konstanten, von denen die erste eine Art Lösungsdruck, die zweite eine reziproke Widerstandsgröße gegen die Säureauslaugung darstellt. Mit der Auslaugformel ist eine neue Möglichkeit für die Beurteilung der Säurebeständigkeit von Emails gegeben. Man kann mit ihr nach Durchführung einiger Kurzversuche am Email die für beliebige Auslaugzeiten wahrscheinlichen Auslaugzahlen abschätzen, d. h. man kann aus dem Kurzversuch auf das wahrscheinliche Verhalten des Emails bei dauerndem Säureangriff schließen. Von besonderer Bedeutung für die Beurteilung der Säurebeständigkeit von Emails ist die Größe  $a$ . Sie ist für größere Auslaugzeiten der Steilheit der Auslaugkurven proportional. Nun ist aber ein Email um so säurebeständiger zu nennen, je weniger steil seine Auslaugkurve verläuft. Damit wird die Größe  $a$  zum eigentlichen Maßstab für die Säurebeständigkeit; je kleiner  $a$ , um so säurebeständiger ist das Email. Vergleicht man die für gewisse Emails ermittelten  $a$ -Werte mit der Bestimmung derselben Emails in der Praxis, so ergeben sich für  $a$  die nachstehenden Grenzwerte, die als Normvorschlag angesehen werden können. Ein Email ist gegenüber einer bestimmten Säure beständig, wenn man aus Gewichtsverlustbestimmungen bei Behandlung mit der betreffenden kochenden Säure einen  $a$ -Wert von weniger als 0,4 mg/cm<sup>2</sup> errechnet. Ein Email ist als hochsäurebeständig zu bezeichnen, wenn man aus Gewichtsverlustbestimmungen bei Behandlung mit kochender 20prozentiger Salzsäure einen  $a$ -Wert errechnet, der kleiner ist als 0,4 mg/cm<sup>2</sup>. Bestimmt man statt des Gewichtsverlustes die Auslaugrückstände bei Behandlung mit Salzsäure, so erhöhen sich die Grenzzahlen für die  $a$ -Werte von 0,4 auf 0,5 mg/cm<sup>2</sup>.

A. Stadler.

#### Weihnachtsplakette des Lauchhammerwerks.

Das Lauchhammerwerk bringt mit der diesjährigen Weihnachtsplakette ein Sinnbild des großen geschichtlichen Ereignisses des abgelaufenen Kriegsjahres. Die von Bildhauer Fritz Hoernlein, Dresden, geschaffene Plakette gibt mit vorzüglicher Wirkung die Hauptansicht des Straßburger Münsters wieder, auf der die Feinheiten des wunderbaren Maßwerkes voll zum Ausdruck kommen.

Die Plakette in der Größe von 90 × 140 mm<sup>2</sup> ist zum Preise von 3,00 RM vom Lauchhammerwerk der Mitteldeutschen Stahlwerke in Lauchhammer (Provinz Sachsen) zu beziehen.



<sup>22)</sup> Techn. Mitt. Krupp, A: Forsch.-Ber., 3 (1940) S. 2/12.

<sup>23)</sup> Glückauf 76 (1940) S. 85.

<sup>24)</sup> Ber. dtsh. chem. Ges. 73 (1940) S. 53/70.

<sup>25)</sup> Angew. Chem. 13 (1940) S. 183/87.

<sup>26)</sup> Chem. Fabrik 13 (1940) S. 49/54.

## Patentbericht.

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

(Patentblatt Nr. 49 vom 5. Dezember 1940.)

Kl. 7 a, Gr. 22/01, A 69 823. Antriebsgetriebe mit Schwungrad für Walzwerke. Achenbach Söhne, G. m. b. H., Buschhütten (Kr. Siegen i. W.).

Kl. 7 a, Gr. 22/01, A 71 107; Zus. z. Pat. 678 406. Antriebsgetriebe mit Schwungrad und Kupplung für Walzwerke. Achenbach Söhne, G. m. b. H., Buschhütten (Kr. Siegen i. W.).

Kl. 7 a, Gr. 26/02, K 148 600; Zus. z. Pat. 660 963. Ablegevorrichtung für Aufaufrollgänge oder -rinnen bei Kühlbetten für Walzwerke. Erf.: Franz Skalsky, Mähr.-Ostrau. Anm.: Fried. Krupp Grusonwerk, A.-G., Magdeburg-Buckau.

Kl. 7 b, Gr. 20, D 79 830. Verfahren zur Herstellung von Hosenrohren. Erf.: Alois Sikora, Mülheim (Ruhr). Anm.: Deutsche Röhrenwerke, A.-G., Düsseldorf.

Kl. 7 c, Gr. 1, A 91 085. Blechricht- bzw. Biegemaschine. Dr.-Ing. E. h. Gustav Asbeck, Düsseldorf-Rath.

Kl. 10a, Gr. 17/01, K 156288. Vor der Koksofenbatterie verfahrbare Kokslöscheinrichtung. Erf.: Paul van Ackeren, Essen. Anm.: Heinrich Koppers, G. m. b. H., Essen.

Kl. 17 g, Gr. 3, H 161 246. Verfahren zur Verhütung von Riß- und Korrosionsschäden in Stahl- oder Metallflaschen zur Aufnahme von Druckgasen. Erf.: Christian Hülsmeier, Düsseldorf-Grafenberg.

Kl. 18 d, Gr. 2/30, R 102 287. Stahllegierung für Warmwalzdorne. Erf.: August Dammer und Dr.-Ing. Heinrich Ostermann, Witten. Anm.: Ruhrstahl-A.-G., Witten.

Kl. 18 d, Gr. 2/40, H 152 753. Verwendung von Eisen oder Stahl für Gegenstände, deren mechanische Eigenschaften unter dem Einfluß von Wasserstoff bei erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur nicht geschädigt werden sollen. Heraeus-Vacuum-schmelze, A.-G., Hanau a. M.

Kl. 21 g, Gr. 31/01, B 184 855. Verfahren zur Herstellung von permanenten Magneten aus zerkleinertem Dauermagnetstahl und Bindemitteln. Erf.: Max Baermann jun., Köln. Anm.: Max Baermann, Köln, und Dynamit-A.-G. vormals Alfred Nobel & Co., Troisdorf (Bez. Köln).

Kl. 21 h, Gr. 18/01, K 147 753. Induktionsschmelzofen für Mehrphasenstrom mit mehreren sich vom Herdraum abzweigenden Schmelzrinnen. Dr.-Ing. Hermann Königs, Köln-Zollstock.

Kl. 22 h, Gr. 3, K 151 432. Verfahren zur Herstellung von nicht eindickenden Lacken. Erf.: Dr.-Ing. Karl Daeves, Georg Kowarsch, Düsseldorf, Dr. Wilhelm Mühlendyck, Dortmund, Dipl.-Ing. Hans Schlumberger, Wanne-Eickel, und Dipl.-Ing. Georg Speckhardt, Dortmund. Anm.: Kohle- und Eisenerforschung, G. m. b. H., Düsseldorf.

Kl. 40 b, Gr. 14, K 156 007. Werkstoff für magnetisch beanspruchte Gegenstände. Erf.: Dr. phil. Hermann Fahlenbrach, Essen-Steele. Anm.: Fried. Krupp A.-G., Essen.

Kl. 40 d, Gr. 1/90, U 14 609. Verfahren zum Nachhärten von Hartmetallkörpern. Alfred Uhlmann, Berlin-Südende.

### Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 49 vom 5. Dezember 1940.)

Kl. 31 a, Nr. 1 494 698. Schlackenabführung bei Induktionsöfen. Siemens & Halske, A.-G., Berlin-Siemensstadt.

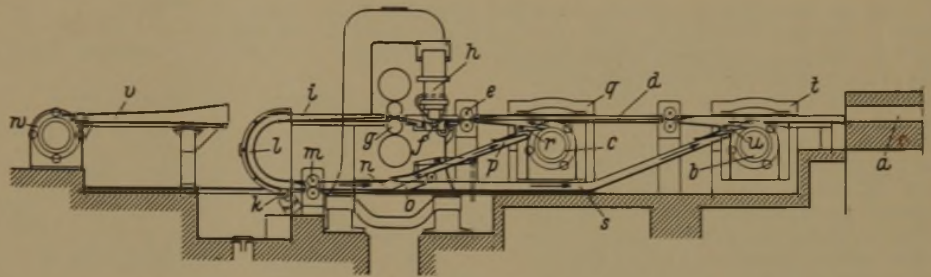
Kl. 31 c, Nr. 1 494 865. Kokille mit Lackanstrich. Dr. Schumacher & Co., Dortmund.

Kl. 46 c, Nr. 1 494 762. Aus Einzelteilen zusammengesetzter Zylinder, insbesondere für Großgasmaschinen. Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg, A.-G., Nürnberg 24.

### Deutsche Reichpatente.

Kl. 7 a, Gr. 12, Nr. 693 406, vom 30. Oktober 1937; ausgeben am 8. Juli 1940. Schloemann A.-G. in Düsseldorf. (Erfinder: Karl Neumann in Düsseldorf.) *Walzwerk zum Walzen von Bändern.*

Das aus dem Kanalofen a auslaufende Band gelangt über die Trommeln b und c sowie Führung d in das Treibrollenpaar e, das es bei gehobenem Schabeisen f zwischen die Walzen g einführt, worauf das Schabeisen durch das Druckmittel des Zylinders h nach unten verfahren wird. Ueber die Führungsrinne i und durch die um den Drehpunkt k schwenkbare Umföhrung l sowie durch Treibrollenpaar m, Führung n, Weiche o, Rinne p geht das Band zu der im Ofen q zum Auf- und Abwickeln eingerichteten Trommel c, die es aufwickelt. Hierauf läuft das Band nach Umkehren der Drehrichtung der Trommel über die Leitzunge r, Führung d, Rollenpaar e zum zweiten Stich zwischen die Walzen g. Beim Umkehren der Drehrichtung der Trommel c wird gleichzeitig selbsttätig die Zunge o hochgeschwenkt, so daß



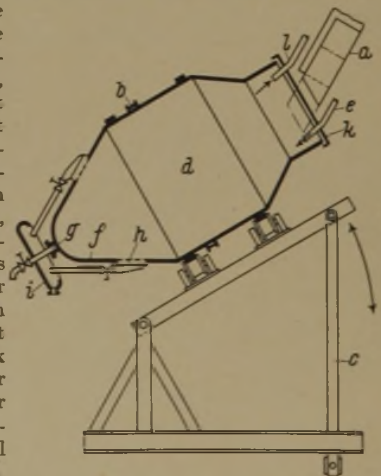
im Anschluß an den zweiten Walzvorgang das Band nunmehr in der Rinne s der durch Trommel c gesteuerten und zum Anlaufen gebrachten Trommel b des zweiten auf der gleichen Walzwerkseite wie Ofen q angeordneten Ofens t zugeführt wird. Hier wiederholt sich das gleiche Arbeitsspiel, wobei das Band von der Trommel b über die Leitzunge u zum Walzwerk und nach dem Umföhren über die selbsttätig umgestellte Weiche o zur Trommel c geht. Das Band läuft also stets in gleicher Richtung durch das Walzwerk. Im Anschluß an den letzten Stich wird das Band nach Abklappen der Umföhrung l über die Führung v auf die Trommel w geleitet und aufgewickelt.

Kl. 18 b, Gr. 1,02, Nr. 694 050, vom 20. Juni 1937; ausgeben am 24. Juli 1940. Deutsche Eisenwerke, A.-G., in Mülheim, Ruhr. (Erfinder: Karl Lauer in Gelsenkirchen.) *Verfahren zum Herstellen von Gußeisen im Gießereischachtofen.*

Um Gußeisen mit geringeren Satzkoksmengen als üblich herzustellen, wird der an der üblichen Satzkoksmenge fehlende Koksanteil durch Stahlwolle, die in lockerer Gestalt mit dem Koks zusammen oder mit ihm vermischt in den Ofen aufgegeben wird und als Wärmeträger wirkt, oder durch kohlenstoffarmes Eisen mit geringem Querschnitt und großer Oberfläche, wie Blechabfälle, Blechbüchsen od. dgl., ersetzt.

Kl. 40 a, Gr. 14, Nr. 694 151, vom 9. November 1937; ausgeben am 26. Juli 1940. Duisburger Kupferhütte in Duisburg. (Erfinder: Dr. Kurt Horalek und Dipl.-Ing. Ernst Rosin in Duisburg.) *Vorrichtung zum Ablösen von Nichteisenmetallen von hiermit plattiertem Eisen.*

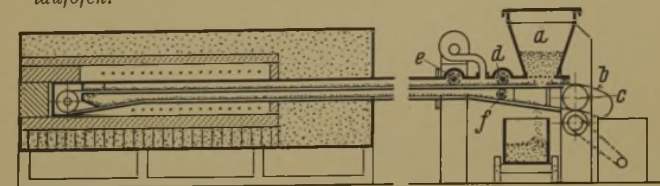
Der plattierte Eisenschrott wird durch die ausziehbare Rutsche a in die schräggehende, durch Zahnkranz b drehbare und Vorrichtung c kippbare Trommel d eingefüllt und mit wässerigen, ammoniak- und kohlenstoffhaltigen Lösungen behandelt, die durch die abnehmbare Leitung e zugeführt wird. Die Trommel hat einen unteren, kegelförmigen, mit ihr fest verbundenen Boden f mit einer Luftzuföhrung g sowie durch Siebe geschützten und absperrbaren Flüssigkeitsabläufen h, die in eine Auffangschüssel i frei ausgießen. Das obere, offene Ende der Trommel wird durch einen losen, sich nicht mitdrehenden Deckel k geschlossen, in den außer der Leitung e die unter geringem Unterdruck gehaltene Absaugeleitung l abnehmbar eingebaut ist.



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

Ist die Ablösung beendet, so kann die Trommel selbst bei sperrigem Schrott nach Ablaufenlassen der Lösung durch Kippen und gleichzeitiges Drehen entleert werden.

**Kl. 18 c, Gr. 8<sub>00</sub>, Nr. 694 197**, vom 26. Februar 1938; ausgegeben am 26. Juli 1940. Emil Vits in Düsseldorf. *Bürstenabdichtung an den Ein- und Auslaufseiten von Blankglühdurchlauföfen.*



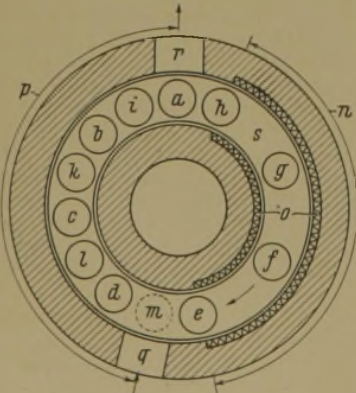
Die aus dem Behälter a rutschenden Kleinteile werden vom Band b, das eine Umlenkrolle c hat, der Abdichtungsbürste d und der Bürste e zugeführt, die drehbar angeordnet sind und eine etwas größere Geschwindigkeit als die Laufgeschwindigkeit des Bandes b haben, so daß sie den Kleinteilen eine zusätzliche Förderung erteilen und gegebenenfalls eine Reinigung ausüben. Nach Durchlaufen des mit Schutzatmosphäre gefüllten Ofens gelangt das Gut zur unteren Abdichtungsbürste f, die mit der Bürste d durch Zahnräder verbunden ist und die gleiche Geschwindigkeit hat; die eine Bürste wird angetrieben. Hierdurch wird eine gute Abdichtung an den Ein- und Auslaufseiten von Blankglühdurchlauföfen erreicht.

**Kl. 18 c, Gr. 8<sub>00</sub>, Nr. 694 373**, vom 3. Mai 1939; ausgegeben am 31. Juli 1940. Alfred Schalenbach in Lüdenscheid. *Deckel für Topfglühöfen.*

Nachdem von den Öffnungen a die Deckelplatten b entfernt worden sind, werden die Tragarme c, deren Bolzen d in den Lagern e ruhen, durch die Öffnungen a in die am Kragen des Topfes vorgesehenen Aussparungen eingeführt. Beim Anheben des Deckels durch den Kran am Zugbügel f wird gleichzeitig auch der Glühkopf gehoben. Wird der Topf in den Ofenschacht und der Deckel auf den Ofen gesenkt, so werden die Tragarme c vom Topf entfernt und aus den Öffnungen a des Deckels gezogen, worauf diese Öffnungen mit den Deckelplatten wieder verschlossen werden.

**Kl. 18 c, Gr. 9<sub>03</sub>, Nr. 694 374**, vom 4. Februar 1939; ausgegeben am 31. Juli 1940. Brown, Boveri & Cie., A.-G., in Mannheim-Käfertal. (Erfinder: Dipl.-Ing. Siegfried Doppler in Wien.) *Verfahren zum fortlaufenden Betrieb eines mit einer Glüh- und Wärmeaustauschzone versehenen Einkanal-drehherdofens.*

Die Buchstaben a bis m bezeichnen das Glühgut in der Reihenfolge, in der es in den Ofen eingebracht wurde. Die Glühgutstücke e bis h befinden sich gerade in der Heizzone n mit den Heizkörpern o, während die Stücke a bis d sie schon verlassen haben und in der Ausgleichzone p ihre Wärme an die eingebrachten Stücke i bis m abgeben. Stück m wurde soeben durch die Beschickungstür q eingebracht, während Stück a zur Entnahme durch die Entladetür r bereit ist. Die Anzahl der

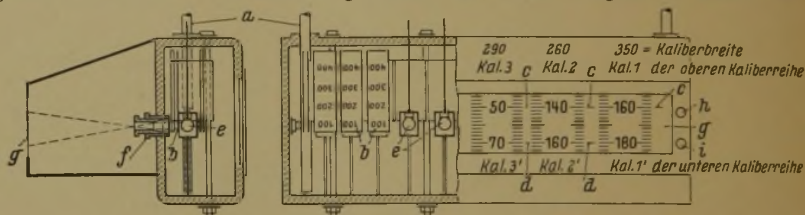


durch die Beschickungstür q eingebracht, während Stück a zur Entnahme durch die Entladetür r bereit ist. Die Anzahl der

auf dem Umfang des Drehherdes s gleichmäßig verteilten Ladeplätze ist ungerade, so daß, wenn er um je zwei Ladeplätze weitergedreht wird, jeder Ladeplatz immer erst nach zwei Umdrehungen des Herdes wieder vor der Beschickungs- oder Entladetür stehenbleibt.

**Kl. 7 a, Gr. 23, Nr. 694 478**, vom 31. Juli 1937; ausgegeben am 2. August 1940. Siemag, Siegener Maschinenbau-A.-G., in Siegen. (Erfinder: Walter Krämer in Dahlbruch über Kreuztal, Kr. Siegen.) *Vorrichtung zum Anzeigen des Walzenspaltes bei Walzwerken.*

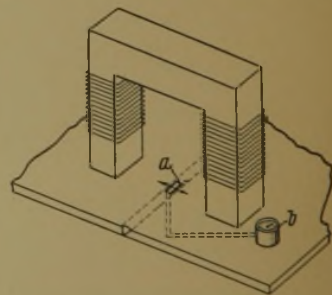
Mit den Anstellspindeln wird über Aufhängestangen a eine durchsichtige Anzeigescheibe b mit mehreren Reihen von Anzeigewerten c, d der einzelnen Kaliber verbunden, die innerhalb eines Kastens verschiebbar ist und deren einzelne Werte jeweils durch Bildwerfer (Lampen e und Linsen f) in Abhängigkeit von der Anstellvorrichtung auf einer Mattscheibe g angezeigt werden. Zum Ausgleich des Lager- oder Walzenverschleißes werden die Anzeigereihen auf der auf und ab beweglichen Anzeigescheibe b verstellbar angebracht. Bei Dreiwälzengeräten werden zum



Anzeigen der Kaliberreihen mehrfarbige Signallampen h, i vorgesehen, die in Abhängigkeit von der Hebetischbewegung bedient werden.

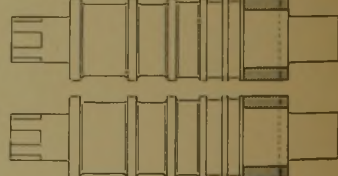
**Kl. 42 k, Gr. 20<sub>03</sub>, Nr. 694 530**, vom 20. Mai 1930; ausgegeben am 2. August 1940. Dr. techn. Franz Unger in Braunschweig-Gliesmarode. *Vorrichtung zum Feststellen von Fehlstellen in Werkstücken, besonders in Schweißnähten.*

Die Prüflinge werden mit magnetischen Kraftlinien durchflutet. In der Durchflutungsebene wird eine hin- und herschwingende Prüfspule a angeordnet, an die das Meßgerät b angeschlossen wird. Die Prüfspule wird während der Messung in einer durch die beiden Pfeile gekennzeichneten schwingenden Bewegung gehalten, so daß, sobald austretende Kraftlinien von ihr geschnitten werden, in ihr eine elektromotorische Kraft erzeugt wird, deren Frequenz der Schwingungsfrequenz der Spule entspricht und deren Größe abhängig von der Größe des angezeigten Fehlers ist.



**Kl. 7 a, Gr. 19, Nr. 694 807**, vom 11. Februar 1937; ausgegeben am 8. August 1940. August-Thyssen-Hütte A.-G. in Duisburg-Hamborn. (Erfinder: Dr. Waldemar Wesseling in Duisburg-Hamborn.) *Blockwalze mit Brammenbahn.*

Die Brammenbahn wird durch einen auf die Walze aufgeschobenen Zylinder aus Hartguß gebildet, der durch einen Schrumpfring befestigt wird. Hierdurch wird eine um ein Vielfaches längere Lebensdauer erreicht als bei Blockwalzen, bei denen alle Kaliber aus dem gleichen Werkstoff bestehen.



**Kl. 49 c, Gr. 13<sub>03</sub>, Nr. 694 912**, vom 9. Juli 1936; ausgegeben am 10. August 1940. Siemag, Siegener Maschinenbau-A.-G., in Siegen. *Steuervorrichtung für Scheren zum Schneiden von in steter Folge aus einem Walzwerk austretenden Walzstäben in Abschnitte.*

Die Länge der Abschnitte der Walzstäbe wird durch zwei Schaltungsvorrichtungen bestimmt. Diese werden durch die aufeinanderfolgenden Walzstäbe durch Umschaltteile abwechselnd in Gang gesetzt und laufen nach dem Schneiden wieder in die Anfangsstellung aus, so daß auch bei rascher Folge das Schneiden für jeden Stab ohne Verzögerung durch eine bereits in der Anfangsstellung befindliche Schaltungseinrichtung gesteuert werden kann.



## Wirtschaftliche Rundschau.

### Die Erzeugung der Vereinigten Staaten von Nordamerika an Stahlblöcken und Stahlguß in den Jahren 1929 bis 1940.

Die Statistik über die Entwicklung der Stahlindustrie von Nordamerika in den letzten elf Jahren ist auch für uns recht beachtenswert. Sie zeigt zunächst (Bild 1 u. 2) das bekannte außerordentlich starke Auf und Ab in der Gesamtstahlerzeugung. In den letzten beiden Jahren, insbesondere seit der Mitte 1939, setzte ein ständiges Ansteigen ein, das im Jahre 1940 immer größeren Umfang annahm. Für das ganze Jahr 1940 kann die gesamte Flußstahlerzeugung auf 57 Mill. t veranschlagt werden, womit die Spitze des Jahres 1929 wieder erreicht worden ist.

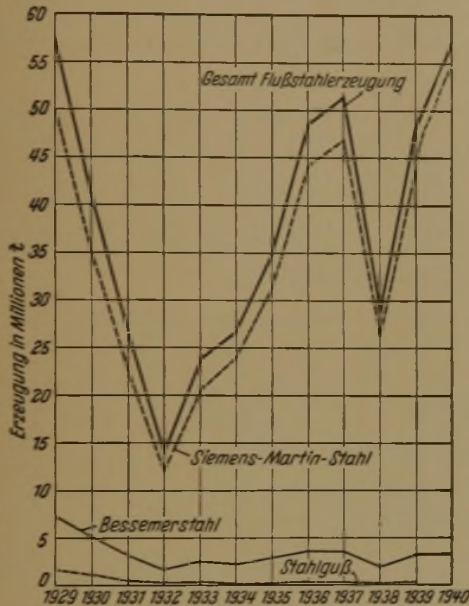


Bild 1.

Gesamtstahlerzeugung der Vereinigten Staaten 1929 bis 1940.

Untersucht man die Entwicklung der einzelnen Stahlerzeugungsverfahren, so ist bei der Bessemerstahlerzeugung ein langsamer, aber stetiger Rückgang von über 7 Mill. t im Jahre 1929 auf 3 Mill. t im Jahre 1939 festzustellen. Im gleichen Verhältnis hat sich die Erzeugung des Siemens-Martin-Stahles erhöht, und zwar von 83,7 % im Jahre 1929 auf 91,4 % im Jahre 1939. Für das Jahr 1940 kann eine Siemens-Martin-Stahlerzeugung von rd. 54 Mill. t angenommen werden = rd. 94 % der Gesamt-Flußstahlerzeugung.

Ganz besonders hervorzuheben ist auch die starke Steigerung des Elektrostahles von 0,9 auf 4,8 %, was praktisch einer Verdoppelung der Elektrostahlerzeugung gleichkommt. In Deutschland ist die Entwicklung in gleicher Richtung gegangen. Dabei wird es nicht verwundern, daß die Tiegelstahlerzeugung in den letzten zehn Jahren praktisch auf vernachlässigbare Werte heruntergegangen ist.

### Bewirtschaftung von Eisen und Stahl in den Niederlanden.

Vor etwa zwei Monaten ist im amtlichen niederländischen Verordnungsblatt eine Verordnung des Generalsekretärs für Handel, Industrie und Schifffahrt erschienen, nach der die Rohstoffe für die Eisen- und Stahlgewinnung, wie Eisen und Stahl selbst, als „Verteilungswaren“ im Sinne des Art. 4 des Verteilungsgesetzes von 1939 zu gelten haben.

Im Zuge der Durchführung dieser Verordnung ist bei der Leitung des Rijksbureau voor Ijzer en Staal eine besondere Geschäftsführung eingerichtet worden, die im Namen des Generalsekretärs arbeitet. Zugleich wurde ein Vorstand ernannt, der die Geschäftsführung des Rijksbureaus beaufsichtigt und dem Generalsekretär Vorschläge macht, die zu einer Regelung der Eisenindustrie und des Eisenhandels führen. Alle Durchführungsbestimmungen werden vom Generalsekretär für Handel, Industrie und Schifffahrt erlassen und im „Niederländischen Staatscourant“ veröffentlicht.

Die Gründung einer Eiseneinkaufsorganisation in den Niederlanden, d. h. ein Zusammenschluß der holländischen Eisenhändler zum Zwecke gemeinsamen Einkaufs, ist geplant. Bisher

Die gleiche Beachtung verdient ferner der in Nordamerika zu verzeichnende Rückgang der Stahlgußerzeugung, die im Jahre 1929 noch 2,8 % mit 1,6 Mill. t ausmachte. Im Jahre 1939 betrug die Stahlgußerzeugung nur noch 237 000 t oder 0,5 % der gesamten Stahlerzeugung. Da in Deutschland die Stahlgußerzeugung in den letzten Jahren sehr stark gestiegen ist, muß diese Entwicklung in Nordamerika besonders überraschen. Sie findet wohl ihre Erklärung darin, daß die amerikanische Massenfertigung, z. B. der Kraftwagenbau, gesenk-

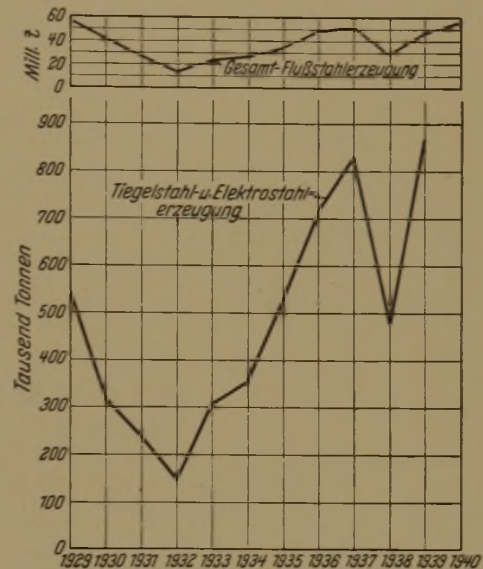


Bild 2.

Erzeugung an Tiegel- und Elektrostaal.

geschmiedete oder kaltgeschlagene Teile gegenüber der mehr Facharbeiter erfordernden Stahlgußerzeugung vorzieht.

Die Erzeugung der einzelnen Staaten hat sich in dem verflossenen Jahrzehnt zum Teil nicht unerheblich verschoben. Pennsylvania, das im Jahre 1929 noch 35,7 % der gesamten nordamerikanischen Stahlerzeugung herstellte, ist ganz gleichmäßig auf 26,6 % im Jahre 1938 zurückgegangen. Hieran dürfte nicht zuletzt die im Hinblick auf die an den nordamerikanischen Seen gelegenen Erzfelder ungünstige Frachtlage schuld gewesen sein. Umgekehrt haben von der günstigeren Verkehrslage an den Südufern der großen Seen vor allem die großen Werke im Süden von Chicago Nutzen gezogen. Infolgedessen ist die Stahlerzeugung dieses Gebietes (Indiana) anteilig gestiegen. Die übrigen Haupterzeugungsbezirke haben sich anteilmäßig nicht verschoben.

ist jedoch ein endgültiger Entschluß nicht gefaßt worden. Es besteht daneben die Absicht, eine Einkaufszentrale zu gründen, die dem Rijksbureau angegliedert werden oder mit diesem zusammenarbeiten soll. Die Einkaufszentrale wird im Gegensatz zu dem Plan des Zusammenschlusses der Eisenhändler nicht nur den Handel, sondern auch alle wichtigen Verbraucherkreise umfassen.

Gleichgültig, ob die eine oder andere Organisation gegründet wird, beider erste Aufgabe wird in der Hauptsache darin bestehen, die zur Verfügung der holländischen Wirtschaft stehenden Mengen an Eisen und Stahl nach der Dringlichkeit des Bedarfs zu verteilen. Bei der Verteilung wird man sich nicht nach früheren Liefermengen richten, etwa nach Maßgabe einer Berichtszeit Zuteilungen vornehmen, sondern allein die Vordringlichkeit des Bedarfs wird die Grundlage für die Zuteilung bilden.

Ueber reichsdeutsche Eisen- und Stahlbestellungen in den Niederlanden ist eine besondere Verfügung des Generalsekretärs für Handel, Industrie und Schifffahrt ergangen. Hier- nach müssen alle von reichsdeutscher Seite erteilten Bestellungen

auf Eisen- und Stahlerzeugnisse, die 100 kg Eisen und Stahl übersteigen, dem Rijksbureau, Den Haag, Lange Houtstraat 11, zur Beglaubigung vorgelegt werden, bevor sie angenommen werden dürfen. Hierdurch soll die Gewähr gegeben sein, daß das zur Ausführung des betreffenden Auftrages benötigte Material ersetzt werden kann. Unter reichsdeutschen Bestellungen sind nicht nur alle Bestellungen aus dem deutschen Reichsgebiet zu verstehen, sondern auch alle Aufträge, die von deutschen Dienststellen in den Niederlanden erteilt werden. Hierunter fallen also vor allem Bestellungen der Wehrmacht.

Dagegen werden Aufträge von deutschen Unternehmungen, soweit sie ihren Sitz in Holland haben, nicht als „reichsdeutsche Bestellung“ angesehen, sofern sie der Deckung des Inlandsbedarfs dienen. Anders liegt jedoch der Fall, wenn solche Unternehmungen Aufträge aus dem Reichsgebiet erhalten. Dann tritt wieder die Anmeldepflicht im Sinne der Verfügung ein.

Von deutscher Seite ist angeordnet worden, daß jedem von deutscher Seite in den Niederlanden erteilten Auftrag eine Kontrollnummernaufstellung beigegeben werden muß, deren Doppel der schriftlichen Bestellung beizufügen ist. In dieser Aufstellung hat der reichsdeutsche Auftraggeber das Kontingentsgewicht der bestellten Menge an Stahl auszufüllen. Als Kontingentsgewicht gilt diejenige Menge an Walz- oder Gießereierzeugnissen, die zur Ausführung des Auftrages notwendig ist. Auf die Ermittlung des genauen Kontingentsgewichts soll besonderer Wert gelegt werden. Die „Kontrollnummernaufstellungen“ müssen zur Beglaubigung von dem Bestimmungsempfänger dem Rijksbureau zugesandt werden. Ein Stück der Aufstellung wird vom Rijksbureau mit dem Beglaubigungsvermerk versehen und dem Bestimmungsempfänger zurückgesandt.

Für die Bestellungen von reichsdeutscher Seite, die seit dem 1. Juni 1940 bis zum Inkrafttreten dieser Verfügung (d. i. der 23. September 1940) erteilt wurden, wurde eine Sonderregelung dergestalt getroffen, daß sie innerhalb 4 Wochen nach dem 23. September 1940 dem Rijksbureau vorgelegt werden müssen unter Beifügung folgender Angaben:

1. Zeitpunkt der Bestellung,
2. Name und Anschrift des Auftraggebers,
3. Gegenstand der Bestellung,
4. Eisen- und Stahlgewicht, das zur Ausführung des Auftrags notwendig ist.

Falls für diese Bestellungen „Kontrollnummernaufstellungen“ eingegangen sind, müssen diese den erwähnten Angaben beigelegt werden.

**Neue nordfranzösische Eisensyndikate.** — Im Bereich der nordfranzösischen Eisenwirtschaft sind in den letzten Monaten in Anlehnung an das belgische Vorbild<sup>1)</sup> drei Syndikate entstanden.

1. Office Central de la Métallurgie du Nord, Lille.
2. „Sidenor“ oder Groupement des Industries Sidérurgiques du Nord et du Pas-de-Calais, Société Anonyme Coopérative, Lille. Kapital: 105 000 Fr. Nach dem Vorbild der belgischen „Sybelac“ regelt die „Sidenor“ den Verkauf der Eisenhüttenzeugnisse der nordfranzösischen Hochöfen, Stahlwerke, Walzwerke, Röhrenwerke usw.
3. „Mécakor“, Lille. Die „Mécakor“ umfaßt alle Eisen und Stahl verarbeitenden Industrien.

<sup>1)</sup> Vgl. Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 1099/1100.

## Vereins-Nachrichten.

### Verein Deutscher Eisenhüttenleute.

#### Fachausschüsse.

Mittwoch, den 18. Dezember 1940, 10.15 Uhr, findet im Eisenhüttenhaus, Düsseldorf, Ludwig-Knickmann-Str. 27, die

#### 151. Sitzung des Ausschusses für Wärmewirtschaft

statt mit folgender Tagesordnung:

1. Geschäftliches.
2. Die Gründe für überhöhten Wärmeverbrauch von Ofenanlagen. Berichterstatter: Dr.-Ing. H. Schwiedeßen, Düsseldorf.
3. Brennstoffersparnisse an gasbeheizten Wärmöfen durch planmäßige wärme- und betriebswirtschaftliche Überwachung. Berichterstatter: Dr.-Ing. K. Guthmann, Düsseldorf.
4. Aussprache zu den beiden Berichten.

#### Änderungen in der Mitgliederliste.

- Barfuß, Manfred L., Dipl.-Ing., Reichswerke A.-G. für Erzbergbau u. Eisenhütten „Hermann Göring“, Hauptverwaltung, Berlin-Halensee, Albrecht-Achilles-Str. 62—64. 40 034
- Berndt, Norbert, Dipl.-Ing., Gießereileiter, Fried. Krupp Germaniawerft A.-G., Kiel-Gaarden; Wohnung: Kiel, Hansa-Hotel. 29 234
- Berve, Adolf, Dipl.-Ing., Hüttdirektor, Deutsche Eisenwerke A.-G., Mülheim (Ruhr); Wohnung: Hattingen (Ruhr), Bismarckstr. 61. 23 009
- Broglio, Nino, Dr.-Ing., Dr. mont., techn. Direktor, stellv. Betriebsführer u. Vorstandsmitglied der Schoeller-Bleckmann Stahlwerke A.-G., Tarnitz (Niederdonau); Wohnung: Herrenhaus. 23 023
- Cless, Friedel, Dipl.-Ing., Direktor-Stellvertreter, Leiter der Qualitätsstelle u. Schmelzbetriebe der Fa. Stahlwerk Schmidt & Clemens, Berghausen (Bz. Köln); Wohnung: Ränderoth, Gartenstr. 3. 31 018
- Eibl, Josef, Dipl.-Ing., Oberkommando des Heeres, Heereswaffenamt, Berlin W 35, Margaretenstr. 2—3; Wohnung: Berlin-Wilmersdorf, Umlandstr. 86, I. 38 268
- Engelhardt, Erwin, Dr.-Ing., Fried. Krupp A.-G., Elektrostahlwerk, Essen; Wohnung: Essen-Borbeck, Leimgardtsfeld 34. 35 117
- Gemmingen-Hornberg, Hans-Lothar Freiherr von, Dr. jur., Geschäftsführer, Vorsitzender des Direktoriums der Röchling'schen Eisen- u. Stahlwerke G. m. b. H., Völklingen (Saar); Wohnung: Saarbrücken 3, Am Eichhornstaden 18. 25 033

- Räbel, Georg, Betriebsdirektor, Eisen- u. Stahlwerke Hagendingen, Hagendingen (Lothringen); Wohnung: Bergstr. 17. 35 433
- Schlegel, Ernst, Dipl.-Ing., Fried. Krupp A.-G., Essen; Wohnung: Friedrichstr. 26. 39 229
- Schmidt, Paul, Ingenieur, Direktor, Wien IV/50, Favoritenstr. 24. 14 085
- Senn, Heinrich, Dipl.-Ing., Mitteldeutsche Stahlwerke A.-G., Lauchhammerwerk Riesa, Riesa. 36 410
- Sonnabend, Hans-Jürgen, Dipl.-Ing., Fried. Krupp A.-G. Friedrich-Alfred-Hütte, Versuchsanstalt, Rheinhausen; Wohnung: Roonstr. 15. 38 175
- Tiemann, Hugo, Direktor, Geschäftsführer der Erz- u. Pyrit-Handelsgesellschaft m. b. H., Berlin W 8, Mohrenstr. 20—21. 05 061
- Walther, Ludwig, Dr.-Ing., Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf 1, August-Thyssen-Str. 4; Wohnung: Düsseldorf, Engerstr. 7, und Aachen, Kaiserallee 22. 31 107
- Züllgen, Max, Direktor a. D., z. Zt. kommiss. Abteilungsleiter der Eisen- u. Stahlwerke Hagendingen, Hagendingen (Lothringen); Wohnung: Bergstr. 2. 04 064

#### Gestorben:

- Brand, Fritz, Oberingenieur a. D., Münsterberg (Schles.). \* 11. 5. 1875. † 2. 12. 1940. 17 010

### Eisenhütte Oberschlesien, Zweigverein des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute.

Dienstag, den 17. Dezember 1940, 16 Uhr, findet im Bismarckzimmer des Casinos der Donnersmarckhütte, Hindenburg (O.-S.), eine

#### Vollsitzung des Hochofenausschusses

statt mit nachstehender Tagesordnung:

1. Geschäftliches.
2. Berichterstattung über die letzten beiden Hochofenausschusssitzungen in Düsseldorf.
3. Anordnung und Betrieb der Greenawalt-Sinteranlage auf der Juliehütte. Berichterstatter: Oberingenieur C. Schrupp, Bobrek-Karf (O.-S.).
4. Verschiedenes.