

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute im NS.-Bund Deutscher Technik

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 45

11. November 1943

63. Jahrgang

	Seite		Seite
Versuche zur Leistungssteigerung bei der Saugzugsinterung von Eisenerzen: Von H. Wittenberg und K. Meyer	817	Umschau	826
Einfluß geringer Nickelgehalte auf die Eigenschaften hochfester schweißbarer Chrom-Mangan-Vanadin-Stahlbleche. Von W. Eilender, H. Arend und F. Kleinermanns	824	Die Anlaßstoßglühung, ein neues Wärmebehandlungsverfahren. — Einflußgrößen bei Natur-Korrosionsversuchen. — Versuche mit sauerstoffangereichertem Wind bei eisenreichen und eisenarmen Erze gnissen	
		Patentbericht	831
		Wirtschaftliche Rundschau	832
		Buchbesprechungen	834
		Vereinsnachrichten	835

Versuche zur Leistungssteigerung bei der Saugzugsinterung von Eisenerzen

Von Herbert Wittenberg und Kurt Meyer in Frankfurt a. M.

[Bericht Nr. 217 des Hochofenausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.*.]

(Aufgliederung des Sintervorganges. Bedeutung von Erzkörnigkeit, Krümelung und Bindefestigkeit des Erzes sowie des Rückgutanteils, der Vorbereitung und der Schmelzeigenschaften für die Sinterleistung. Versuche zur Leistungssteigerung durch Erhöhung des Unterdrucks und Anwendung der Mehrschichtensinterung. Leistungssteigerung durch Zuschlag von Branntkalk, Kalkhydrat und Mischungen mit Kalksteinmehl zur Erzmischung. Verbindung des Kalkzuschlages mit Unterdrucksteigerung und Mehrschichtensinterung.)

Die Leistungen vieler Sinteranlagen sind stark zurückgegangen, als sie zur Verarbeitung stark saurer Erze übergehen mußten. Bei den Versuchen, die geringen Durchsatzmengen dieser Anlagen zu erhöhen, brachten die bis dahin bekannten Mittel wie höherer Rückgutsatz, günstigste Schichthöhe, zweckmäßige Brennstoffkörnigkeit und -menge, besonders gute Krümelung usw., nicht den erwarteten Erfolg.

An den von mehreren Seiten einsetzenden Bestrebungen zur Auffindung anderer leistungssteigernder Mittel beteiligte sich auch die „Lurgi“ mit ihrer Versuchsanlage. Im folgenden sollen die wesentlichsten Ergebnisse dieser Untersuchungen bekanntgegeben werden.

Vorschläge für eine Leistungssteigerung setzen eine Klärung der Frage voraus, welche Eigenschaften der sauren Erze deren ungünstiges Verhalten beim Sintern bedingen. Diese Frage, auf eine bestimmte Erzgruppe abgestellt, kann nur als Teil der umfassenderen Hauptfrage angesehen werden, weshalb sich, auch bei Anwendung gleichartiger Arbeitsbedingungen, die verschiedenen Feinerze nicht mit gleicher Leistung sintern lassen und welche Eigenschaften hierfür verantwortlich zu machen sind.

Die Leistung bei der Saugzugsinterung hängt ab von der Geschwindigkeit des Brenn- und Sintervorganges. Der beigemischte Brennstoff muß in möglichst kurzer Zeit und möglichst lebhaft verbrennen. Da er aber in der zu sinternenden Mischung gleichmäßig verteilt ist, muß immer genügend Verbrennungsluft an den entsprechenden Stellen der Beschickung zur Verfügung stehen. Die Sinterbeschickung soll demnach in allen Abschnitten des Sintervorganges die bestmögliche Gasdurchlässigkeit haben. Diese darf aber nicht zu gering sein, um die Verbrennung nicht zu hemmen, aber auch nicht zu groß, um den Wärmeübergang von den Verbrennungsgasen auf die Erzkörnchen zu ermöglichen. Der Gasdurchlässigkeit gegenüber spielen die Wärmeleitung in den einzelnen Körnern und die Wärmestrahlung nur eine untergeordnete Rolle; denn nur ein genügend starker Saugzug gewährleistet eine erfolgreiche Sinterung.

Die Beschickung erleidet während des Sintervorganges verschiedene Umwandlungen, trotzdem soll sie immer die höchstmögliche Porigkeit haben. Vor der Zündung ist sie feucht, gut krümelig und deswegen verhältnismäßig porig; nach der Zündung erwärmt sie sich und trocknet aus. In einem späteren Zeitpunkt werden die Hydrate und Karbonate zersetzt. Sobald die Temperatur genügend hoch ist, beginnt das angestrebte Sintern und Schmelzen. Unmittelbar danach kühlt sich der Sinter durch die von oben nachgesogene kältere Luft wieder ab. Der Sintervorgang läßt sich demnach in drei verschiedene Stufen unterteilen.

Die erste Stufe umfaßt die Vorbereitung bis zur Entzündung der Beschickungsoberfläche. Bis dahin hat sich das Sintergut *thermisch* noch nicht verändert, ebenso ist der beim Mischen und Krümeln eingestellte Feuchtigkeitsgrad unverändert geblieben. Die Gasdurchlässigkeit hängt hauptsächlich von physikalisch-technischen Bedingungen ab.

Nach dem Zünden der Oberfläche beginnt in der zweiten Stufe sich der Feuchtigkeitsgehalt aller darunterliegenden Schichten zu ändern. Mit steigender Erwärmung nimmt er immer stärker ab, bis die Beschickung trocken ist. Die durch das Anfeuchten bewirkte Krümelbildung und die darauf entstandene gute Gasdurchlässigkeit kann nach dem Trocknen der Beschickung nicht mehr auf dem Wassergehalt derselben beruhen, sondern muß jetzt durch die *Bindefestigkeit* der Erzmischung erhalten bleiben.

Bei weiterer Temperatursteigerung fängt das Erz mit oder ohne vorheriges Backen zu schmelzen an. Beim eigentlichen Schmelzvorgang ist die Gasdurchlässigkeit außerordentlich gering. Liegt zwischen Schmelzen und Wiedererstarren eine lange Zeit, so ist der Gasdurchgang entsprechend gehemmt, umgekehrt ist es bei kurzer Erweichungsdauer. In der dritten Stufe hängt die Gasdurchlässigkeit also von der Dauer des *Erweichungszustandes* ab. Zählt man zu dieser Stufe auch noch die Abkühlung des Sinterns, so ist dessen Porigkeit meist größer als die der Beschickung zu jedem anderen Zeitpunkt vorher und braucht deshalb nicht besonders berücksichtigt zu werden.

In jeder dieser Stufen beruht demnach die Gasdurchlässigkeit auf *anderen* Ursachen. Die erste Aufgabe bestand nun in der Ermittlung der physikalischen und chemischen Erzeigenschaften und der anderen Um-

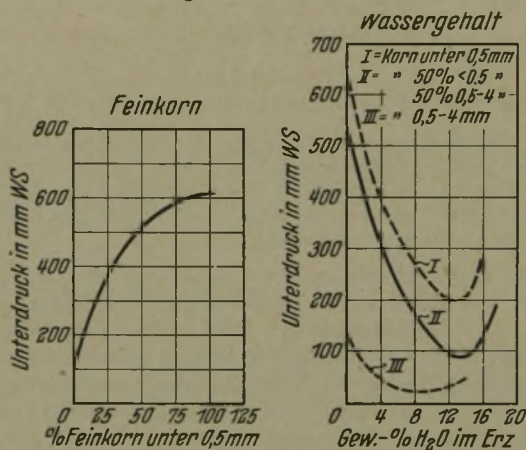
* Vorgetragen von K. Meyer in der 51. Vollsitzung des Hochofenausschusses am 20. November 1942 in Düsseldorf. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., z. Z. Pörsneck, Postschließfach 146, zu beziehen.

stände, die beim Sintern der verschiedenen Feinerze die Gasdurchlässigkeit der Beschickung maßgeblich beeinflussen.

Im folgenden wird die Bedeutung der Erzkörnung, der Krümelung, der Bindefestigkeit, des Rückgutsatzes, der Vorbereitung der einzelnen Bestandteile für die Sinterung und der Schmelzeigenschaften für die Porigkeit untersucht.

Als zuverlässiges Mittel für die Untersuchung des Verhaltens der Erze erwies sich die thermische Analyse.

Zur Beantwortung der Frage nach dem Einfluß der Körnung trockener Erze auf die Gasdurchlässigkeit liegt eine Reihe übereinstimmender Veröffentlichungen vor¹⁾, so daß sich neue Messungen erübrigten. Bild 1 gibt die Abhängigkeit der Porigkeit einer trockenen Erzmischung in der Körnung von 0,5 bis 4 mm vom Zusatz bestimmter Mengen Feinkorn < 0,5 mm wieder.



Bilder 1 und 2. Einfluß von Feinkorn und Wassergehalt auf die Gasdurchlässigkeit (nach Luyken und Kraeber).

Die Ordinate zeigt, daß der Widerstand der Beschickung, gemessen in mm WS Unterdruck, schon beim Zusatz geringer Mengen Feinkorn < 0,5 mm sehr rasch zunimmt (Abszisse). Die Kornform und Korngröße des Erzes sind Eigenschaften, die beim Sintern sehr lange erhalten bleiben und demnach auch von entsprechender Bedeutung für die Gasdurchlässigkeit der Beschickung sein müßten.

Abgesehen von der Tatsache, daß es heute nicht mehr möglich ist, die zu sinternden Feinerze nach ihrer Körnung zusammenzustellen, ist, wie später noch gezeigt werden kann, die durch natürliche Körnung und den hohen Feinkornanteil unter 0,5 mm bedingte Gasdurchlässigkeit so gering, daß sie in keiner Weise eine genügend schnelle Verbrennung des Kokes in der Beschickung und damit eine gute und rasche Sinterung gewährleistet. Der Einfluß der Körnung auf die Gasdurchlässigkeit beruht auf physikalischen Eigenschaften und kann deshalb auf alle Erze übertragen werden.

Nach dem Vorhergehenden verursachen gerade die feinen Anteile eine sehr starke Verschlechterung der Gasdurchlässigkeit. Man muß deshalb die Staubteilchen durch vorsichtiges Anfeuchten mit Wasser krümeln, wobei dieses in die Poren und Zwischenräume des Erzes eindringt und die feinsten Körner zum Zusammenkleben bringt. Erst hierdurch wird es überhaupt mög-

¹⁾ Ramsin, L. H.: Wärme 51 (1928) S. 301. Bansen, H.: Wärmewertigkeit, Wärme- und Gasfluß, die physikalischen Grundlagen metallurgischer Verfahren, Düsseldorf 1930. Baake, R.: Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 1277/83 u. 1314/19 (Hochfenaussch. 122). Wendeborn, H. B.: Saugzugsintern und Rösten, Grundlagen der Saugzugverblaseverfahren, Berlin 1934. Luyken, W., und L. Kraeber: Ber. Hochfenaussch. VDEh Nr. 126 (1931); Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 13 (1931) S. 247/60; vgl. Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 296. Grethe, K., und J. Stoecker: Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 641/48 (Hochfenaussch. 146).

lich, die feinen Erze nach dem Saugzugverfahren zu sintern.

Der Bedeutung dieser Maßnahme wird durch eine Reihe von Veröffentlichungen²⁾ gebührend Rechnung getragen. In diesem Zusammenhang sei auf Bild 2 verwiesen, das auf der Ordinate den Gaswiderstand der Erzmischung in mm WS und auf der Abszisse deren Wassergehalt in % angibt. Die Kurven zeigen den Einfluß des Wassers auf verschiedene Kornklassen des gleichen Erzes. Der Widerstand bei Kurve I (Erzkörnung unter 0,5 mm) sinkt von 650 mm WS ohne Wasser auf 200 mm WS bei 12 % H₂O, um bei weiterem Anfeuchten infolge Verschlämmung der feinsten Teilchen wieder anzusteigen. Bei Kurve II besteht das Erz zu gleichen Teilen aus Körnern < 0,5 mm und solchen von 0,5 bis 4 mm. Beim trockenen Erz beträgt der Widerstand etwa 540 mm. Angefeuchtet zeigt es dagegen in seinen günstigsten Werten, etwa 13 % H₂O, nur einen solchen von weniger als 100 mm, d. h. die Gasdurchlässigkeit ist mindestens fünfmal so groß geworden. Am geringsten macht sich der Wassergehalt beim gröberen Erz 0,5 bis 4 mm bemerkbar (Kurve III). Der Anfangswiderstand beträgt nur wenig mehr als 100 mm. Auch kann kein ausgesprochener Bestwert wie bei II und I beobachtet werden. Bild 2 vermittelt anschaulich die ausschlag-

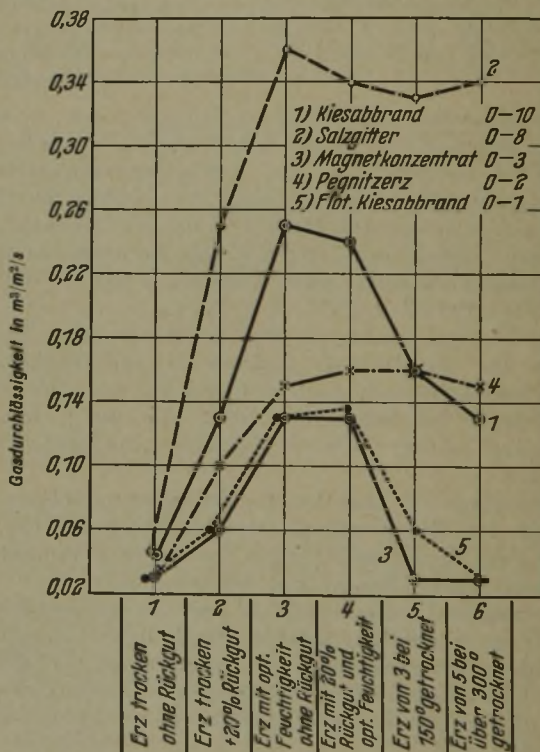


Bild 3. Bindefestigkeit einiger Erze.

gebende Bedeutung der Krümelung für die Gasdurchlässigkeit der Feinerzmischungen.

Soll im nächsten Abschnitt des Sintervorganges, der Erhitzung bis unmittelbar unter die Schmelztemperatur, die Gasdurchlässigkeit der Beschickung erhalten bleiben, dann dürfen die feuchten Krümel, die nun ihr Wasser verlieren, nicht oder nur in geringem Umfange zerfallen, um eine Verstaubung der feinen Poren und Kanäle zu vermeiden. Die Fähigkeit, die Form der Krümel auch beim Erhitzen beizubehalten, ist die Bindefestigkeit der Erze³⁾.

Bild 3 zeigt die Ergebnisse einer Untersuchung von fünf verschiedenen Erzen auf Krümelbarkeit und Bindefestigkeit.

²⁾ Wendeborn, H. B.: s. Fußnote 1, a. a. O.; Luyken, W., u. L. Kraeber: s. Fußnote 1, a. a. O.; Baake, R.: s. Fußnote 1, a. a. O. Grethe, K., und J. Stoecker: s. Fußnote 1, a. a. O.

³⁾ Wendeborn, H. B.: s. Fußnote 1, a. a. O.; Grethe, K., und J. Stoecker: s. Fußnote 3, a. a. O.

Gleichzeitig wurde der Einfluß des Rückgutzusatzes erfaßt. Die Ordinate bringt die Gasdurchlässigkeit in durchgesaugten m^3 Gas je m^2 Rostfläche in 1 s bei bestimmtem Unterdruck. Diese Werte sind als Relativzahlen zu betrachten. Auf der Abszisse sind unter den Punkten 1 bis 6 die einzelnen mit den verschiedenen Erzen durchgeführten Maßnahmen angegeben.

Aus *Zahlentafel 1* können die chemischen und Siebanalysen der untersuchten Erze entnommen werden. — Diese Versuche ergaben folgendes: 1. Bei den trockenen Erzen (Punkt 1) ist die Gasdurchlässigkeit trotz

Zahlentafel 1. Chemische Analysen und Körnungen der untersuchten Erze

Körnung	Montecatini-Kiesabbrand %	Salzgitter-erz-Haverlahwiese %	Pegnitz-Konzentrat %	Mischg. I %	Kriwoi-Rog-Magnetkonzentrat %	Flotations-Kiesabbrand %	Kalkige Mennete %	Mischg. III %
8–10 mm	3,9	1,1	—	5,57	—	—	4,7	2,0
+ 5 mm	4,2	1,2	—	4,60	—	—	3,6	1,4
+ 3 mm	5,9	15,2	—	9,04	—	—	12,7	14,0
+ 1 mm	22,0	23,2	11,2	21,52	23,6	6,1	24,2	25,2
+ 0,5 mm	17,2	15,4	6,4	8,83	16,7	3,0	19,3	} 57,4
+ 0,3 mm	25,4	25,6	22,4	14,20	10,3	7,2	24,7	
+ 0,15 mm	17,0	9,5	34,3	28,94	14,9	29,1	6,7	
+ 0,08 mm	4,4	2,9	15,4	6,06	21,1	31,1	2,5	
+ 0,03 mm	—	5,9	10,3	1,24	19,4	23,5	1,6	
Chemische Analyse:								
Fe	59,2	33,67	38,57	29,18	55,28	62,50	32,40	60,86
SiO ₂	5,64	20,46	19,50	20,90	21,58	2,64	7,49	5,03
CaO	nicht best.	3,01	0,48	5,09	n. best.	0,21	15,40	1,79
Al ₂ O ₃	2,47	7,60	10,24	6,26	„ „	n. best.	4,07	2,82
MgO	n. best.	n. best.	0,90	1,74	„ „	„ „	1,66	0,68
Glühverlust	5,27	12,54	n. best.	24,02	„ „	„ „	20,51	

der verschiedenen Anteile an Grobkorn gleichmäßig sehr gering. 2. Entsprechend dem Prozentsatz an Feinkorn wirkt sich der Zusatz von 20 % Rückgut unter 8 mm (Punkt 2) sehr verschieden auf die Gasdurchlässigkeit aus. Diese wird bei Erzen mit hohem Feinkornanteil kaum erhöht (Kurven 3, 4 und 5), während sie bei den grobkörnigeren Stoffen doch merklich verbessert wird (Kurven 1 und 2). Die Gasdurchlässigkeit steigt sofort stark an, wenn man durch das Anfeuchten die staubförmigen Anteile der Erze zu kleinen Klümpchen formt und so der Luft bessere Durchtrittsmöglichkeiten schafft (Punkt 3). Der Vergleich der einzelnen Erze zeigt aber auch die sehr verschiedene Krümelbarkeit. So lassen sich vor allem das Haverlahwiese-Erz und der Montecatini-Abbrand sehr gut krümeln, die anderen Erze dagegen weniger gut. Dies beruht teilweise wahrscheinlich darauf, daß der Abbrand und das Haverlahwiese-Erz verhältnismäßig große Mengen gröberes Korn enthalten, die beim Anfeuchten als „Kondensationskerne“ für den Staub dienen, während die ausgesprochenen Feinerze Pegnitz usw. kaum Grobkorn aufweisen, weshalb dort eine Vielzahl sehr feiner Krümel entsteht, die natürlich dann wohl viele, aber nur sehr enge Kanäle bilden.

Der Zusatz von Rückgut bei gleichzeitigem Anfeuchten (Punkt 4) bringt keine weitere Verbesserung, ein deutliches Zeichen dafür, daß es für die Erhöhung der Gasdurchlässigkeit wichtiger und einfacher ist, die Feinkornanteile unter 0,5 mm durch Krümeln zu verringern, als das Grobkorn durch entsprechende Zusätze zu vermehren.

Alle Erze wurden gleichmäßig auf 150° erhitzt (Punkt 5) und dann die Porigkeit wieder gemessen. Bei den Kurven 2 und 4 haben die Werte sich gegenüber den vorhergehenden Punkten praktisch nicht geändert, d. h. die Gasdurchlässigkeit ist auch dann noch erhalten geblieben, als das Befeuchtungswasser schon verdampft war, ein Zeichen für sehr gute Bindefestigkeit. Die Werte der Kurve 1 sind von 0,25 $m^3/m^2/s$ auf

0,16 $m^3/m^2/s$ gefallen, während die Gasdurchlässigkeit der Kurven 3 und 5 wieder die Ausgangswerte der trockenen Erze erreicht hat. Hierbei sind also die Krümel weitgehend zerfallen. Der Flotationskiesabbrand und das Magnetkonzentrat haben somit keine Bindefestigkeit. Auch die Erhitzung der Stoffe auf 300° (Punkt 6) läßt nur den Wert für Kiesabbrand noch etwas sinken, während die anderen Kurven praktisch unverändert bleiben. Die Erze mit guter Bindefestigkeit bleiben demnach auch bei höheren Temperaturen gut gasdurchlässig.

Bild 3 zeigt bereits sehr deutlich, daß weniger die natürliche Körnung der Erze als vielmehr ihre Krümelbarkeit für die erste Stufe des Sintervorganges unmittelbar und für die weiteren Stufen mittelbar von größter Bedeutung ist. Durch das Krümeln der Erze werden überhaupt erst die Voraussetzungen für die gute Saugzugsinterung geschaffen. *Bild 3* vermittelt ferner einen klaren Einblick in das Verhalten der Erze während der zweiten Stufe. Hier kommt die für den weiteren Verlauf der Sinterung entscheidende verschiedene gute Bindefestigkeit zum Ausdruck.

Will man also die Gasdurchlässigkeit mancher Erze in der ersten Stufe günstig beeinflussen, so muß man ihnen Erze mit guter Krümelbarkeit oder die Krümelbildung fördernde Zusätze beimischen. Hierfür eignet sich besonders gut Kalkhydrat.

Auch in der zweiten Stufe muß man zur Verbesserung der Gasdurchlässigkeit bei den Erzen mit geringer Bindefestigkeit eingreifen, indem man wiederum bindefeste Erze mit weniger guten mischt oder die Bindefestigkeit durch Zuschläge erhöht.

Sowohl die Ursache der Krümelbarkeit als auch der Bindefestigkeit ist in den physikalischen und chemischen Eigenschaften begründet. Erze mit größeren Anteilen an tonigen Bestandteilen (*vgl. Zahlentafel 1*) lassen sich meist gut krümeln, sind vor allem aber sehr bindefest. Die Kornbeschaffenheit spielt ebenfalls eine Rolle. So lassen sich Erze mit kugelförmiger Form und glatter Oberfläche schlechter krümeln als unregelmäßig geformte und gezackte Erzkörner.

Das Rückgut, größtenteils feinstückiger Sinter unter 8 mm und teilweise auch ungesintertes Erz, wirkt nur unter Umständen je nach seiner Kornzusammensetzung nach den *Bildern 1 und 3* verbessernd, wenn es nämlich in seiner Gesamtheit gröber als das zu sinternde Feinerz ist und dieses nur verhältnismäßig geringe Mengen Staubkorn unter 0,5 mm enthält. Bei erheblichen Mengen Staubkorn im Feinerz steigt die Gasdurchlässigkeit durch Zusatz des Rückgutes nicht wesentlich an (*Bild 3, Kurven 3, 4, 5, Punkt 2 der Abszisse*).

Das Rückgut, dessen allgemein günstiger Einfluß auf die Gasdurchlässigkeit heute wohl kaum noch zu bestreiten ist, kann demnach nicht so sehr durch seine Körnung als durch andere Umstände wirken. Entsprechende Versuche hatten folgendes Ergebnis:

1. Bei einer durch Rütteln stark beanspruchten angefeuchteten Mischung ohne Rückgut sinkt die Porigkeit von 0,37 auf 0,15 $m^3/m^2/s$ ab, was einer Verminderung von 60 % entspricht.
2. Die gleichen Maßnahmen mit der rückguthaltigen Mischung dagegen ergaben nur ein Absinken der Durchlässigkeit von 0,39 auf 0,25 $m^3/m^2/s$ um rd. 36 % des Anfangswertes.

Während also die rückgutfreie Mischung beim Zusammenpressen 60 % ihrer Gasdurchlässigkeit einbüßt, sinkt diese bei der rückguthaltigen nur um rd. 35 %. Der Rückgutzusatz wirkt also überwiegend mittelbar. Bei der weiteren Behandlung des Mischgutes von dem Austritt aus der Mischanlage bis zur Aufgabe auf das Band werden nämlich die beim Anfeuchten entstandenen Krümel durch das Rückgut druckbeständig ge-

macht, und dadurch bleibt die Anfangsporigkeit auch auf dem Saugrost weitgehend erhalten.

Selbstverständlich haben für gute Gasdurchlässigkeit auch noch andere Einflüsse mehr technischer Art eine nicht zu unterschätzende Bedeutung. Dazu gehört vor allem die gründliche Durchmischung aller Bestandteile, ferner auch die vorsichtige Aufgabe des Materials auf den Saugrost⁴⁾.

Das Einhalten günstiger Schichthöhen auf dem Rost sowie die Verwendung von Brennstoff in entsprechender Körnung (Bild 4) haben ebenfalls große Bedeutung für die Leistung.

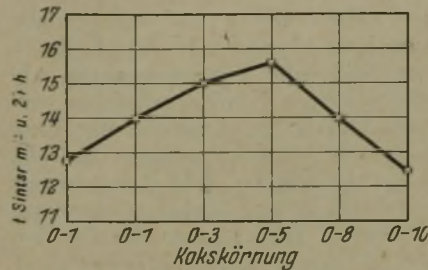


Bild 4. Bedeutung der Kokskörnung für die Leistung bei Salzgittererz.

Haverlahwiese-Erz wurde nacheinander mit gleichen Brennstoffmengen verschiedener Körnung gesintert. Dabei ergab sich (Bild 4), daß die Leistung bei Verwendung von zu feinem Brennstoff (unter 1 mm) und zu grobem Brennstoff (von 8 bis 10 mm) am geringsten ist, während die Körnung unter 3 bis 5 mm sich am besten auswirkt. Dieses Ergebnis deckt sich mit den langjährigen Erfahrungen der Praxis auch bei der Verarbeitung anderer Erze.

Sobald ein Erz geschmolzen ist, besteht für die durchzusaugende Luft praktisch keine Durchtrittsmöglichkeit. Deshalb war es von Bedeutung, festzustellen, wann und wie die verschiedenen Erze anfangen zu backen, zu erweichen oder zu schmelzen. Zahlentafel 2 zeigt das Verhalten von fünf verschiedenen

Zahlentafel 2.

Thermisches Verhalten verschiedener Erze

Temperatur °C	Kies- abbrand	Salz- gitter- erz Haver- lahwiese	Misch. I	Kalkige Minette	Pegnitz- Kon- zentrat	Kriwoi- Rog- Magnet- konzentrat
1000	—	leicht gesint.	—	ge- sintert	—	—
1100	backt schwach	ge- schmol- zen	ge- schmol- zen	be- ginnt zu schmel- zen	ge- sintert	backt schwach
1200	sintert leicht	"	"	ge- schmolz.	stark ge- sintert	—
1300	ge- sintert	"	"	"	"	—
1400	stark ge- sintert	"	"	"	ge- schmolz.	ge- sintert

Erzen, deren chemische Zusammensetzung aus Zahlentafel 1 zu entnehmen ist. Danach erfolgt beim Kiesabbrand erst bei höheren Temperaturen eine starke Sinterung und Schmelzung. Die Luft kann bei diesem Erz also bis zu verhältnismäßig hohen Temperaturen hin ohne zu großen Widerstand durch die Beschickung strömen.

Das Haverlahwiese-Erz geht vom festen Zustand fast unvermittelt und bei verhältnismäßig tiefen Temperaturen in einen teigigen Schmelzzustand über und setzt damit den Gasen einen sehr großen und lang anhaltenden Widerstand entgegen. Es verhält sich deswegen besonders unangenehm, weil es eine „lange“ glasse Schlacke bildet.

Aehnlich verhält sich die Mischung I aus:

- 33 % Fortuna-Konzentrat
- 14 % Finkenkuhle
- 10 % Geislingen fein
- 10 % Pegnitz-Konzentrat
- 10 % Langenhöh
- 23 % Gichtstaub.

Die kalkige Minette schmilzt ebenfalls sehr früh, bildet dabei aber eine „kurze“ rasch erstarrende Schlacke, die sich beim Sintern bedeutend günstiger verhält.

Das Pegnitz-Konzentrat durchläuft alle Stufen von leichter über starke Sinterung und schmilzt erst bei 1400°, dürfte also kaum Schwierigkeiten beim Sintern bereiten. Auch das Kriwoi-Rog-Magnetkonzentrat verhält sich schmelztechnisch durchaus gutartig.

Die bisherigen Untersuchungen beschäftigten sich hauptsächlich mit dem Verhalten einiger Erze während der einzelnen Stufen des Sintervorganges. Viel aufschlußreicher müßte es sein, die Abhängigkeit der Porigkeit von den Erzeigenschaften während des Sinterns unmittelbar zu beobachten.

Als zuverlässige Ueberwachung für den Ablauf des Sintervorganges hat sich die Temperaturmessung innerhalb der zu sinternden Beschickung erwiesen⁵⁾. Das nächste Ziel war also, die „thermische Analyse“ auf das Sintern anzuwenden und mit ihrer Hilfe Aufschlüsse über das Verhalten der Erze zu gewinnen.

Bei diesen Temperaturmessungen wurden gleichzeitig der Verlauf der Abgastemperaturen in der Saugleitung, die Bewegung der Abgasmengen und die Veränderung des Unterdruckes unter dem Rost als Folge der veränderten Porigkeit der Beschickung festgestellt.

Vergleichsweise wurden folgende Erze gesintert und dabei die oben bezeichneten Messungen durchgeführt:

- Montecatini-Kiesabbrand
- kalkige Minette
- Haverlahwiese-Erz
- Mischung I
- Pegnitz-Konzentrat
- Kriwoi-Rog-Magnetkonzentrat.

Das Ergebnis der Messungen ist aus Bild 5 zu ersehen.

Die Abgastemperaturen wurden mittels Quecksilberthermometers, die Temperatur in der Beschickung durch Platin/Platin-Rhodium-Elemente gemessen. Das Thermoelement hatte eine Hülle aus Sintertonerde und lag mit seiner Lötstelle 5 cm über dem Rost, sowie 30 cm von der Seitenwand entfernt.

Die so mit dem Thermoelement ermittelten Werte entsprechen nicht ganz den tatsächlich in der Beschickung erreichten Temperaturen; diese liegen immer etwas höher. Sie sind nur der Mittelwert zwischen vorbeiströmendem kälterem Gas und sinternder Beschickung oder umgekehrt.

Das bei den Versuchen verwendete Gebläse förderte bei 800 mm WS Unterdruck etwa 10 m³/min Abgas von 150°. Das Fassungsvermögen der 0,4×0,4 m² großen Versuchspfanne beträgt je nach dem Schüttgewicht und der Schütthöhe 20 bis 50 kg. Die einzelnen Erze wurden in einem mechanischen Mischer gemischt, wobei gleichzeitig der für jedes Erz günstigste Feuchtigkeitsgehalt eingestellt wurde. Ueberhaupt galt bei allen Versuchen das Bestreben, die Arbeitsbedingungen so günstig wie möglich zu gestalten.

Für die Vergleichsversuche wurden gerade diese 6 Proben ausgewählt, weil jede derselben besondere Merkmale aufweist, wie sich noch zeigen wird.

Ueber das Verhalten der untersuchten Erze beim Sintern ergibt sich aus Bild 5 folgendes:

Montecatini-Kiesabbrand (Bild 5a). Kennzeichnung des Erzes: Analysen nach Zahlentafel 1. Im elektrischen Ofen Sinterbeginn bei 1200°, keine Schmelzbildung, Gasdurchlässigkeit nach dem Krümeln gut. Binfestigkeit mäßig.

⁴⁾ Baake, R.: s. Fußnote 1, a. a. O.

⁵⁾ Wendeborn, H. B.: s. Fußnote 1, a. a. O.

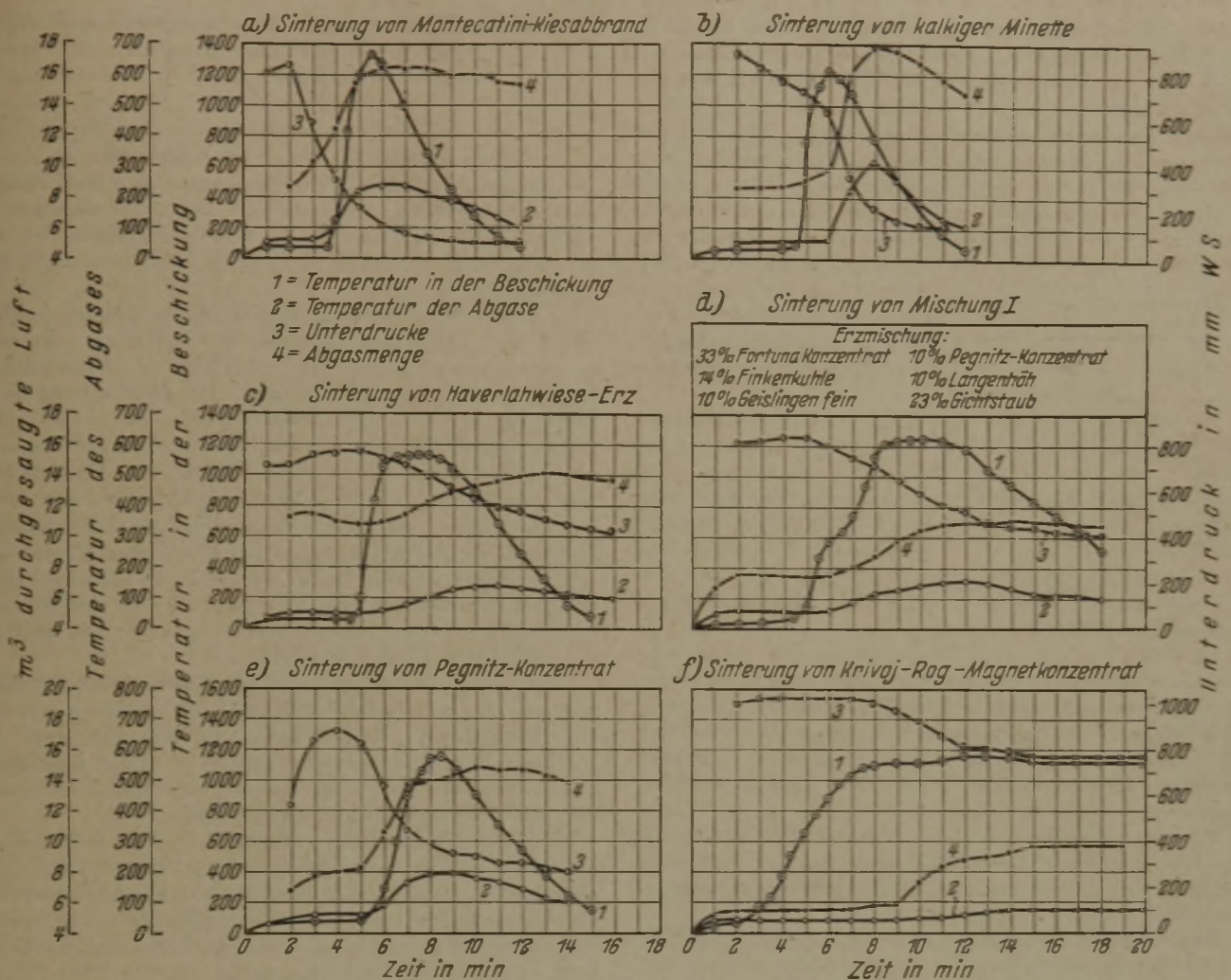


Bild 5. Einfluß der chemischen und physikalischen Eigenschaften der Erze auf Temperaturverlauf, Sinterzeit, Gasdurchlässigkeit und Abgasmenge.

Der Einsatz bestand aus:

- 100 Teilen Kiesabbrand bis 10 mm
- 26 Teilen Rückgut bis 8 mm
- 8 Teilen Koks bis 3 mm
- 9 Teilen Rostbelag 8 bis 20 mm

Schichthöhe 21 cm, Nässegehalt 11,5 %, Saugzug 800 mm WS.

Die erzielbare Leistung wird aus der Sinterzeit errechnet, die sich selbst nach der Höhe der Abgastemperaturen richtet. Sobald die Abgastemperatur ihren Höchstwert erreicht hat, wird dadurch angezeigt, daß die Sinterzone und die Verbrennungsebene des Kokes den Rost erreicht haben. Dieser Zeit entspräche die Höchstleistung. Gewöhnlich wird der Sinter aber länger auf dem Rost belassen und durch die nachgesaugte Luft abgekühlt. Je nach Bedarf wird der Sinter nun mehr oder weniger heiß abgeworfen. Die Sinterversuche wurden dann als heend betrachtet, wenn die Abgastemperatur auf 100° gesunken war. Dann enthielt der Sinter kaum noch glühende Stellen. Die Nennleistung liegt zwischen diesen beiden Abgastemperaturen. Als Maß für die Leistung werden die Tonnen hochofenfähigen Sinters angegeben, welche sich auf 1 m² Rostfläche in 24 h erzeugen lassen, im folgenden meist in t Sinter/m² und 24 h ausgedrückt.

Die Kurve 1 zerfällt deutlich in drei Teile. Sie beginnt bei etwa 20°, steigt auf 50 bis 60° an, verläuft nun bis zur 4. Minute nach der Zündung waagrecht, um dann in einem steilen Anstieg innerhalb ganz kurzer Zeit 1330° zu erreichen. Sofort beginnt wieder ein steiler Abfall der Kurve. Aufsteigender und abfallender Teil bilden einen spitzen Winkel.

Der erste, waagrechte Teil bis zur 4. Minute ist bedingt durch die zum Austreiben der Feuchtigkeit be-

nötigte Energie. Diese setzt sich aus der fühlbaren, für die Krümelung erforderlichen und der Bergfeuchtigkeit zusammen. Solange noch Wasser zu verdampfen ist, kann die Temperatur 100° nicht überschreiten. Die Länge dieses Kurvenastes ist durch die zu verdampfende Wassermenge und Verdampfungsgeschwindigkeit bedingt, die wiederum von der Gasdurchlässigkeit abhängt.

In der 4. Minute ist die Feuchtigkeit vollständig ausgetrieben. Hier beginnt das Erhitzen bis zur Schmelztemperatur bei etwa 1200°. Dieser Kurventeil stellt also die zweite Stufe des Sinterns dar. Der Neigungswinkel dieses Kurventeils zur Abszisse hängt von der Geschwindigkeit ab, mit der die Beschickung durch die von oben kommenden Verbrennungsgase erhitzt wird. Ist die Porigkeit der Beschickung genügend groß (gute Bindefestigkeit), so haben die Heizgase genügend gute Durchtrittsmöglichkeit.

Die Steilheit sowie die Form dieses Kurvenabschnittes sind ein Maß für die gute Gasdurchlässigkeit der Beschickung. Würde sich während des zweiten Abschnitts in der Beschickung irgend etwas ändern, so müßte sich dies sofort auf die Gestalt der Kurve übertragen. Die Kurvenspitze erhält ihre Form durch die Zeit, während der die Beschickung ihre Höchsttemperatur beibehält. Diese ist bei vorliegendem Kiesabbrand sehr gering, d. h. die in der Meßebeane befindliche Koks menge verbrennt sehr rasch und die Beschickung wird durch nachströmende kältere Luft gekühlt. Da sich bei diesen Höchsttemperaturen das Erz in schmelzendem Zustand befindet, wodurch die Gasdurchlässigkeit stark herabgesetzt wird, ist die Dauer des Verweilens bei den entsprechenden Temperaturen ein genaues Maß für die Breite der Erweichungszone.

Somit stellt die Kurvenspitze den dritten Abschnitt des Sintervorganges, das Erweichen und Schmelzen des Erzes, dar. Da dieses Erz bei 1200° zu erweichen anfängt, befindet sich die Lötstelle des Elementes etwa $1\frac{1}{2}$ min lang über dieser Temperatur, in der das Erz sehr gasundurchlässig ist. Aus der längsten Sinterzeit von 6 min 30 s und der Schichthöhe von 21 cm ergibt sich eine Sintergeschwindigkeit von 32,3 mm/min. In $1\frac{1}{2}$ min ist die Verbrennungszone als 4,85 cm weitergewandert, ohne daß sich das Erz unter 1200° abgekühlt hätte. Somit ist die Erweichungszone 4,85 cm breit und macht etwa 23 % der Gesamtschichthöhe aus. Die Sinterzeit hängt sehr stark von der Breite der Erweichungszone ab, da in diesem Zustand die Beschickung sehr gasundurchlässig ist.

Der absteigende Teil der Kurve erhält seine Form und Richtung von der Abkühlungsgeschwindigkeit des Sinters.

Die Gestalt der Kurve 1 bei diesem Erz ist kennzeichnend für gute Gasdurchlässigkeit während des gesamten Vorganges, hohe Erweichungstemperatur, schmale Erweichungszone, gute Sinterleistung (25,3 t Sinter/m² und 24 h Rostfläche).

Der Verlauf der Abgastemperaturen (Kurve 2) entspricht der Kurve 1. Nur sind die Temperaturen bedeutend niedriger und die Kurve ist viel ausgeglichener, da nach einem wesentlichen Kennzeichen der Saugzugsinterung die Hauptmenge der erzeugten Verbrennungswärme des Kokes von dem Sintervorgang selbst wieder verbraucht wird.

Einen bemerkenswerten Verlauf nehmen die Unterdrücke (Kurve 3), die nur von der Gasdurchlässigkeit der Beschickung während des Sinterverlaufes beeinflusst werden.

Kurz nach der Zündung ist der Unterdruck und damit der Widerstand gegen die durchströmende Luft verhältnismäßig hoch (850 mm). Nach vollendeter Zündung bildet sich aber sofort eine im weiteren Verlauf immer stärker werdende Schicht fertigen, hochporigen Sinters. Entsprechend der Sintergeschwindigkeit von 32,3 mm/min ist die Sinterschicht nach 2 min 65 mm, nach 4 min 130 mm dick geworden. Nach 6 min kann die gesamte Schicht nur noch aus Sinter bestehen.

Die Unterdruckkurve beginnt in dem Augenblick stark zu fallen, in dem der Sinter $\frac{1}{3}$ der Gesamtschicht ausmacht. Von der 2. bis zur 6. Minute fällt die Kurve sehr steil ab und biegt dann bei etwa 100 mm Unterdruck in eine Waagerechte ein. Von hier aus kann demnach die gesamte Schicht nur noch einheitlich, nämlich Sinter, sein, dessen Porigkeit entsprechend dem geringen Unterdruck außerordentlich groß sein muß.

Die durchgesaugten Luftmengen, hier den Abgasmengen (Kurve 4) gleichgesetzt, sind zunächst verhältnismäßig gering, steigen aber sofort an und erreichen schnell ihren Höhepunkt im gleichen Zeitpunkt, in dem die Unterdrucklinie die untere Waagerechte erreicht. Je größer die durchgesaugten Gasmengen sind, desto rascher verlaufen alle erforderlichen Reaktionen und damit die Sinterung. Hohe Gasmengen sind also ein sicheres Zeichen für gute Gasdurchlässigkeit und hohe Sinterleistung.

Zusammenfassend kann über den Verlauf der Kurven in *Bild 5a* gesagt werden, daß sie kennzeichnend sind für eine erfolgreiche Sinterung, wie sie sich bei diesem Erz durch die Leistung von 25,3 t Sinter/24 h darstellt.

Bei kalkiger Minette (*Bild 5b* und *Zahlen-tafel 1*) sind Porigkeit und Bindefestigkeit sehr gut. Beim Erhitzen geht das Erz schon bei etwa 1100 bis 1150° in den schmelzflüssigen Zustand über⁶⁾ und bildet dabei eine tropfbare, d. h. leichtflüssige, kurze Schlacke, die aber an der Luft sehr rasch erstarrt.

Die Beschickung setzte sich zusammen aus:

100 Teilen kalkiger Minette
20 Teilen Rückgut
7 Teilen Koksgrus
9 Teilen Rostbelag

Schichthöhe 26 cm, Nässegehalt 18,5 %.

Nach 8 min erreicht die Brennzonen den Rost, woraus sich eine Sintergeschwindigkeit von 32,5 mm/min errechnet. Nach 12 min 7 s ist der Versuch beendet. Die erreichte Sinterleistung beträgt 26,3 t/m² und 24 h, liegt also sehr hoch.

Entsprechend dem höheren Wassergehalt beginnt die Kurve 1 erst ungefähr bei der 5. Minute sehr rasch zu steigen und nach Ueberschreiten des Höhepunktes sofort wieder schnell zu sinken. Die Höchsttemperatur liegt bei 1230° , der Schmelzpunkt bei 1140° . Die Schmelzdauer beträgt demnach etwa 1 min, woraus sich eine Breite der schmelzenden Zone von 4 cm ergibt, was ungefähr 15 bis 16 % der Gesamtschicht ausmacht.

Trotz dem niedrigen Schmelzpunkt befindet sich das Erz nur kurze Zeit in schmelzendem Zustand, was ausschlaggebend von der Natur der Schlacke abhängt. Diese erstarrt nämlich sehr rasch, sobald sie nur mit kühlerer Luft in Berührung kommt und dann nicht zäh und glasig, sondern grob und kristallin.

Entsprechend dem durch die Kurve 1 dargestellten Sinterverlauf verhalten sich auch die anderen Kurven. Die Unterdrücke fallen entsprechend mit dem Anwachsen der Sinterschicht zunächst etwas langsamer, dann aber sehr rasch ab, um bei 180 mm Unterdruck die untere Waagerechte zu erreichen.

Die Kurven des *Bildes 5b* ähneln denen des *Bildes 5a* außerordentlich stark. Auch hier stellen sie wieder eine einwandfrei verlaufende Sinterung dar, so daß man nun verallgemeinern darf, wie vor allem die Temperaturkurven aussehen müssen, wenn das Erz mit guter Porigkeit sich gut sintern lassen soll.

Der erste waagerechte Teil ist durch die Verdampfung des Wassers bedingt. Der zweite Teil muß rasch, stetig und möglichst hoch ansteigen. Die Spitze muß scharf sein und der abfallende Teil ebenfalls steil und regelmäßig verlaufen. Die Unterdrücke müssen stetig abnehmen beziehungsweise die Gasmengen entsprechend ansteigen.

Bei dem Versuch mit Salzgittererz [Haverlahwiese-Erz] (*Bild 5c* und *Zahlen-tafel 1*) setzte sich die Beschickung zusammen aus:

100 Teilen Erz
36 Teilen Rückgut
7,8 Teilen Koks
10 Teilen Rostbelag.

Schichthöhe 21,5 cm. Feuchtigkeitsgehalt der Mischung 15 %. Das Erz läßt sich sehr gut krümeln und ist besonders bindefest, es schmilzt bei etwa 1100° ohne Uebergang zu einer breiigen, zähen Masse zusammen. Von der kalkigen Minette unterscheidet es sich nur durch die Zähigkeit beim Schmelzen. Auf Grund der guten Gasdurchlässigkeit (Krümelung, Bindefestigkeit) müßte auch hier mit einer hohen Leistung zu rechnen sein. Ein Blick auf die Kurve 1 (*Bild 5c*) läßt aber doch einen entscheidenden Unterschied erkennen. Während der Wasserverdampfung ist keine Veränderung wahrzunehmen, auch das Erhitzen des Erzes bis zum Schmelzpunkt verläuft so, wie es auf Grund der guten Bindefestigkeit nicht anders zu erwarten ist. Die Kurvenspitze wird bei etwa 1150° erreicht, jedoch verharrt die Kurve, anstatt rasch abzufallen, über $3\frac{1}{2}$ min über dem Schmelzpunkt der Beschickung. Die Brenndauer beträgt 11 min 20 s. Die Brennzonen wandert nur mit einer Geschwindigkeit von 19 mm/min von oben nach unten weiter gegenüber 32,3 bis 32,5 mm/min bei Minette und Kiesabbrand. Aus der Sintergeschwindigkeit und der Schichthöhe errechnet sich eine Sinterzonenbreite von 7 cm, die rd. $\frac{1}{3}$ der Gesamtschicht ausmacht. Nach der

⁶⁾ Baake, R.: s. Fußnote 1, a. a. O.

9. Minute sinkt die Kurve wieder ab, aber viel langsamer als bei den anderen Erzen. Der Versuch ist erst nach 15 min beendet, wobei der Sinter noch stark nachglüht. Hier tritt zum ersten Male der Fall ein, daß trotz guten physikalischen Eigenschaften allein durch die Eigenart des schmelzenden Erzes die Leistung sehr stark zurückgeht, wie aus den längeren Sinterzeiten ohne weiteres zu ersehen ist. Sie beträgt nur noch 14 gegen 25 t Sinter/m² und 24 h bei den vorher untersuchten Erzen.

Die Erweichungsdauer des Erzes, hervorgerufen durch seine chemische Zusammensetzung, tritt leistungshemmend gleichbedeutend neben schlechte Krümelbarkeit oder schlechte Binfestigkeit.

Will man also hier helfend eingreifen, so sind die Schmelzdauer stark verkürzende Zuschläge besonders geeignet. Auch der Verlauf der Unterdrücke bestätigt, daß diese Erze sehr langsam sintern. Die Unterdrücke fallen von etwa 700 mm, nachdem sie zwischendurch kurz angestiegen waren, nur langsam ab und erreichen selbst am Ende des Versuches nach 16 min erst 400 mm. Ebenso verhalten sich die Abgasmengen, deren Werte unter denjenigen der anderen Versuche mit besseren Erzen liegen.

Die Mischung I (Bild 5d und Zahlentafel 1) hatte folgende Zusammensetzung:

33 %	Fortuna-Konzentrat
14 %	Finkenkühle
10 %	Geislingen
10 %	Pegnitz-Konzentrat
10 %	Langenhöh
23 %	Gichtstaub.

Die Porigkeit ist gut, die Binfestigkeit sehr gut. Schmelztechnisch verhält sich die Mischung dem reinen Salzgittererz sehr ähnlich. Beim Erhitzen geht das Erz unvermittelt vom festen in den teigigen Zustand über.

Die Beschickung setzte sich zusammen aus:

100	Teilen Erz Mischung
20	Teilen Rückgut
5	Teilen Koksgrus
8.5	Teilen Rostbelag

Schichthöhe 21,5 cm, Feuchtigkeitsgehalt in der Mischung 15 %.

Das Brennen ist nach 12 min 5 s, der ganze Versuch nach 17 min 53 s beendet. Aus der laugen Brenndauer ergibt sich nur eine geringe Sintergeschwindigkeit von 17,7 mm/min. Die Tagesleistung von 16,5 t Sinter ist auch dementsprechend gering und liegt um ein bedeutendes unter den bisher üblichen Normalzahlen von 20 bis 23.

Die Kurve 1 (Bild 5d) weist im zweiten ansteigenden Kurventeil eine neue Erscheinung auf. Durch das Zersetzen der Hydrate, die gerade in dieser Erz Mischung reichlich vorhanden sind, tritt offenbar auch ein Zerplatzen der Erzteilchen ein, wodurch sich die Kanäle mit Staub verstopfen. Die Gasdurchlässigkeit sinkt dementsprechend. Bei etwa 600° wird der stetige Anstieg der Kurve gehemmt. Offenbar wird hier zum Zersetzen der Hydrate und Verdampfen des Hydratwassers ein Teil der zur weiteren Erhitzung der Beschickung erforderlichen Wärme verbraucht.

Sehr bezeichnend ist das 5 min lange Verharren der Beschickung über der Erweichungstemperatur von 1100° und die sehr langsame Abkühlung des Sinters. Die Breite der schmelzenden Zone, 5 × 17 mm = 8,5 cm, beträgt 40 % der gesamten Beschickungsschicht. Entsprechend dem hohen Widerstand, den die 40 % der Schicht in schmelzendem Zustande den Gasen entgegensetzen, verlaufen die Unterdrücke und Abgasmengen. Die Unterdrücke sinken von 800 mm auf 400 mm. Die Abgasmengen steigen von 8 auf nur 11 m³/min an, während bei dem Kiesabbrand und bei der Minette 16 und 18 m³/min erreicht werden.

Die beiden zuletzt besprochenen Versuche haben

gelehrt, daß durch die Verarbeitung der sauren deutschen Erze Fragen aufgetreten sind, die mit den physikalischen Eigenschaften nichts zu tun haben und ihren Ursprung hauptsächlich in dem durch die chemische Zusammensetzung bedingten thermischen Verhalten, hauptsächlich in der Bildung von Eisensilikaten, haben. In beiden Fällen ist der Zustand der Erze im dritten Abschnitt, der Erweichung, die Ursache für die lange Sinterdauer und damit für die Minderleistung. Das Ergebnis der beiden letzten Versuche deckte sich mit den laufenden Betriebszahlen der anfangs erwähnten Großanlagen. Die Versuche zur Erhöhung der Durchsatzleistung mußten sich deshalb auf solche Maßnahmen erstrecken, die die Gasdurchlässigkeit während des dritten Abschnittes des Sintervorganges verbessern.

Das Pegnitz-Konzentrat (Bild 5e und Zahlentafel 1) mit seiner staubfeinen Körnung läßt sich nur schlecht krümeln, die Porigkeit, 0,15 m³/m²/s, liegt bedeutend unter den bisher genannten Werten. Die Binfestigkeit ist sehr gut, der Schmelzpunkt mit 1400° liegt sehr hoch, obwohl das Erz bei 1100° schon anfängt zu sintern.

Die Beschickung setzte sich zusammen aus:

100	Teilen Pegnitz-Konzentrat
25	Teilen Rückgut
9	Teilen Koks
15	Teilen Rostbelag

Schichthöhe 17,5 cm, Nässegehalt in der Mischung 16,5 %.

Die Sinterdauer ist 8 min 50 s, die gesamte Versuchsdauer 14 min 10 s.

Die Tagesleistung ist mit 15,6 t Sinter sehr gering, was bei der geringen Sintergeschwindigkeit von 20 mm/min nicht anders zu erwarten war. Obwohl die Binfestigkeit sehr gut ist und das Erz sich schmelztechnisch (siehe Kurve 1 des Bildes 5e) nicht ungünstig verhält, wirkt hier die geringe Anfangsporigkeit während des gesamten Vorganges hemmend auf die Gasdurchlässigkeit ein. Der erste, der Wasserverdampfung entsprechende Teil dauert über 5 min, die Beschickung erhitzt sich weiterhin allmählich und erreicht bei etwa 1180° ihre Höchsttemperatur. Auch dieser Kurventeil weist keine scharfe Spitze auf, sondern ist abgerundet. Der Sinter kühlt nicht schnell, sondern langsam ab. Besonders zu beachten ist der Verlauf der Unterdrücke (Kurve 3); bei der Zündung beträgt er etwa 600 mm, steigt im weiteren Verlauf der Versuche auf über 800 mm an, um erst dann allmählich abzusinken und bei etwa 300 mm eine Waagerechte zu erreichen.

Das Pegnitz-Konzentrat ist ein Erz, bei dem durch die geringe Anfangsporigkeit der gesamte Sinterverlauf gehemmt wird. Physikalische Eigenschaften beeinflussen also hier die Sinterung. Bei diesem und ähnlichen Erzen ist es erforderlich, die Anfangsporigkeit unter Beibehaltung der anderen günstigen Eigenschaften zu steigern.

Das Kriwoi-Rog-Magnet-Konzentrat (Bild 5f und Zahlentafel 1) unterscheidet sich von dem Pegnitz-Konzentrat durch den vollständigen Mangel an Binfestigkeit. Die Gasdurchlässigkeit nach dem Krümeln ist sehr gering (0,13 m³/m²/s), der Schmelzpunkt liegt oberhalb 1400°.

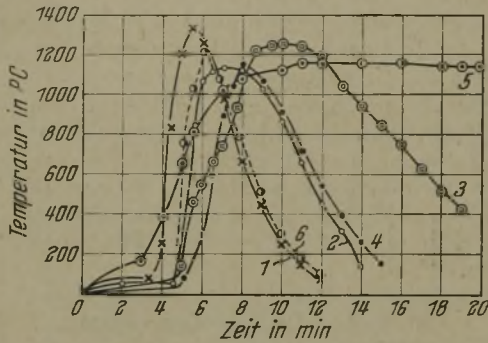
Die Beschickung setzte sich zusammen aus:

100	Teilen Konzentrat
30	Teilen Rückgut
8	Teilen Koks
17	Teilen Rostbelag

Schichthöhe einschließlich Rostbelag 12,5 cm. Nässegehalt 9 %.

Nach 20 min wurde der Versuch abgebrochen. Die Sintergeschwindigkeit würde dieser Zeit entsprechend etwa 7,5 mm/min betragen, sie wäre also außerordentlich gering. Die Sinterleistung beträgt schätzungsweise etwa 10 t Sinter/m² und 24 h Saugfläche.

Sämtliche Kurven des Bildes 5f unterscheiden sich wesentlich von denen der anderen Versuche. Nach kurzer Verdampfungszeit des Wassers (etwa 2 1/2 min) steigt die Kurve ganz allmählich an, um erst nach 8 min 1100° zu erreichen. Sie sinkt jetzt nicht durch Kühlung des Sinters ab, sondern verhartet bis zum Abbruch des Versuches auf derselben Höhe, ein Zeichen dafür, daß die Wärme nicht abgeführt wird, woraus wiederum zu schließen ist, daß innerhalb der glühenden Beschickung praktisch keine Gasströmung herrscht. Die unmittelbar über dem Rostbelag liegende Beschickung ist bei Ab-



- 1=Kiesabbrand, Montecatini 25,3 tato Sinter/m²
- 2=Salzgitter, Haverlahwiese 14,0 " " "
- 3=Mischung I 16,7 " " "
- 4=Pegnitz-Konzentrat 15,1
- 5=Röstmagnet-Konzentrat Krivoj-Rog-Hämatit 10,0
- 6=kalkige Minette 26,3

Bild 6. Temperaturkurven verschiedener Erze.

bruch des Versuches nicht gesintert, sondern staubförmig. Durch die mangelnde Bindefestigkeit sind demnach die beim Anfeuchten mühsam hergestellten Krümel völlig zerfallen. Die Unterdrücke der Mischung

liegen bei 1000 mm und sinken bis zum Abbruch der Messungen nur auf 750 mm. Auch die Gasmengen erreichen mit ihren Höchstwerten knapp 10 m³/min. Der ausgesprochene Mangel an Bindefestigkeit macht es praktisch unmöglich, dieses Erz allein zu sintern. Ihm müssen solche Stoffe zugesetzt werden, die die Krümel-fähigkeit erhöhen und die Bindefestigkeit überhaupt erst schaffen.

In Bild 6 sind die Temperaturkurven der untersuchten Erze noch einmal miteinander verglichen.

Der Kiesabbrand und die kalkige Minette sind also Erz, bei denen die anfänglich erzielte Porigkeit während des gesamten Vorganges nicht wesentlich verringert wird. Sie lassen sich gut krümeln, haben mäßige bis gute Bindefestigkeit, vor allen Dingen kurze Erweichungsdauer und dadurch eine schmale Erweichungszone, alles für die Gasdurchlässigkeit günstige Eigenschaften. Bei dem Haverlahwiese-Erz und der Mischung I sind physikalisch die besten Voraussetzungen für eine gute Sinterung gegeben, aber das thermische Verhalten, hervorgerufen durch die lange Schmelzdauer, hemmt den gesamten Sintervorgang entscheidend. Beim Pegnitz-Konzentrat ist die Gasdurchlässigkeit von vornherein zu gering und kann auch nicht durch das günstige Verhalten des Erzes beim Erhitzen ausgeglichen werden. Das Magnetkonzentrat zeichnet sich außer durch schlechte Krümel-fähigkeit durch den vollständigen Mangel an Bindefestigkeit aus.

Eine gute Gasdurchlässigkeit ist demnach an folgende Eigenschaften gebunden:

1. gute Krümel-fähigkeit.
2. gute Bindefestigkeit.
3. kurze Schmelzdauer.

Fehlt eine dieser Eigenschaften, so ist die Sinterung auf jeden Fall stark gehemmt, wenn nicht überhaupt in Frage gestellt. (Schluß folgt.)

Einfluß geringer Nickelgehalte auf die Eigenschaften hochfester schweißbarer Chrom-Mangan-Vanadin-Stahlbleche

Von Walter Eilender, Heinrich Arend und Franz Kleinermanns

[Mitteilung aus dem Institut für Eisenhüttenkunde der Technischen Hochschule Aachen.]

(Untersuchung von Zugfestigkeit, Streckgrenze, Bruchdehnung, Kerbschlagzähigkeit, Schweißrissigkeit und Aufhärtung beim Schweißen an 1 mm dicken Blechen, die einmal ohne und einmal mit 0,08 % Al desoxydiert waren, im geglühten, normalgeglühten, zäh- und hartvergüteten Zustand in Abhängigkeit vom Nickelgehalt.)

Als Austauschwerkstoff für hochfeste schweißbare Chrom-Molybdän-Stahlbleche wurde auf der Grundlage Chrom-Mangan-Vanadin ein neuer Stahl¹⁾ entwickelt. Wie bereits für den ebenfalls zum Austausch vorgeschlagenen Chrom-Mangan-Stahl^{2) 3)} wurde für diesen Stahl

Zahlentafel 1. Chemische Zusammensetzung der Versuchsschmelzen

Stahl	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cr %	Ni %	V %
A	0,31	0,33	1,21	0,014	0,021	0,80	0,14	0,24
B	0,31	n. b.	1,21	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
C	0,29	0,32	1,21	0,026	0,020	0,82	0,50	0,22
D	0,28	n. b.	1,18	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.
E	0,30	0,33	1,23	0,032	0,020	0,79	0,35	0,25
F	0,29	n. b.	1,23	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.	n. b.

n. b. = nicht bestimmt.

der Einfluß geringer Nickelgehalte auf seine Festigkeits-eigenschaften und sein Schweißverhalten geprüft.

Die Zusammensetzung der in einem basischen 100-kg-Hochfrequenzofen erschmolzenen Versuchsstähle ist aus Zahlentafel 1 zu ersehen. Jede Schmelze wurde

zu zwei Blöcken von je 50 kg Gewicht einmal ohne und einmal mit 0,08 % Al vergossen und zu 1 mm dicken Blechen ausgewalzt⁴⁾. Die γ -Korngrößen wurden durch vierstündiges Aufkohlen bei 927° bestimmt. Die vorgeschriebene Zeit von 8 h wurde auf 4 h verkürzt, da sonst die Bleche durchzementierten. Die Abkürzung

Zahlentafel 2. Korngröße, Festigkeitseigenschaften und Schweißrissigkeit von Cr-Mn-V-Stahlblechen mit verschiedenen Ni-Gehalten

Stahl	Al-Zusatz in %	γ -Korngröße	Kerbschlag-zähigkeit in kg/cm ²	Zugfestigkeit in kg/mm ²				Wanddicken-verhältnis 1:5	
				vor dem Schweißen		nach dem Schweißen		Schweißrissigkeit in % ²⁾	
				normal-geglüht	zäh-vergütet	normal-geglüht	zäh-vergütet	hart-vergütet	normal-geglüht
A	—	5—7	4,5	72	103	74	94,0 ¹⁾	45	25
B	0,08	5—7	4,5	72	101	72,0 ¹⁾	92,0	31	40
C	—	5—7	4,1	73	101	90,0	100,0	16	24
D	0,08	5—7	4,0	82	100	72,0 ¹⁾	95,0	3	31
E	—	5—7	4,1	71	98	80,0	89,0	17	29
F	0,08	5—7	3,8	62	108	83,0 ¹⁾	93,0	15	20

¹⁾ In der Schweißnaht gerissen.

²⁾ Nach Focke-Wulff-Einspannprüfung.

¹⁾ Cornelius, H.: Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 684/87.

²⁾ Eilender, W., H. Arend und E. Schmidtmann: Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 392/96.

³⁾ Eilender, W., H. Arend und E. Schmidtmann: Arch. Eisenhüttenw. 15 (1941/42) S. 473/74.

⁴⁾ Für die Auswalzung der Bleche sei auch an dieser Stelle der Firma Ohler Eisenwerke Theobald Pfeifer, A.-G., gedankt.

der Zeit ist ohne Einfluß auf die Korngröße. Die erhaltenen Ehnkorngrößen sind nach der Korngrößentafel der American Society for Testing Materials in *Zahlentafel 2* zusammengestellt. Im Gegensatz zu den Chrom-Mangan-Stählen kann eine Unterscheidung in γ -Feinkorn- und γ -Grobkorn-Stähle nicht gemacht werden, da auf Grund der Keimwirkung der sich bildenden Vanadinkarbide alle Stähle als Mittel- und Feinkornstähle anfielen. Bemerkenswert ist, daß durch die Aluminiumzugabe eine weitere Kornverfeinerung bis zu Kornklasse 8 nicht mehr stattfindet. Die günstigste Härtetemperatur ergab sich für die Abschreckung in Öl für alle Stähle zu 850 °.

Die Festigkeitseigenschaften der ungeschweißten geglühten, normalgeglühten, zäh- und hartvergüteten Versuchsbleche sind in *Bild 1* wiedergegeben. Die Zugversuche wurden an Proben von 20 mm Breite bei einer Meßlänge von 50 mm durchgeführt. Wie bereits bei den vanadinfreien Chrom-Mangan-Stählen festgestellt werden konnte, üben Nickelgehalte bis zu 0,5 % keinen Einfluß auf die Zugfestigkeiten und Bruchdehnungen aus. Ein Einfluß der γ -Korngröße auf das Festigkeitsverhalten konnte bei den vanadinhaltigen Stählen nicht beobachtet werden, da die mit und ohne Aluminiumzusatz erschmolzenen Stähle der gleichen Korn-

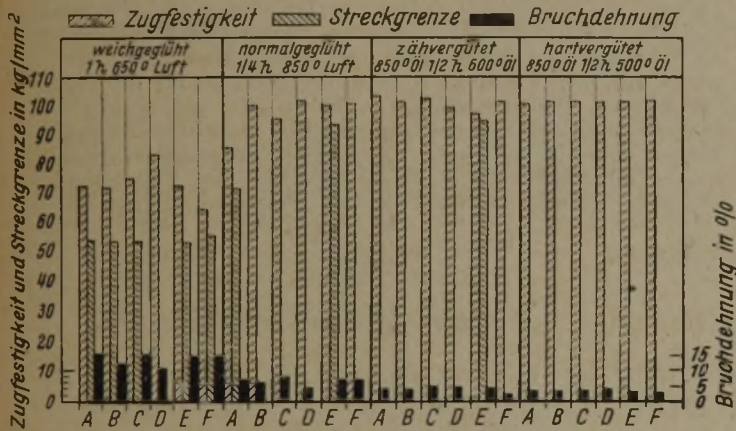


Bild 1. Festigkeitseigenschaften der Versuchsbleche nach verschiedener Wärmebehandlung.

klasse angehörten. Es ist jedoch festzustellen, daß die mit Aluminium erschmolzenen Stähle, vor allen Dingen im normalgeglühten und geglühten Zustand, vielfach bei verringerter Dehnung eine höhere Festigkeit aufweisen als die ohne Aluminium vergossenen Stähle. Bei den Chrom-Mangan-Stählen konnte ein Einfluß der Korngröße in dem Sinne ermittelt werden, daß die ohne Aluminium erschmolzenen Grobkornstähle die höhere Festigkeit aufwiesen. Zur Ermittlung der Kerbschlagzähigkeiten wurden zehn Längsproben aus den 1 mm dicken Versuchsblechen zu einer Kerbschlagprobe aufeinandergenietet. Die Ergebnisse in *Zahlentafel 2* lassen erkennen, daß ein Einfluß des Nickelgehaltes sowie der Aluminiumzugabe auf die Kerbschlagzähigkeit nicht besteht. Die erhaltenen Werte liegen jedoch unterhalb der Kerbschlagzähigkeiten für die Chrom-Mangan-Bleche.

Bei den Untersuchungen der verschweißten Bleche in den verschiedenen Wärmebehandlungszuständen wurden durchweg die gleichen Festigkeitseigenschaften erzielt wie bei den ungeschweißten Blechen, und zwar für alle Wärmebehandlungen (*Zahlentafel 2*). Ein nennenswerter Einfluß der Aluminiumzugabe oder des Nickelgehaltes war nicht festzustellen. Die Versuchsbleche wurden alle von demselben Schweißer in der Azetylen-Sauerstoff-Flamme mit Blechstreifen des Grundwerkstoffes als Zusatz stumpf verschweißt. Die Schweißnähte waren sehr gut, und es wurden einwandfreie dichte Raupen erhalten.

Die Schweißrissigkeit wurde nach dem Einspannschweißversuch nach Focke-Wulff bei Blechdickenverhältnissen von 1:1 und 1:5 geprüft. Sämtliche Bleche waren bei der Prüfung mit einem Blechdickenverhältnis von 1:1 schweißrissfrei, während bei der verschärften Focke-Wulff-Probe bei einem Blechdickenverhältnis von 1:5 sämtliche Bleche sowohl im hartvergüteten als auch im normalgeglühten Zustand Schweiß-

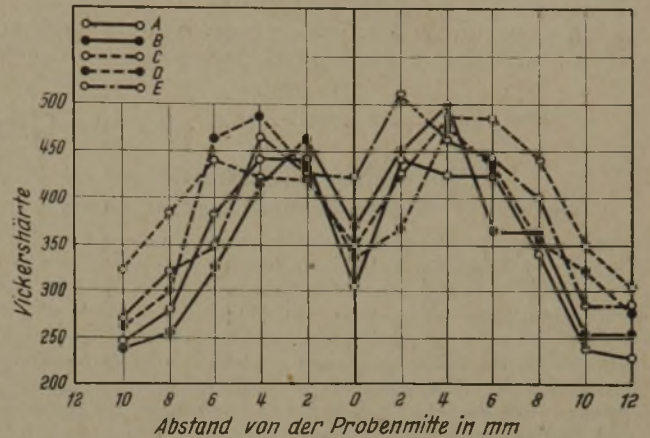


Bild 2. Härteverlauf senkrecht zur Schweißnaht bei Chrom-Mangan-Vanadin-Stahlblechen mit geringen Nickelgehalten im normalgeglühten Zustand.

rissigkeit aufwiesen (*Zahlentafel 2*). Mit Ausnahme des Bleches B im normalgeglühten Zustand sind alle mit Aluminium vergossenen Stähle sowohl im normalgeglühten als auch im hartvergüteten Zustand schweißrissiger als die ohne Aluminium vergossenen Stähle, so daß auf eine Aluminiumdesoxydation verzichtet werden sollte. Bei den vanadinfreien Chrom-Mangan-Stählen wiesen die mit Aluminium vergossenen Feinkornstähle im Gegensatz hierzu geringere Schweißrissigkeit auf als die ohne Aluminium vergossenen Grobkornstähle. Dieses deutet darauf hin, daß nicht nur die γ -Korngröße die Schweißrissigkeit beeinflusst, sondern auch die Art der Desoxydation. Im Gegensatz zu den vanadinfreien Stählen ist die Schweißrissigkeit von der Wärmebehandlung bei den vanadinhaltigen Stählen kaum abhängig. Die normalgeglühten Proben haben sogar eine etwas höhere Schweißrissigkeit als die hartvergüteten. Der Grund wird darin liegen, daß bei den vanadinhaltigen Stählen die Festigkeitswerte im hartvergüteten sowie

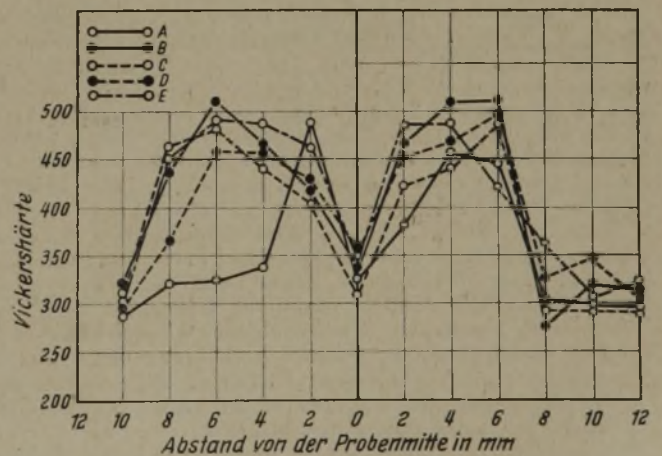


Bild 3. Härteverlauf senkrecht zur Schweißnaht bei Chrom-Mangan-Vanadin-Stahlblechen mit geringen Nickelgehalten im hartvergüteten Zustand.

auch im normalgeglühten Zustand annähernd gleich sind und demnach die Höhe der Festigkeit ausschlaggebender für die Schweißrissigkeitsprobe ist als der Gehalt an Legierungselementen, da eine Abhängigkeit der Schweißrissigkeit vom Nickelgehalt ebenfalls nicht festgestellt werden konnte.

Die Schweißhärte wurde durch Vickers-Härtemessung quer zur Schweißnaht für sämtliche Bleche in

jedem Wärmebehandlungszustand untersucht (Bild 2 und Bild 3). Ein Einfluß der Wärmebehandlung auf die Höhe der Aufhärtung konnte nicht gefunden werden, ebenfalls kein Einfluß des Nickelgehaltes, da der Höchstwert für alle Bleche bei annähernd 500 Vickers-Einheiten liegt. Die Aufhärtung der Chrom-Mangan-Vanadin-Stähle ist also höher als die der Chrom-Mangan-Stähle.

Zusammenfassung

Ein wesentlicher Einfluß geringer Nickelgehalte bis zu 0,5 % auf die Zugfestigkeit, Streckgrenze, Bruch-

dehnung, Kerbschlagzähigkeit, Schweißrißempfindlichkeit und Aufhärtung in der Uebergangszone konnte bei Chrom-Mangan-Vanadin-Stahlblechen nicht festgestellt werden. Die Chrom-Mangan-Vanadin-Stähle fallen auf Grund des Vanadinehaltes sämtlich in der Korngröße 5 bis 7 der Korngrößentafel der ASTM. an. Durch Aluminiumzugabe wird eine weitere Kornfeinung nicht mehr erzielt. Da die aluminiumhaltigen Stähle jedoch höhere Schweißrissigkeit aufweisen, sollten die Chrom-Mangan-Vanadin-Stähle ohne zusätzliche Aluminiumdesoxydation erschmolzen werden.

Umschau

Die Anlaßstoßglühung, ein neues Wärmebehandlungsverfahren

Der Grundgedanke, daß durch Anwendung einer Ausgleichglühung bei hohen Temperaturen vor dem Härten eine Veränderung der Keimzahl und damit eine günstige Beeinflussung der Härtungsvorgänge erzielt werden kann, führte dazu, Versuche in gleicher Richtung auch vor der Anlaßbehandlung durchzuführen. Abgesehen davon, daß heute in steigendem Umfange infolge von Legierungseinsparungen anlaßspröde Stähle verwendet werden, deren kritisches Temperaturgebiet nach dem Anlassen rasch durchschritten werden muß und die demzufolge eine höhere Anlaßtemperatur erfordern,

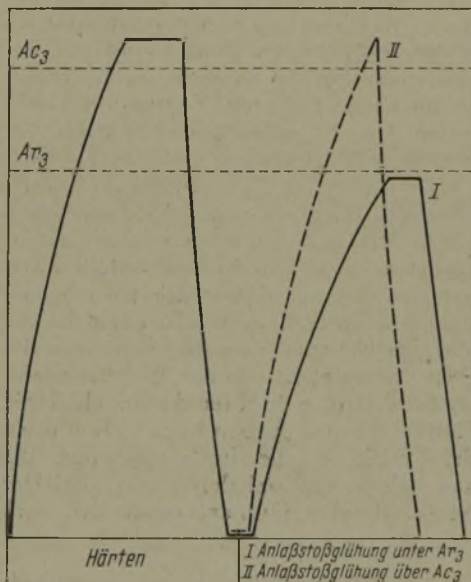


Bild 1. Schematischer Arbeitsablauf der Stahlhärtung mit Anlaßstoßglühung.

wurden von O. Kukla, W. Küntscher, H. Sajosch und R. Deponte Versuche mit einer sogenannten Anlaßstoßglühung zu dem Zweck durchgeführt, neben Erzielung besonderer wirtschaftlicher Vorteile eine Steigerung der Gütewerte gegenüber der üblichen Anlaßbehandlung zu erreichen.

In Bild 1 ist der Arbeitsverlauf beim Härten und Anlassen dargestellt, wobei in kürzester Zeit Anlaßtemperaturen, die weit über dem A_{c1} -Punkt liegen, erreicht werden sollen. Durch die schnelle und hohe Ueberschreitung der Umwandlungstemperatur werden, ähnlich wie im umgekehrten Fall durch genügend große Unterkühlung bei schroffer Abschreckung ein gleichzeitiger Zerfall an allen Stellen im Gefüge der festen Lösung eintritt, im ganzen Querschnitt plötzlich Umwandlungsvorgänge ausgelöst, ohne daß es zur Bildung größerer Karbidteilchen oder die Anlaßsprödigkeit verursachender Ausscheidungen kommt.

Während die Erzielung einer derartig raschen Durchwärmung in den üblichen Öfen oder Warmbädern nur bei Werkstücken mit großer Oberfläche und dünnen Querschnitten möglich ist, wurde für Rundstangen ein Ofen entwickelt, bei dem die Wärmeübertragung weniger durch Strahlung als durch Berührung infolge Heißluftumwälzung und damit schneller erfolgt. In Verbindung mit dem Härten aus der Walzhitze¹⁾ wird angestrebt, die

Anlaßglühzeiten so kurz zu halten, daß eine dem Walzverfahren entsprechende fließende Wärmebehandlung erreicht wird.

Eine weitere Möglichkeit zur schnellen Erzielung hoher Anlaßtemperaturen besteht darin, den Stahl durch elektrische Ströme, sei es durch Stromleitung oder durch Induktion, zu erwärmen. Eine Versuchsreihe mit einigen legierten Baustählen wurde so durchgeführt, daß Stabstähle verschiedener Dicke nach voraufgegangener üblicher Härtung oder Härtung aus der Walzhitze durch Stromdurchflutung mit einigen 1000 Amp. in kürzester Frist auf Temperaturen weit über A_{c1} erwärmt werden. Aus Bild 2 ist der gesteigernde Einfluß einer kurzzeitigen elektrischen Anlaßglühung im Vergleich zu einer dreistündigen Ofenglühung auf die Kerbschlagzähigkeit eines Chrom-Vanadin-Stahles zu erkennen. In Verbindung mit dem Härten oder Vergüten aus der Walzhitze werden die Stangen aus der entsprechenden Walztemperatur in Wasser bis auf etwa 150 bis 300° abgeschreckt und unmittelbar danach in Spannbacken eingeklemmt, durch die je nach Stangendicke genau bemessene Stromstöße geschickt werden. Die Eigenerwärmung der Stangen beträgt nur einige Sekunden, wonach ein

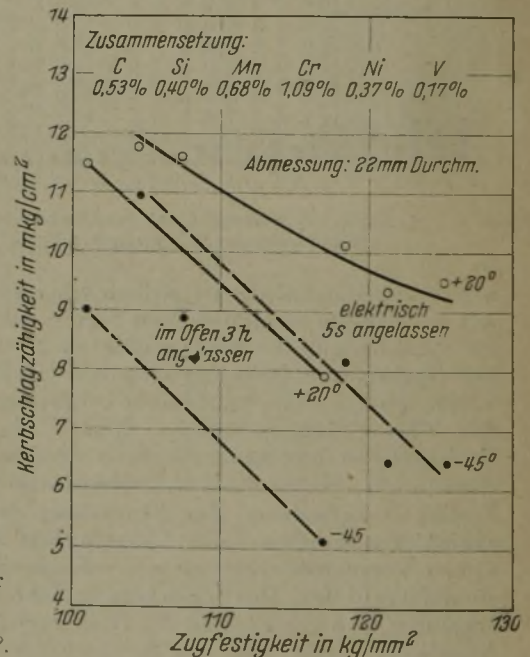


Bild 2. Einfluß einer kurzzeitigen elektrischen Anlaßglühung auf die Verbesserung der Kerbschlagzähigkeit bei +20 und -45°.

erneutes Abschrecken in Wasser vorgenommen wird. Eine Wärmeableitung durch die Spannbacken und damit ein Temperaturabfall an den Stangenenden wird durch Anbringen von Rundkerben hinter der Einspannstelle, die hierbei eine Strom- und Wärmestauung hervorrufen, vermieden.

Die größte Bedeutung dieses Wärmebehandlungsverfahrens ist darin zu sehen, daß derartige Stoßglühungen schon während des Abschreckens im Härtemittel angewendet werden können. Die Stromstöße wirken hierbei auf den Feinbau des Stahles wie ein Rüttelvorgang, der sich bis in die feinsten Elemente des Kristallaufbaues auswirkt und eine beschleunigte Umwandlung labiler Gefügestände herbeiführen instande ist. Durch Stromstoßregelung und Abstufung kann man die Einhärtungstiefen je nach Bedarf lenken und die schroffe Wirkung eines Abschreckmittels beliebig mildern. Es ist zu erwarten,

¹⁾ Vgl. Kukla, O., W. Küntscher und H. Sajosch: Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 1067/73.

daß die Stoßglühung auch bei Entspannungsvorgängen bei Anwendung kürzerer Glühzeiten und gleichzeitiger Vermeidung von Anlaßsprödigkeit mit Erfolg eingesetzt werden kann.

Einflußgrößen bei Natur-Korrosionsversuchen

In einer früheren Arbeit berichteten K.F. Mewes und K. Daeves über Einflußgrößen auf das Natur-Korrosionsverhalten von unlegierten und schwachlegierten Stählen¹⁾. Neuerdings wird über diese Untersuchungen in einer umfassenderen Arbeit von K. Daeves, K.F. Mewes und E. H. Schulz auf breiterer Grundlage berichtet²⁾.

Auf die grundsätzlichen Wege der Versuchsdurchführung, nämlich die Großzahl-Betrachtung einer größeren Zahl von Versuchen oder den Vergleichsversuch, ist in den früheren Arbeiten genügend eingegangen worden. Bemerkenswert gering ist die Streuung der Rostverluste in Industrieluft bei einheitlichem Werkstoff auch bei Versuchen von verschiedener Dauer. Bei Versuchen in Landluft ist dagegen, wie *Zahlentafel 1* zeigt, die Streuung erheblich größer, was vor allem auf die schwer umrechenbaren Unterschiede in der

Zahlentafel 1.

Vergleich des Rostungsverlustes von Drähten gleichen Werkstoffes, die an Landluft (Belecke) zu verschiedenen Zeiten ausgelegt wurden

Stahlart	Cu	P	Cr	Mo	Si	Versuchsdauer in Monaten	Gewichtsverlust in g m ² -Jahr
Technisches Reineisen						14	317
"	0,10					49	211
"	0,11					41	154
"						97	140
SM ohne Cu	0,14	0,015				97	100
Thomas ohne Cu	0,020	0,060				14	282
"	0,050	0,060				49	162
"	0,070	0,060				97	123
SM gekohlt, siliziert	0,25	0,030				44	148
"	0,56	0,040				49	144
"	0,30	0,020				97	112
"	1,14	0,035				97	81
Schwerrostender Sonderstahl	0,31	0,040				41	129
"	0,24	0,070				49	121
"	0,33	0,06				97	96
Baustahl mit Phosphor	0,43	0,150	0,8		1,2	41	368*)
Baustahl	0,54	0,030	0,2		0,56	33	161
Cr-Cu-Stahl	0,64	0,050	0,5		0,46	33	147
SM mit Cu-Mo	0,53	0,040		0,13		49	142
SM mit Cu-Mo-P	0,54	0,100		0,13		49	107
SM mit hohem P u. Cu	0,18	0,730	0,08			14	148
SM mit hohem P u. Cu	0,48	0,730	0,07			14	115

*) Nach den bisherigen Erfahrungen anfänglich hoher Gewichtsverlust, der sich später stark verringert.

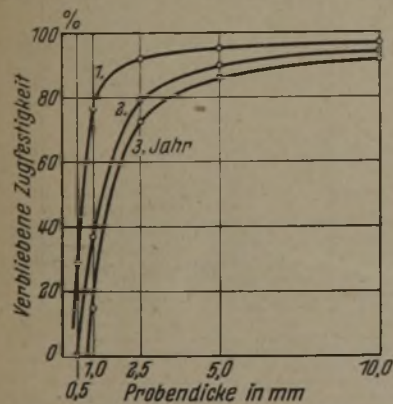


Bild 1. Verbliebene Zugfestigkeit von Stahl St 37 nach Rostung an Industrieluft in Abhängigkeit von der Probendicke.

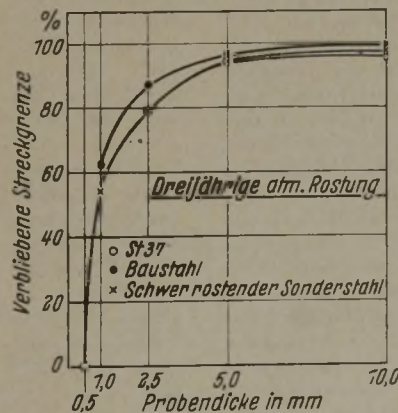


Bild 2. Verbliebene Streckgrenze nach Rostung an Industrieluft in Abhängigkeit von der Versuchszeit.

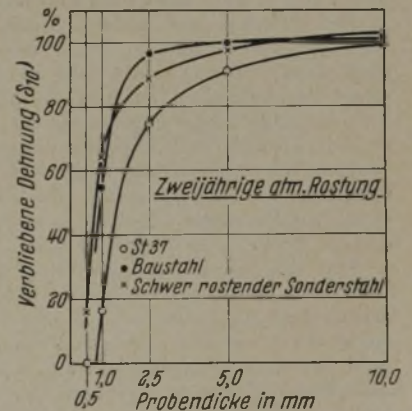


Bild 3. Verbliebene Bruchdehnung nach Rostung an Industrieluft in Abhängigkeit der Versuchszeit.

Versuchsdauer zurückzuführen ist; die größten jährlichen Gewichtsverluste sind stets den kürzesten Versuchszeiten zugeordnet. Doch sind auch hier die Versuchsstreuungen tragbar, wenn die Versuche über gleich lange Zeiten durchgeführt werden.

¹⁾ Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 826/34 (Werkstoffaussch. 554).

²⁾ Korrosion u. Metallsch. 19 (1943) S. 233/59. (Auszug aus der Dr.-Ing.-Dissertation von K.F. Mewes, Braunschweig 1942).

Unter den Einflüssen der Eisenbegleitelemente ist die günstige Wirkung eines Kupfergehalts heute sichergestellt. Weniger eingehend untersucht ist der Einfluß des Phosphorgehalts, der bei niedrigem oder erhöhtem Kupfergehalt in einer Reihe von mehrjährigen Naturversuchen behandelt wurde (*Zahlentafel 2*). In einem Naturversuch von über 77 Monaten Dauer an einer Schmelze mit 0,42 % Cu und 0,33 % P wurden Gewichtsverluste von nur 259 g/m² und Jahr an Industrieluft beobachtet.

Eine Schmelze mit erhöhten Gehalten an Kupfer, Phosphor, Chrom und Nickel ergab an Industrieluft (Hamm) und Landluft (Belecke) Rostverluste ab, die nur den dritten bis vierten Teil von Reineisen betragen.

Versuche über den Einfluß des Mangangehalts ergaben bis zu Gehalten von etwa 2 % keinen merklichen Einfluß. Bei höheren Gehalten schien eine Zunahme des Rostwiderstandes einzutreten, wobei ein Manganstahl mit 12 % Mn einen erheblich geringeren Rostverlust als die schwachlegierten Stähle aufwies.

Einflüsse der Probenabmessung, deren Auswirkung auf das Ergebnis der Gewichtsbestimmung bereits früher untersucht worden war, wurden in einer größeren Versuchsreihe bei dem Rostangriff ausgesetzten verschiedenen dicken Zerreißproben ermittelt. Die Festigkeitsprüfung zur Ermittlung des Rostverhaltens wird bei Stählen wenig angewendet, weil der freien Witterung ausgesetzte mechanisch beanspruchte Stahlbauteile fast immer durch Anstriche oder andere Rostschutzmittel vor dem Abrosten geschützt sind. Außerdem erwies sich die Festigkeitsprüfung bei der Auswertung als unzuverlässiger als die Ermittlung des Rostverlustes durch Gewichtsbestimmung. Beim Zerreißversuch entscheidet der durch den Rostangriff am stärksten geschwächte Querschnitt das Ergebnis.

Für die Versuche wurden aus warmgewalzten Blechen von 0,5 bis 10 mm Dicke in Quer- und Längsrichtung Zerreißproben angefertigt und an Industrieluft (Hörde) ausgelegt. Es wurden in jedem Jahr von jeder Blechdicke zwei Proben zerrissen. Verwendet wurden ein Stahl St 37, ein Patinastahl und zwei gekupferte Baustähle. Für das Rostungsverhalten an der Atmosphäre waren bei dem St 37 der Kupfergehalt von 0,06 bis 0,08 % und der zwischen 0,03 bis 0,09 % schwankende Phosphorgehalt maßgebend.

In *Zahlentafel 3* ist für die verwendeten Werkstoffe der Gehalt an den wichtigsten Legierungselementen gleichzeitig mit der Veränderung der Festigkeitseigenschaften nach drei Jahren Versuchszeit wiedergegeben. Bei der Berechnung der Festigkeit und Streckgrenze ist stets die ursprüngliche Oberfläche herangezogen worden. In *Bild 1 bis 3* sind die verbliebene Zugfestigkeit, Streckgrenze und Bruchdehnung in Abhängigkeit von der Probendicke dargestellt. Bei dem St 37 war nach zweijähriger Versuchszeit bei der Probendicke von 0,5 mm die Rostung so weit fortgeschritten, daß

keine Tragfähigkeit mehr vorhanden war; dagegen betrug bei der Probendicke von 10 mm der Verlust an Festigkeit nach dreijähriger Versuchszeit noch nicht 10 %. Vergleicht man die Werkstoffe miteinander, so verhielt sich der Patinastahl bei geringen Blechdicken etwa gleich günstig wie der Baustahl, während die Proben des St 37 wesentlich größere Festigkeitsverluste aufwiesen. Bei größeren Blechdicken waren die Unterschiede geringer; so hatte der Baustahl nach drei Jahren bei den 5 mm dicken Blechen

Zahlentafel 2. Vergleichsversuche über den Einfluß des Phosphorgehaltes auf das Rostungsverhalten an der Atmosphäre bei gleichzeitig niedrigem und bei hohem Kupfergehalt

Art der Atmosphäre	Versuchsort	Stahlzusammensetzung					Probenart	Versuchsdauer Monate	Gewichtsverlust in g m ² × Jahr	Quelle
		% Cu	% P	% Mo	% Cr	% Ni				
Industrieluft	Hamm	0,27	0,025				Drähte	84	457	Forschungs- abteilung der Vereinigten Stahlwerke AG.
		0,29	0,07						378	
Industrieluft	Hamm	0,25	0,03				Drähte	48	440	
		0,24	0,07						384	
Industrieluft	Hamm	0,53	0,04	0,13			Drähte	48	400	
		0,54	0,10	0,13					356	
Industrieluft	Hamm	0,02	0,01				Drähte	14	607	
		0,02	0,06						549	
Industrieluft	Hamm	0,31	0,154		0,30	0,31	Bleche	12	203	
		0,31	0,243		0,41	0,37			142	
Industrieluft	Hüsten	0,30	0,080				Bleche 800x800 0,5 mm dick	48	333	
		0,45	0,350						307	
Industrieluft	Ruhrort	0,27	0,045				Drähte	70	485	
		0,27	0,122						422	
		0,27	0,157						407	
		0,23	0,202						383	
Industrieluft	Dortmund	0,39	0,027				Bleche	50	363	
		0,39	0,084						295	
Industrieluft	Dortmund	0,186	0,018				Bleche	50	433	
		0,196	0,087						338	
Industrieluft (Gaswerksgelände)	Birmingham	0,03	0,023				?	72	1260	
		0,02	0,073						1000	
Stadtluft	Minnesota	0,26	0,009				?	36	302	
		0,22	0,057						181	
Landluft	Belecke Westf.	0,25	0,03				Drähte	48	148	
		0,24	0,07						121	
Landluft	Belecke Westf.	0,53	0,04	0,13			Drähte	48	142	
		0,54	0,10	0,13					107	
Landluft	Belecke Westf.	0,02	0,01				Drähte	14	329	
		0,02	0,06						293	
Landluft	Belecke Westf.	0,31	0,154		0,30	0,31	Bleche	12	93	
		0,31	0,243		0,41	0,37			53	

noch eine Zugfestigkeit von 94 % der Ursprungswerte gegenüber 91 % beim Patinastahl und 86 % bei dem St 37.

Die Streckgrenze hatte bei den 10 mm und zum Teil auch bei den 5 mm dicken Proben sämtlicher Werkstoffe nach dem ersten Versuchsjahr unter Einfluß der Alterung etwas zugenommen. Erst im zweiten Jahr der Versuchszeit war der Querschnittsverlust durch Rostung größer, so daß er den Einfluß der Alterung überwiegt. Im Vergleich der verschiedenen Werkstoffe ergab sich die gleiche Reihenfolge wie bei der Untersuchung des Festigkeitsverlustes. Für sämtliche Versuche lag der Streckgrenzenverlust der 10 mm dicken Proben nach dreijähriger Versuchszeit unter 5 %.

Die Bruchdehnung nahm bei allen untersuchten Werkstoffen im Laufe der zweijährigen Versuchszeit — nach dem dritten Jahr fielen zu viele Proben bei der Dehnungsbestimmung aus — ab. Bei geringen Probendicken wies der Patinastahl den geringsten Verlust auf. Im ganzen gesehen, waren auch die Verluste an Dehnung bei nicht zu dünnen Proben gering; zum Teil werden noch nach dreijähriger Versuchszeit Zunahmen beobachtet. Bei unter ähnlichen Bedingungen durchgeführten Versuchen an Leichtmetallen³⁾ ergab sich für Aluminium und Duralumin ein etwa doppelt so hoher Dehnungs- wie Festigkeitsverlust, während sich Stähle nach den eigenen Untersuchungen in beiden Werten nur unwesentlich unterscheiden.

Die beobachteten Änderungen der Dehnung bedürfen einer Erklärung, da die Dehnung an sich vom Probenquerschnitt praktisch unabhängig ist und von einer gleichmäßigen Querschnittsabnahme durch Korrosion nicht beeinflusst werden kann. Offenbar wirkt sich hier die in ge-

ringem Maße auch bei der Korrosion an der Atmosphäre nach Reinigen der Proben fast stets zu beobachtende Narbenbildung aus, doch ist diese im Vergleich zu der in anderen Angriffsmitteln hervorgerufenen Narbenbildung gering und ungefährlich. Bei Untersuchungen über den Einfluß der Versuchsdauer wurden die Betrachtungen

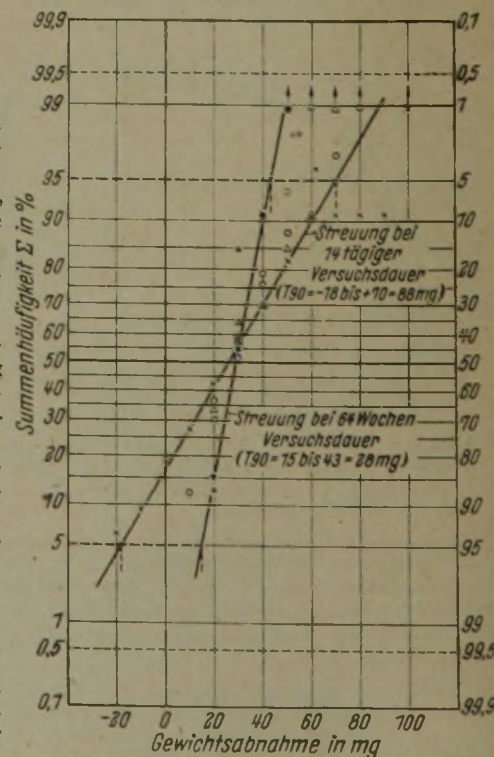


Bild 4. Streuung des Gewichtsverlustes von Zinkproben bei verschieden langer Versuchsdauer.

³⁾ Proc. Amer. Soc. Test. Mater. 38 (1938) I, S. 191/93.

Zahlentafel 3. Festigkeitseigenschaften nach Naturrostung an Industrieluft (Hörde)
Mittelwerte aus je zwei Quer- und Längsproben

Stahlart	Zusammensetzung			Probendicke mm	Streckgrenze kg mm ²		Zugfestigkeit kg mm ²		Bruchdehnung (L=10d)%	
	Cu ‰	P ‰	Cr ‰		zu Versuchs- beginn	nach 3 Jahren	zu Versuchs- beginn	nach 3 Jahren	zu Versuchs- beginn	nach 2 Jahren
St 37.	0,06—0,08	0,03—0,09	—	0,5	30,4	0	39,8	0	17,0	0
				1,0	30,4	—	42,3	6,1	19,3	3,3
				2,5	29,4	23,3	42,1	33,5	23,5	19,9
				5,0	28,2	26,6	40,7	35,0	27,0	24,6
				10,0	24,8	23,8	40,5	37,1	28,3	28,0
Schwerrostender Sonderstahl	0,25—0,27	0,06—0,08	—	0,5	32,1	—	41,9	8,8	17,3	2,8
				1,0	32,8	18,0	45,6	24,7	20,0	14,0
				2,5	27,6	22,2	39,8	30,0	22,4	20,0
				5,0	31,1	29,4	41,3	37,5	20,0	24,2
				10,0	28,7	27,8	41,2	38,8	26,5	27,2
Baustahl gekupfert	0,40—0,44	0,03—0,04	0,14—0,16	0,5	33,5	—	52,6	7,3	20,6	—
				1,0	32,9	20,5	53,1	31,4	19,9	11,0
				2,5	34,7	30,4	56,6	47,5	21,6	20,9
				5,0	37,2	36,0	55,7	52,0	21,0	21,0
				10,0	36,6	36,3	55,3	53,5	23,8	24,0
St 00 gekupfert	0,25	0,04	—	2,5	25,9	19,4	37,5	27,8	22,0	19,1
Baustahl gekupfert	0,24—0,27	0,04	0,03—0,06	0,5	34,4	—	54,2	7,9	14,3	—
				1,0	—	—	56,0	26,4	17,4	—
				2,5	31,3	26,2	55,9	45,3	19,1	15,5

durch den Einsatz neuerer Hilfsmittel der Großzahl-Forschung erleichtert. Eine längere Versuchsdauer kann das Versuchsergebnis auf verschiedene Weise beeinflussen. An 33 verzinkten Proben ließ sich zeigen, daß mit längerer Versuchsdauer die auftretenden Streuungen stark eingeengt werden. Die Probebleche von 250 × 250 mm² waren in Stadtluft (Krefeld) ausgelegt und wurden im Abstand von 14 Tagen gewogen. Aus den in diesem Zeitabschnitt beobachteten Gewichtsveränderungen wurde die Summen-Häufigkeitskurve⁴⁾

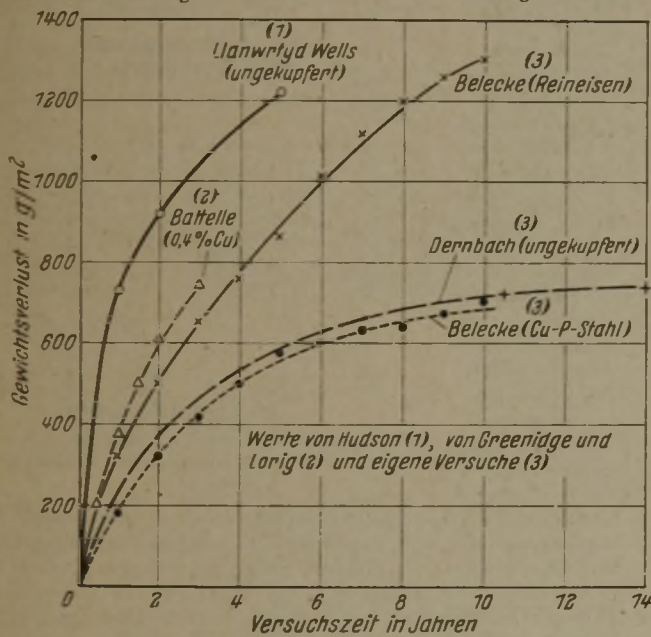


Bild 5. Rostungsverlauf in Landluft.

aufgestellt und daraus nach Eintragen in das Wahrscheinlichkeitsnetz (Bild 4) als Kennwert der Streuung die Spanne der Gewichtsveränderungen entnommen, in der 90% aller Werte enthalten waren. Bei 14tägiger Versuchsdauer betrug diese Spanne 88 mg. Auf die gleiche Weise wurde die Streuung der Gewichtsveränderungen innerhalb 4 Wochen, umgerechnet auf die einheitliche Beobachtungszeit von 14 Tagen, sowie für Versuchszeiten von 8, 16, 32 und 64 Wochen festgestellt. Die Versuchsstreuung fiel dabei mit längerer Versuchszeit von 88 auf 28 mg nach 64 Wochen. Das ist nur ein Drittel des bei der Versuchszeit von 14 Tagen festgestellten Wertes.

Eine längere Versuchsdauer ist auch deshalb zur Versuchsdurchführung nötig, weil sich der Rostungsverlauf an der Atmosphäre mit der Zeit ändert und z. B. in Landluft die Rostungsgeschwindigkeit mit zunehmender Versuchsdauer bei ungeschütztem Stahl stark abnimmt. In Bild 5 ist der Rostungsverlauf an verschiedenen Orten mit Landluft nach eigenen und fremden Versuchen dargestellt. Die Versuche mit der größten Versuchsdauer von 10 und 13

Jahren lassen eine starke Abnahme der Rostungsgeschwindigkeit erkennen. Bei dem kupfer-phosphorhaltigen Sonderstahl verringerte sich beispielsweise der Gewichtsverlust des ersten Versuchsjahres von 180 g/m² je Jahr auf nur 75 g/m² je Jahr im Durchschnitt der ersten 10 Versuchsjahre, während der Rostverlust im zehnten Versuchsjahr allein nur etwa 30 g/m² und Jahr betrug.

Die in Landluft festgestellten Rostungskurven lassen sich auf Exponentialpapier zu einer Geraden ausstrecken, wenn an der logarithmisch geteilten Abszisse die Zeit und an der Ordinate der Rostverlust aufgetragen wird (Bild 6).

Merkwürdigerweise ergab sich für Reineisen in der Landluft von Belecke keine so einfache Gesetzmäßigkeit.

Im Gegensatz zu dem Rostungsverlauf in Landluft liegt in Industrieluft eine annähernd geradlinige einfache Abhängigkeit des Rostungsverlustes von der Zeit vor. Bild 7 zeigt für längere Versuchszeiten den Rostverlust von ungekupferten Thomsstahl an zwei Industriecorten. Der in Ruhrort nach einer Versuchszeit von vier Jahren auftretende Knick fällt mit der gleichzeitigen Wiederinbetriebsetzung des Hüttenwerks, auf dessen Gelände sich der Prüfstand befindet, zusammen.

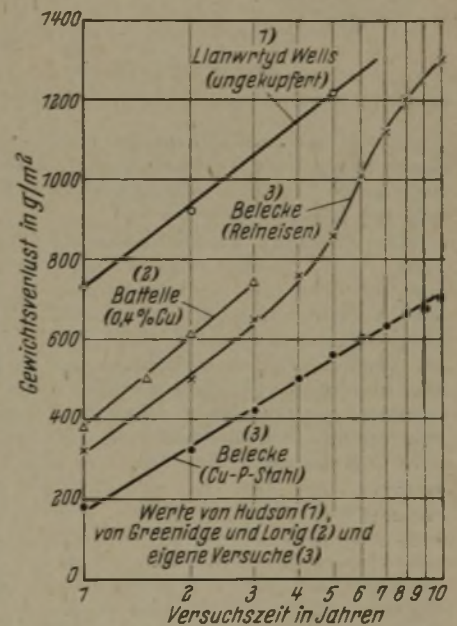


Bild 6. Rostungsverlauf in Landluft auf Exponentialpapier.

Ueber den Rostungsverlauf in Seeluft ist bisher nur wenig bekannt geworden. Nach einer Untersuchung⁵⁾, bei der Gewichtsbestimmungen leider nur im Abstand von fünf Jahren vorgenommen wurden, scheint mit fortlaufender Versuchszeit keine Abnahme der Rostungsgeschwindigkeit an Seeluft einzutreten (Bild 8).

Daß die in Landluft gebildeten Rostschutzschichten auch in Industrieluft längere Zeit wirksam sind, wurde in einer Untersuchung an sechs verschiedenen Werkstoffen, die sieben Jahre lang an Landluft vorgerostet waren, festgestellt. Die Schutzschicht war noch nach drei Jahren Rostung in Industrieluft wirksam und verlor erst allmählich ihren Schutzwert (Zahlentafel 4).

⁴⁾ Beckel, A., und K. Daevies: Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 1305/09.

⁵⁾ Friend, J. N.: Seventeenth report of the committee of the Institution of Civil Engineers. London 1938. S. 12/26.

Zahlentafel 4. Gewichtsverlust in g/m^2 u. Jahr in Industrieluft (Hamm) von in Landluft (Belecke) vorkorrodierten Drähten

Werkstoff	Ohne Vorkorrosion		Mit Vorkorros. i. Belecke	
	Hamm	Belecke	nach 2 Jahr. in Hamm	nach 3 Jahr. in Hamm
Armco-Eisen	601	175	532	576
Thomasstahl ohne Cu . .	484	89	324	368
SM-Stahl 0,14% Cu . . .	491	124	351	442
SM-Stahl 0,3% Cu	480	58	268	370
SM-Stahl 1% Cu	418	56	206	316
Thomasstahl 0,25% Cu	354	74	267	278

Neben den versuchsbedingten Einflüssen kommt auch der Auswertung der Versuche eine Bedeutung zu, wenn ein einwandfreies Versuchsergebnis erzielt werden soll. Zwischenzeitliche Entrostungen der Proben sind zu vermeiden, da hierdurch die weitere Versuchsdurchführung gestört wird. Werden Drähte als Versuchskörper verwendet, so sind Zwischenuntersuchungen leichter möglich, da zu jedem Termin neue Drahtstücke abgetrennt werden können.

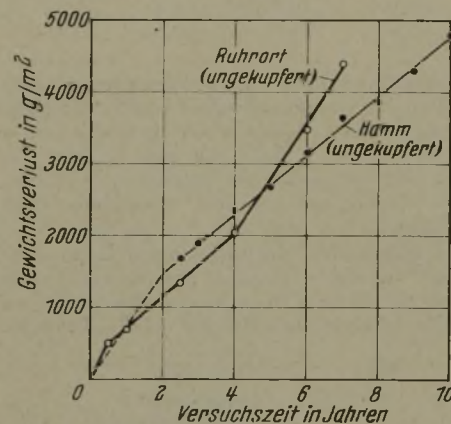


Bild 7. Rostungsverlauf in Industrieluft.

Vergleich mit dem Rostungsverlauf verschiedener nacheinander begonnener Versuche wieder. Damit konnte der Nachweis geführt werden, daß in Landluft (Belecke) eine Schutzschichtbildung eingetreten war.

Die Messung des Korrosionsvorgangs nach DIN 4851 setzt eine Gleichwertigkeit der Rostverlustangaben in mm/Jahr und g/m^2 je Jahr voraus, die bei Drähten infolge der Verminderung der geometrischen Oberfläche mit zunehmender Versuchszeit nicht gültig ist¹⁾. Im Gegensatz zu Blechen wird bei Drähten und ähnlichen Körpern bei gleichbleibender Angriffsstärke die dem Angriff ausgesetzte geometrische Oberfläche allmählich immer kleiner, und damit nimmt auch der jährliche Gewichtsverlust in g/m^2 u. Jahr ständig ab. Bei Drähten und ähnlichen Versuchskörpern muß diese mit der Zeit eintretende Verringerung der geometrischen Oberfläche berücksichtigt werden, wenn man gegenüber Versuchen an Blechen gleichwertige Ergebnisse bekommen will. Dies ist um so beachtenswerter, als auch der aus der Festigkeitsprüfung errechnete Gewichtsverlust in g/m^2 je Jahr und ebenso der auf irgendeine andere Weise aus der Korrosionstiefe ermittelte Gewichtsverlust bei der üblichen Berechnungsart nicht auf die Ausgangsoberfläche, sondern auf die im Mittel der Versuchszeit vorhandene geometrische Oberfläche bezogen wird.

Die bisherigen Betrachtungen über die Einflußgrößen bei Natur-Korrosionsversuchen an unlegierten und schwachlegierten Stählen führten zu folgenden Regeln für die Versuchsdurchführung:

1. Verwendung einer größeren Zahl von Proben unter verschiedenen Bedingungen, damit möglichst eine Großzahl-Auswertung durchgeführt werden kann.
2. Durchführung grundsätzlich als Vergleichsversuch, wobei sich als Vergleichswerkstoff technisches Reineisen bewährt hat.
3. Versuchsdurchführung möglichst an Drähten, da hier fortlaufend ohne Beeinflussung des Reststücks jährlich Proben entnommen werden können. Bei Blechen ist bei Anstrichversuchen eine Probengröße von $1 m^2$ Fläche zu bevorzugen.
4. Drähte sind in zwei zueinander senkrecht stehenden

¹⁾ Schikorr, G.: Z. Elektrochem. 42 (1936) S. 107/13, 43 (1937) S. 697/704.

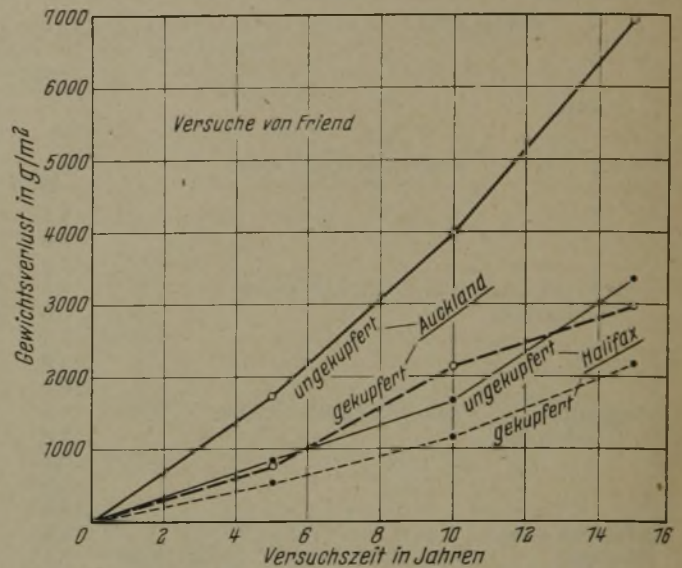


Bild 8. Rostungsverlauf in Seeluft.

Himmelsrichtungen auszulegen. Bleche werden zweckmäßig waagrecht und senkrecht und möglichst auch unter 45° ausgelegt.

5. Die Oberflächenvorbehandlung richtet sich nach dem Versuchszweck. Ein erheblicher Unterschied zwischen verschiedenen bearbeiteten Proben besteht bei ungeschützten Proben nicht. Bei Anstrichversuchen muß dagegen auf die Art der Oberflächenvorbehandlung sorgfältig geachtet werden, da sie hier von starkem Einfluß auf die Schutzdauer des Anstrichs ist.
6. Die Versuchsdauer sollte mindestens drei Jahre betragen, in Landluft auch erheblich länger, da eine Bildung wirksamer Rostschutzschichten an Landluft unter Umständen erst nach mehreren Jahren eintritt.
7. Die Gewichtsbestimmung wird zweckmäßig zuerst im Anlieferungszustand, dann nach chemischer oder mechanischer Entrostung der Proben vorgenommen. Chemische Entrostung mit Ammonzitrat nach Bauer ist zu bevorzugen. Zwischenentrostungen im Laufe des Versuchs sind zu vermeiden.

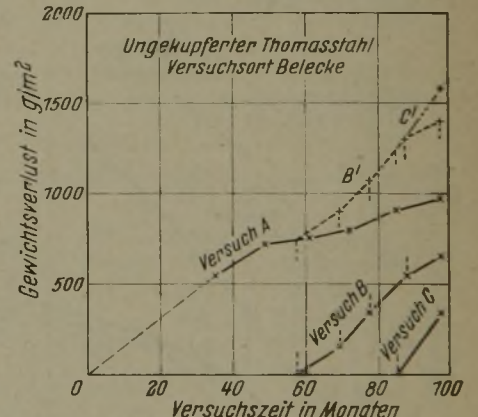


Bild 9. Langzeit-Rostungsversuche in Landluft bei verschiedenem Versuchsbeginn.

8. Die Auswertung soll nach den in DIN 4850 und 4851 niedergelegten Richtlinien durchgeführt werden, wobei bei Drähten und ähnlich geformten Körpern die Verringerung der geometrischen Probenoberfläche zu beachten ist.
9. Als beste Bewertung von Anstrichen hat sich die Abschätzung des Verrostungszustandes nach der Rostskala DIN DVM 3210 durch mehrere Beobachter erwiesen.

Karl-Friedrich Meves.

Versuche mit sauerstoffangereichertem Wind bei eisenreichen und eisenarmen Erzeugnissen

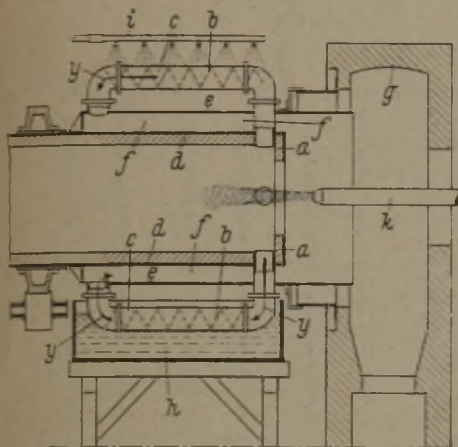
In dem obigen Aufsatz von W. Lennings¹⁾ ist in Zahlentafel 3, Reihe 30 und 32 die Zugehörigkeit der Zahlenwerte zu den einzelnen Bestandteilen vertauscht worden. — Die der Reihenfolge der Zahlenwerte entsprechende Folge der Roheisen- und Schlackenanalyse muß sein:

Roheisenanalyse:	Si	Schlackenanalyse:	CaO
	Mn		SiO ₂
	P		MgO
	S		Al ₂ O ₃
	C		FeO
			MnO
			TiO ₂
			K ₂ O + Na ₂ O
			S

¹⁾ Stahl u. Eisen 63 (1943) S. 757/67.

Patentbericht

Kl. 1 b, Gr. 2, Nr. 734 395, vom 31. Mai 1939.
 Ausgegeben am 15. April 1943. Fried. Krupp Grusonwerk AG. in Magdeburg-Buckau. (Erfinder: Gerhard Brunkow in Magdeburg.) *Ofenanlage für ein Aufbereitungsverfahren zur magnetisierenden Röstung, insbesondere von Eisenerzen.*

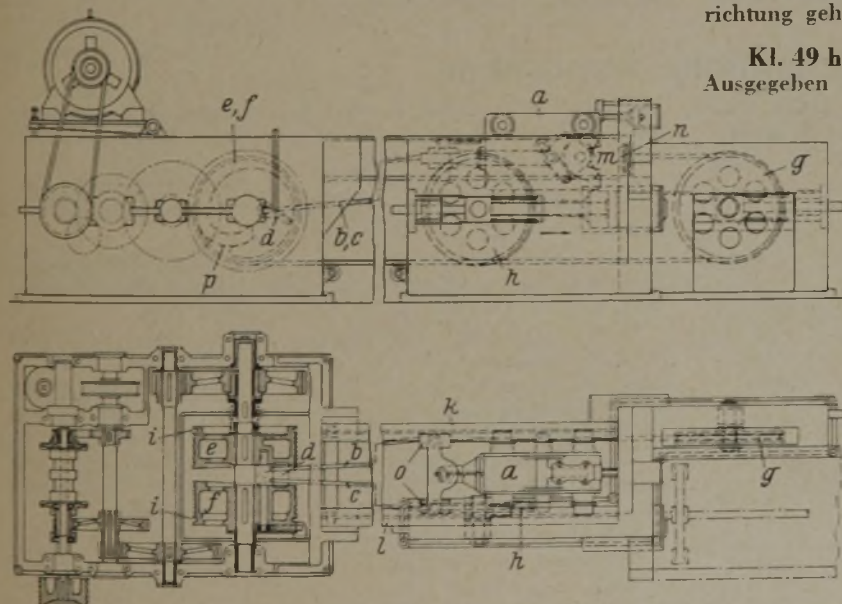


Die Erze werden zwecks magnetisierender Röstung zunächst bei 500 bis 700° im Drehherdofen reduziert und anschließend bei 220 bis 500° mit Luft oxydiert. Um eine ausreichende Kühlung vor dem Uebergang zur Oxydationsstufe zu erreichen, werden die Erze am Austragsende der Drehtrommel, die dort mit

einem Staurand *a* versehen ist, in Richtung des Pfeiles *y* unter Zuhilfenahme geeigneter Fördermittel *b* durch Kühlrohre *c* und von dort durch die zwischen der Außenwand *d* der Drehtrommel und einem Mantelrohr *e* gebildete Kammer *f* hindurchbewegt und in das feststehende, als Austrag dienende Gehäuse *g* befördert. Zur Kühlung tauchen die Rohre *c*, von denen mehrere, z. B. vier, am Trommelumfang angebracht sind, bei der Drehung der Trommel nacheinander in das Kühlbecken *h* ein; sie werden außerdem durch Leitungen *i* mit Kühlflüssigkeit beriebelt. Zur Beheizung der Reduktionstrommel dient der Brenner *k*.

Kl. 7 b, Gr. 3₃₀, Nr. 734 396, vom 28. Oktober 1939.
 Ausgegeben am 19. April 1943. Th. Kieserling & Albrecht in Solingen. (Erfinder: Carl Hölzer in Solingen.) *Ziehbank mit Seilantrieb für den Zangenwagen.*

Die zum Antrieb des Zangenwagens *a* dienenden Seile *b, c* sind mit einem Ende an dem schwenkbaren Bügel *d* befestigt, dessen Drehpunkt dicht neben der Welle der

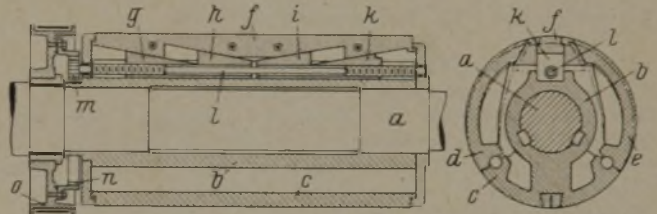


Seiltrommeln *e, f* liegt. Von hier aus laufen die Seile über die Seilscheiben *g, h* nach den Seiltrommeln zurück, in deren Ringnuten *i* das andere Ende der beiden Seile befestigt ist. Der auf den Fahrbahnen *k, l* laufende Zangenwagen, dessen Zange *m* das durch die Ziehmatrize *n* hindurchgesteckte, angespitzte Ende des Ziehgutes erfaßt, ist bei *o* an das vom Bügel *d* zu den Seilscheiben *g, h* laufende Trum der Seile *b, c* angeklemt. Das Wesen der Erfindung beruht darauf, daß das den Ziehwagen bewegende Trum aus der im Bild dargestellten Stellung bei Beginn des Zieh-

vorganges über eine schraubenförmig von der Achsmitte zur Peripherie verlaufende Rille *p* der Seiltrommeln auf diese aufläuft und dadurch dem Zangenwagen eine von der Ruhestellung zur Höchstgeschwindigkeit stetig steigende Fahrgeschwindigkeit vermittelt. Die Versetzung der Seilscheiben *g, h* in Ziehrichtung hat den Zweck, auf der mit der Seilscheibe *h* ausgerüsteten Seite der Ziehbank einen vor der Ziehmatrize liegenden Raum für die Ablage des zu ziehenden Gutes frei zu bekommen und auf der anderen Seite mit der Seilscheibe *g* die seitliche Abbeförderung des fertig gezogenen Gutes aus dem Bereich des Ziehbettes nicht zu behindern.

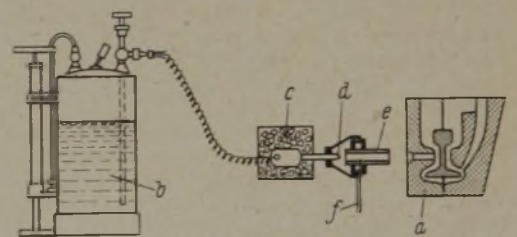
Kl. 7 b, Gr. 5₃₀, Nr. 734 397, vom 9. November 1939.
 Ausgegeben am 15. April 1943. Fried. Krupp Grusonwerk AG. in Magdeburg-Buckau. (Erfinder: Wilhelm Faß in Magdeburg.) *Aufwickelvorrichtung für bandförmiges Walzgut.*

Die Wickeltrommel besteht aus dem auf der Welle *a* sitzenden Tragkörper *b*, dessen Segmentteil *c* einen Teil des Trommelumfangs bildet. Die Segmente *d, e* schließen sich an das Segment *c* gelenkig an. Das Schlußstück *f* kann in radialer Richtung bewegt werden, wobei die Segmente *d, e* entweder in Spreizstellung gebracht oder nach innen geschwenkt werden können; im letzten Fall verkleinert sich der Umfang der Wickeltrommel, woraufhin der Wickelbund abgezogen werden kann. Die Bewegung des Schluß-



stückes erfolgt durch die Keile *g, h, i, k*, deren Anstellung durch die Gewindespindel *l* bewirkt wird. Diese Spindel trägt erfindungsgemäß ein Zahnrad *m* mit zugehörigem Innenzahnkranz *n*, der an der Bremscheibe *o* befestigt ist. Sobald bei sich drehender Wickeltrommel die Bremscheibe festgehalten wird, rollt das Zahnrad auf dem dann feststehenden Zahnkranz ab, wodurch die Spindel gedreht, die Keile verschoben und das Schlußstück *f* je nach der Drehrichtung gehoben oder gesenkt wird.

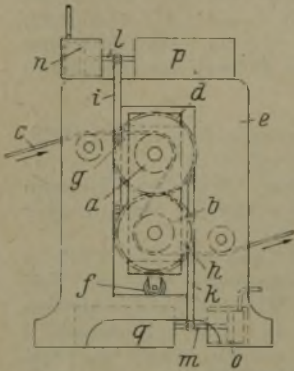
Kl. 49 h, Gr. 35₀₁, Nr. 734 650, v. 3. September 1941.
 Ausgegeben am 21. April 1943. Elektro-Thermit GmbH. in Berlin-Tempelhof. (Erfinder: Dr.-Ing. Wilhelm Ahlert in Berlin-Tempelhof.) *Verfahren zur Vorwärmung miteinander zu verschweißender Werkstücke innerhalb einer die Schweißstelle umgebenden Form.*



Die zur Vorwärmung der Form *a* dienenden dampf- oder gasförmigen Brennstoffe sollen erst innerhalb der Form zur Entzündung kommen, weshalb die Zündgeschwindigkeit des Brennstoff-Luft-Gemisches niedriger liegen muß als die Strömungsgeschwindigkeit. Um auch solche Gase benutzen zu können, deren Zündgeschwindigkeit höher liegt, und/oder solche Gase, die nicht unter dem notwendigen Betriebsdruck zur Verfügung stehen, wird dem mit 3 bis 6 atm betriebenen Windkessel *b* Wasser entnommen und durch den Vergaser *c* verdampft. Der aus der Düse *d* austretende überhitzte Dampf tritt unter Mitnahme von Luft in das Mischrohr *e*, in das der Brennstoff durch die Leitung *f* zugegeben wird.

Kl. 7 a, Gr. 12, Nr. 734 618, vom 27. Mai 1939.
 Ausgegeben am 20. April 1943. Amerikanische Priorität vom 26. Mai 1938. Siemens-Schuckertwerke AG. in Berlin-Siemensstadt. (Erfinder: Gerhard P. Lessmann in Wilkinsburg, Glenn E. Stoltz in Pittsburgh und Alonzo P. Kenyon in Wilkinsburg, Penns., Ver. St. v. A.) *Walzwerk für draht- oder bandförmiges Gut.*

Die zwischen zwei Walzgerüsten oder zwischen Walzgerüst und Haspel aufgestellten Spannrollen *a, b* für das draht- oder bandförmige Walzgut *c* sind im Rahmen *d* gelagert, der innerhalb des festen Rahmens *e* über der Rolle *f* beweglich und schwingbar angeordnet ist. Der Rahmen *d* hat Anschläge *g, h*, die unter der Wirkung des Bandzuges gegen die einarmigen Hebel *i, k* drücken. Das bewegliche Ende dieser Hebel ist an die Kolbenstangen *l, m* angelenkt, deren Kolben *n, o* mit Druckluft belastet sind und der Bandspannung das Gleichgewicht halten. Eine Aenderung in der Bandspannung hat eine Bewegung des Rahmens *d* und damit eine Bewegung des auf der entsprechenden Seite liegenden Kolbens zur Folge. Die Kolbenbewegung setzt einen Regler *p* oder *q* in Tätigkeit, der die Motordrehzahl des benachbarten Walzgerüstes oder Haspels beeinflusst und damit die Berichtigung der Bandspannung herbeiführt.



Kl. 49 h, Gr. 34₀₁, Nr. 734 648, vom 26. April 1938.
 Ausgegeben am 21. April 1943. Kohle- und Eisenerforschung GmbH. in Düsseldorf. (Erfinder: Dr. phil. Gottfried Becker in Büderich bei Neuß und Dipl.-Ing. Gustav Tichy in Düsseldorf.) *Verfahren zur Herstellung einer Schweißnaht für stumpf voreinander zu stoßende Bleche mit einer Oberflächenschicht edleren Metalls.*

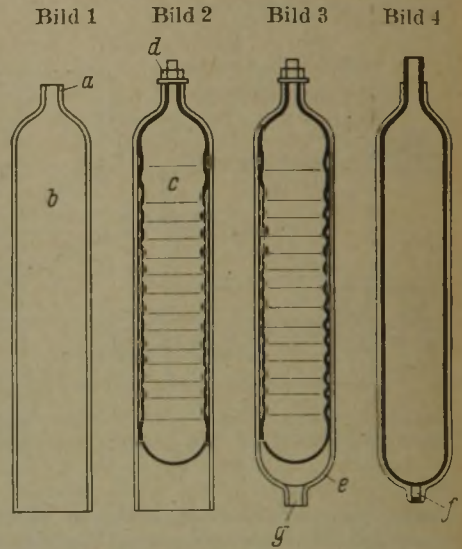
Bleche oder Rohre, deren Oberfläche mit einer dünnen Schicht *a* eines edleren Metalls, z. B. durch Diffusionsbehandlung, versehen ist, werden vor der Stumpfschweißung längs der Schweißkanten mit einer auf die veredelte Oberflächenschicht, z. B. mittels Gasschmelzschweißung, aufzubringenden, schmalen Schweißbraupe *b* versehen, deren Werkstoff



dem des Ueberzuges *a* angepaßt ist. Anschließend wird die Schweißfuge mit einer geeigneten Elektrode ausgefüllt.

Kl. 7 c, Gr. 24, Nr. 737 187, vom 6. Dezember 1939.
 Ausgegeben am 8. Juli 1943. Mannesmannröhrenwerke in Düsseldorf. (Erfinder: Felix August Wilczek in Düsseldorf-Gerresheim.) *Verfahren zur Herstellung von innenplattierten Behältern, Flaschen und dergleichen.*

Nach Anschmieden des Flaschenhalses *a* an den aus einem Rohrstück gebildeten Außenbehälter *b* (Bild 1) wird der aus dem Plattierwerkstoff bestehende, gewellte oder gerillte Innenbehälter *c* eingeführt und mit der Mutter *d* am Hals gehalten (Bild 2); dann wird der Bodenteil *e* des Behälters geformt (Bild 3). Die Öffnung *g* dient zur Prüfung des eingezogenen Bodenteils *e* und zur Entfernung des durch das Bodenschmieden entstandenen Zunders. Schließlich wird der Innenbehälter durch Druckwasser oder Preßluft zum Anliegen an den Außenbehälter gebracht, die Bodenöffnung durch den Stopfen *f* verschlossen und verschweißt (Bild 4).



Kl. 48 d, Gr. 401, Nr. 737 278, vom 19. Juni 1940.
 Ausgegeben am 9. Juli 1943. I.-G. Farbenindustrie AG. in Frankfurt a. M. (Erfinder: Dipl.-Ing. Fritz Sommer in Leuna, Kr. Merseburg.) *Verfahren zur Vermeidung der Korrosion von Eisen in Gegenwart von Wasser.*

Zur Füllung von eisernen Behältern, die mit korrodierenden Gasen, wie Schwefelwasserstoff und Kohlendioxyd, in Berührung stehen, wird, um Korrosion und Schlammabscheidung zu vermeiden, als Absperr- oder Waschflüssigkeit ein Kondensat aus Brüden verwendet, die bei der Wiederbelebung der zur Auswaschung schwacher, gasförmiger Säuren aus Gasen dienenden alkalischen reagierenden Waschflüssigkeiten erhalten werden.

Wirtschaftliche Rundschau

Die Erz- und Eisenindustrie von Biscaya im Jahre 1942

Wie das staatliche Bergbauamt der Provinz Biscaya bekannt gibt, entwickelte sich die Eisenerzförderung in den letzten Jahren wie folgt:

	1940		1941		1942	
	t	%	t	%	t	%
Rohes Rubioerz	440 179	29	266 121	27	184 825	24
Gewaschenes Rubioerz	462 000	30	392 959	40	269 575	35
Geröstete Karbonate	61 169	41	323 951	33	324 116	41
insgesamt	1 512 348		983 022		778 516	

Die Eisenerzförderung ist im Jahre 1942 um 204 146 t oder 20 % hinter dem Ergebnis des Vorjahres zurückgeblieben; gegenüber dem Jahre 1940 beträgt der Rückgang 48 %. Von 1941 auf 1942 hat sich der Förderrückgang besonders bei Rubioerzen fühlbar gemacht.

Am 31. Dezember 1942 befanden sich 1 052 939 t Eisenerze verkaufsbereit auf den Halde n gegenüber 1 290 000 t am 31. Dezember 1941, 1 060 000 t am 31. Dezember 1940 und nur 509 000 t zu Ende des Jahres 1939.

Verkauft wurden in den letzten beiden Jahren:

	1941	1942
	t	t
für die Ausfuhr	175 846	537 282
für den Inlandsverbrauch	632 858	593 990
zusammen	808 704	1 131 272

Die Ausfuhr hat sich demnach von ihrem Tiefstand im Jahre 1941 wieder erholen können, lag sogar noch über der des Jahres 1940 (447 978 t).

Ende 1942 wurden in den Eisenerzgruben der Biscaya 3092 Arbeiter (davon 287 unter Tage) beschäftigt oder 1478 weniger als Ende 1941.

Die Leistungsfähigkeit der Arbeiter ist um 22 kg auf 778 kg je Tag zurückgegangen. In gewöhnlichen Zeiten betrug die Leistung 1100 kg.

Die durchschnittlichen Unkosten (ohne Amortisation, neue Anlagen, geldliche Lasten usw.) lagen mit 35,10 Peseten um 2,2 Peseten höher als im Jahre 1941.

Die sich in den vorstehenden Zahlen, namentlich auch in dem Rückgang der Förderung ausdrückende schwierige Lage des Bergbaus in der Provinz Biscaya und die daraus in Verbindung mit der schwierigen Brennstoffversorgung für die Eisenindustrie entspringenden ungünstigen Wirkungen haben das staatliche Bergbauamt veranlaßt, in seinem Jahresbericht über 1942 den Gründen für diese Entwicklung nachzugehen. Es kommt dabei zu dem Ergebnis,

1. daß die Förderung absetzbarer Erze einen sehr großen Tiefstand erreicht hat, besonders hinsichtlich der Rubioerze;
2. daß der auf Lager befindliche Erzbestand in beunruhigender Weise ebenfalls abnimmt, ganz besonders auch hinsichtlich der Rubioerze;
3. daß inzwischen der durchschnittliche Selbstkostenpreis, wie bereits erwähnt, auf 35,10 Peseten angestiegen ist, und daß, wenn das Erzausfuhrgeschäft zusammenbricht, die für die Belieferung des Inlandmarktes bezahlten Erzepreise nicht zur Deckung der Erzförderkosten ausreichen. Die Bergbauindustrie muß dann mit derart großen Verlusten arbeiten, daß ihr Fortbestehen und ihre Entwicklung unmöglich gemacht wird;

4. daß dies alles noch erschwert wird durch die Tatsache, weil die Bergleute, deren Zahl dauernd im Absinken begriffen ist, in Wirklichkeit nicht entsprechende Tagesleistungen vollbringen. Will man also zu einer zweckmäßigen Lösung der Frage der Erzpreise kommen und die Förderung vorantreiben, so wird die Lösung dieser Frage durch den Mangel an Arbeitskräften erschwert werden; denn über die Aufrechterhaltung des Grundlohns hinaus wird es notwendig sein, Leistungsprämien zu gewähren mit der sich daraus ergebenden Verteuerung des Selbstkostenpreises der Erze;
5. daß es daher dringend nötig ist, die Lage, in der sich die Bergbauindustrie in der Biscaya befindet, zu klären, und zwar derart, daß solche Verkaufspreise für die Bergwerkserzeugnisse festgesetzt werden, die den Bergbau auch lebensfähig machen; denn anderenfalls ist zu befürchten, daß die einheimische Hüttenindustrie in nächster Zeit nicht mehr mit den zur Eisengewinnung nötigen Eisenerzen rechnen kann, zum größten Schaden für die nationale Wirtschaft.

Schließlich weist der Bericht noch darauf hin, daß eine Folge der dargelegten ersten Lage, die immer neue Sorgen bereitet, auch darin zu suchen ist, daß in den letzten Jahren keine neuen Erzvorkommen erschlossen und keinerlei Vorarbeiten für künftige Aufschlußbohrungen gemacht wurden. Mit den Erschließungsarbeiten solle man nicht weiter zögern, da diese ja sowieso zwangsläufig langsam vor sich gingen und kostspielig seien.

Für die Entwicklung der Eisen-, Stahl- und Walzwerks-erzeugung ergibt sich folgender Vergleich:

	Erzeugung der Hütten-, Stahl- und Walzwerke		
	1942	1941	+ oder -
	t	t	t
Koks	392 263	355 241	+ 37 022
Teer	16 363	17 640	- 1 277
Ammoniumsulfat	4 980	5 258	- 278
Benzol	4 335	4 280	+ 55
Roheisen	323 322	331 885	- 8 563
Rohstahl	366 340	398 872	- 32 532
Walzstahl ohne Weißblech	206 207	261 599	- 55 392
Weißblech	26 045	10 299	+ 5 746

Bei den meisten Erzeugnissen ist mithin eine Abnahme zu verzeichnen; nur die Gewinnung von Koks (und Benzol) hat zugenommen.

Der weitaus größte Teil der Erzeugung entfällt wiederum auf die Altos Hornos de Vizcaya, und zwar Koks 381 848 t, Teer 15 944 t, Ammoniumsulfat 4 942 t, Benzol 4 243 t, Roheisen 311 683 t, Rohstahl 292 287 t, Walzstahl 162 813 t und Weißblech 20 552 t.

Von der Stahlerzeugung entfielen auf:

	1942		1941	
	t	%	t	%
Bessemerstahl	172 258	47,2	193 686	48,5
Siemens-Martin-Stahl	188 882	51,4	196 506	49,3
Elektrostahl	5 200	1,4	8 680	2,2
zusammen	366 340		398 872	

Die Walzstahlerzeugung der Werke von Biscaya setzte sich im Jahre 1942 wie folgt zusammen:

	Altos Hornos de Vizcaya		Echevarria		Basconia	
	t	t	t	t	t	t
Halbzeug	12 384	6	1 377			
Stabstahl	42 697	4250	3 219			
Schienen	16 254	—	—			
Winkelstahl, T-Stahl	17 331	3918	2 109			
Formstahl, U-Stahl, Doppel-T-Stahl	15 448	—	1 363			
Walzdraht, Vierkantstahl	9 487	4549	4 941			
Bandstahl, Platinen, Breitstahl usw.	21 214	4388	415			
Mittel-, Grob- und Handelsblech	47 950	—	21 627			

Die Zahl der Angestellten und Arbeiter ist gegenüber dem Vorjahre von 13 943 auf 13 075 Köpfe gesunken (- 868).

An Rohstoffen wurden verbraucht:

	1942		1941	
	t	t	t	t
Eisenerz der Biscaya	522 361	557 249		
Eisenerz von Santander	149 158	95 718		
zusammen	671 519	652 967		

	1942	1941
	t	t
Mn-haltiges Erz von Cartagena	12 424	14 627
Mn-haltiges Erz von Huelva	1 261	1 207
Roheisen	287 885	299 553
Kalkstein	173 636	160 850
Steinkohle für die Dampferzeugung	159 371	139 688
Steinkohle für die Gaserzeugung	50 107	64 077
Steinkohle für die Verkokung	553 504	507 927
zusammen Steinkohle	762 982	711 692
Eigener Schrott	132 459	161 998
Gekaufter Schrott	23 218	21 493
zusammen Schrott	155 677	183 491
Ferromangan	4 688	3 987
Spiegeleisen	2 056	536
Silico-Spiegel	2 055	236
Ferrosilizium	1 227	1 051
Zinn	—	222
Von Werken erzeugter Koks	392 263	355 241
Gekaufter Koks	11 206	22 308
zusammen Koksverbrauch	403 469	377 549

Der tägliche Elektrizitätsverbrauch machte 343 500 kWh (399 974 kWh) aus.

Ausdehnung der amerikanischen Eisen- und Stahlindustrie

Die amerikanischen Eisen- und Stahlwerke haben seit 1938 zur Vergrößerung ihrer Leistungsfähigkeit und Verbesserung ihrer Anlagen rund 1 205 000 000 \$ aufgewendet, wie das American Iron and Steel Institute berichtet. Ein Drittel dieser Summe entfällt auf die Jahre 1938 bis 1940, 773 000 000 \$ verteilen sich auf die Jahre 1941 bis 1943. Regierung und Privatindustrie beabsichtigen, für das Jahr 1943 zur Erweiterung und Erneuerung der Werke etwa 650 000 000 \$ bereitzustellen. 30 % davon sind dazu bestimmt, die Leistungsfähigkeit der Hochofen- und Stahlwerke zu erhöhen; weitere 15 % sollen dem Ausbau der Walzwerke dienen und die restlichen 55 % der Errichtung sonstiger Anlagen, vornehmlich für die Weiterverarbeitung. Wenn diese Pläne ausgeführt sind, was noch im Laufe des Jahres der Fall sein soll, liegt die Leistungsfähigkeit der Hochofen um 20 % und die der Stahlwerke um 18 % höher als am 1. Januar 1938; die Elektro Stahlwerke werden dreieinhalbmal soviel leisten.

Aus der amerikanischen Stahlindustrie

Nach einer statistischen Aufstellung des American Iron and Steel Institute wird die Herstellung von Stahlplatten für Schiffe, Tanks usw. für 1942 auf 10,7 Mill. t angegeben gegen 5,625 Mill. t 1941, 3,922 Mill. t 1940 und 2,814 Mill. t 1939.

Von der Erzeugung des Jahres 1942 wurden 37,6 % auf umgebauten Bandwalzwerken hergestellt. Insgesamt lieferten die Bandwalzwerke also 4,026 Mill. t Platten gegen erst 0,906 Mill. t i. V. und 0,487 Mill. t im Jahre 1940. Die Bandwalzwerke lieferten noch 1939 überhaupt keine Platten. Die Folge dieser Umstellung war, daß die Warmwalzwerke 1942 an Bandstahl nur noch 1,725 Mill. t lieferten gegen 2,304 Mill. t i. V., 1,885 Mill. t im Jahre 1940 und 1,657 Mill. t im Jahre 1939.

Herstellung von Grob- und Mittelblechen 1939 bis 1942 (in 1000 metr. t)

	1942	1941	1940	1939
Grobbleche	10 700	5 625	3 922	2 814
Davon auf Bandstraßen hergestellt	4 026	906	487	—
Warmgewalzter Bandstahl	1 725	2 304	1 885	1 657
Schwarzbleche	8 345	12 340	10 620	9 101
Warmgewalzter Bandstahl für kalt reduziertes Schwarz- und Weißblech	2 977	3 926	2 816	2 422
Warmgewalzte Erzeugnisse insgesamt	24 102	24 779	19 845	16 817
Kaltgewalzte Bleche	1 822	3 982	3 293	2 786
Kaltgewalzter Bandstahl	890	1 282	852	695
Elektrolytisch verzinnertes Weißblech	74	—	—	—
Weißblech aller Art	2 474	3 183	2 485	2 438

Die Zahlentafel zeigt, daß erstmals 1942 geringe Mengen elektrolytisch verzinnnten Weißblechs hergestellt wurden.

Der Bericht gibt auch eine Uebersicht der 1942 fertiggestellten Stahlwerke. Es handelt sich hierbei vor allem um ein Werk der Sheffield Steel Corporation bei Houston, Texas, mit einer Jahresleistung von 183 000 t Siemens-Martin-Blöcken; ferner um ein Werk der Babcock-Wilcox Tube Co. bei Beaverfalls, Pa., mit einer Jahresleistung von 45 720 t Elektrostahlblöcken.

Im Bau befindlich waren die großen Werke der Columbia Steel Co. bei Geneva, Utah; ferner die Werke der Henry J. Kaiser Co. bei Montana, California; ein Elektrostahlwerk der Oregon Electric Steel Rolling Mills in Portland, Oregon, und ein kleineres Werk der Cabot Shops Incorporated bei Pampa, Texas.

Die gesamten Kapitalanlagen in der Stahlindustrie werden vom Institut für Ende 1942 auf 4,493 Mrd. \$ beziffert gegen 4,405 Mrd. \$ i. V. Die Leistungsfähigkeit für Rohstahl stellte sich auf 80,636 Mill. t gegen 77,254 Mill. t i. V.

Der Gesamtgewinn sank von 356,4 auf 253,1 Mill. \$, was einen Rückgang des Kapitalertrags von 8,09 auf 5,63 %

zur Folge hatte. Der eigentliche Reingewinn sank von 327,3 auf 221,2 Mill. \$.

Im Dezember betrug die Gesamtbeschäftigung der amerikanischen Stahlindustrie 937 968 Mann gegen 868 351 Mann i. V. An Löhnen und Gehältern wurden 2,176 Mrd. \$ gezahlt gegen 1,679 Mrd. \$ i. V.

Der durchschnittliche Stundenverdienst stellte sich auf 111,0 cents gegen 101,6 cents i. V. Die durchschnittliche Stundenzahl je Woche erhöhte sich von 38,8 auf 39,2 Stunden.

Die Steuerlast der Stahlindustrie stieg beträchtlich, nämlich von 590,9 auf 776,1 Mill. bei einer gleichzeitigen Steigerung der Bundesgewinnsteuern allein von 470,2 auf 654,4 Mill. \$. Die Dividenden sanken von 166,7 auf 152,7 Mill. \$.

Bemerkenswert ist, daß die Zahl der Arbeiter fast das Doppelte der Aktionäre beträgt. Einer Belegschaft von rd. 938 000 Mañn standen im Jahre 1942 Aktionäre im Umfange von nur rd. 550 000 Mann gegenüber.

Buchbesprechungen

Piwowsky, Eugen, Dr.-Ing. habil., ord. Professor der Eisenhüttenkunde, Leiter des Gießerei-Instituts der Technischen Hochschule Aachen und Inhaber des Lehrstuhls für allgemeine Metallkunde und das gesamte Gießereiwesen der Eisen- und Nichteisenmetalle: **Hochwertiges Gußeisen, seine Eigenschaften und die physikalische Metallurgie seiner Herstellung.**

Mit 1161 Abb. im Text. Berlin: Springer-Verlag 1942. (IX, 1005 S.) 8°. Geb. 114 RM.

Als der Berichtersteller vor Jahren die erste Auflage des Piowowskyschen Buches über hochwertigen Grauguß an dieser Stelle besprach¹⁾, konnte er mit Befriedigung feststellen, daß Deutschland damit führend in der Welt auf dem Gebiete des gießertechnischen Buchschrifftums wurde. Diesen Vorsprung hat Deutschland in den seitdem vergangenen dreizehn Jahren nie verloren. Natürlich ist das Wissen um das Gußeisen in dieser Zeit stark erweitert worden. Wenn nun also E. Piowowsky mit einer Neuauflage seines bewährten Buches herauskommt, so hat das seinen guten Grund und seine innere Berechtigung.

Da das Buch trotz der Kriegszeit im dreifachen Umfange seiner früheren Seitenzahl erscheint, so stellt diese große Arbeit nicht nur dem Fleiße und der Gründlichkeit des Verfassers das schönste Zeugnis aus, sondern zeigt auch das tiefe Verständnis des Verlags für die Bedürfnisse der Wissenschaft selbst im Kriege; allein schon die Papierbeschaffung und die Herstellung der Druckstöcke waren gewiß keine Kleinigkeit.

Jedoch handelt es sich bei der zweiten Auflage nicht nur um eine quantitative, sondern vielmehr noch um eine qualitative Leistung Piowowskys von hohem Grade. Wieder scheint er sich Nietzsches Forderung, „viel zu versprechen und mehr zu halten“, zur Richtschnur genommen zu haben, denn auch dieses Mal ist der Titel durchaus irreführend. Nicht nur „hochwertiges Gußeisen“ wird in dem Buche behandelt, sondern „Gußeisen“ schlechthin. Das Thema ist viel umfassender, als der Titel angibt. Wenn es schon das vorige Mal unmöglich war, auf Einzelheiten einzugehen, so ist es diesmal erst recht. Es seien deshalb vor allem die Erweiterungen berücksichtigt. Geblieben ist zunächst der Ton des ganzen Werkes, nämlich die Behandlung der Fragen auch dann vom wissenschaftlichen Standpunkt aus, wenn die Darstellung dadurch für manchen Praktiker „zu hoch“ wird. Bereits bei der vorigen Auflage wies der Berichtersteller zustimmend darauf hin, er möchte es auch diesmal mit Nachdruck tun. Geblieben ist auch die Zweiteilung des Lehrstoffes, nämlich die Besprechung des Werkstoffes Gußeisen und die seiner Herstellung und Anwendung. Während aber in der früheren Auflage die Ausführungen über die Schmelzerei den Text über die Eigenschaften des Werkstoffes — jedenfalls nach dem Geschmack des Berichterstatters — etwas unharmonisch unterbrochen, sind sie nun an die richtige Stelle, nämlich an den Schluß des Buches, gerückt.

Was nun den Inhalt selbst angeht, so ist überall die verbessernde und ergänzende Hand des Verfassers in hohem Maße spürbar. Zunächst ist der Teil, der sich mit den kon-

stitutionellen Fragen abgibt, durch die neuesten Arbeiten über das Dreistoffsystem Eisen-Silizium-Kohlenstoff, über den damit zusammenhängenden Mechanismus der Graphitisierung und durch Aufnahme der neuesten Gußeisendiagramme von Uhlitzsch und seinen Mitarbeitern erweitert worden. Die Besprechung der Herstellungsverfahren für hochwertigen Guß gibt Piowowsky Gelegenheit, sich mit Hanemanns Graphitkeimtheorie auseinanderzusetzen, der er seine Anschauungen über die molekulare Konstitution der Schmelze auf Grund seiner Aufschmelzversuche entgegenstellt.

Die Besprechung des Einflusses der Eisenbegleiter führt ihn zu den beachtenswerten Anschauungen von Meyersberg über die Verengungs- und Kerbwirkung des Graphits. Beim Phosphor wird nicht nur die Frage der Entphosphorung von Gußeisen ausführlicher als früher besprochen; es werden vielmehr auch die gerade heute wichtigen Arbeiten von Thum und Petri über den Einfluß des Phosphors auf die „Sprödigkeit“ des Graugusses in den Vordergrund gerückt. Auch die Entschwefelung wird eingehender gebracht, desgleichen Zerspanbarkeit und Verschleiß.

Ganz neu ist der Abschnitt über die mechanischen und elastischen Eigenschaften des Gußeisens, womit eine fühlbare Lücke geschlossen wird. Daß dabei die Besprechung der Biegefestigkeit und Durchbiegung einen besonders breiten Raum einnimmt, ist selbstverständlich, da man ja gerade mit dieser Probe die wichtigste Eigenschaft des Gußeisens, nicht dem Hookeschen Gesetze zu folgen, mit allen ihren Folgeerscheinungen am deutlichsten zeigen kann. Ueber die Schlagfestigkeit des Gußeisens weiß Piowowsky auf Grund eigener Arbeiten Maßgebendes zu sagen. Der Abschnitt über die „Normung des Gußeisens“ steht grundsätzlich etwas an falschen Platze; er hätte an den Schluß dieses Abschnittes gehört. Piowowsky hatte aber wohl mit dem Berichtersteller das Gefühl, man würde ihn vorteilhaft etwas in den geistigen Nachwirkungskreis des Abschnittes über Biegefestigkeit und Durchbiegung bringen, da dort Dinge stehen, die die Normung stark berühren. Daß es über die Warmfestigkeit des Gußeisens bereits so viel zu sagen gibt, wird mancher erst diesem Buche entnehmen. Neu ist endlich in diesem Teil des Werkes der Abschnitt über die Härtebarkeit des Gußeisens (thermische Nachbehandlung), wobei auch die praktischen Grenzen berücksichtigt werden. Im Kapitel über legiertes Gußeisen ist der Abschnitt über Vanadin im Vergleich zu anderen ein wenig zu lang ausgefallen, er sollte unbedingt auf das richtige Maß zurückgeführt werden; so wichtig ist Vanadin nun doch wieder nicht.

Der Abschnitt über den Kupolofen ist gleichfalls stark erweitert und überarbeitet. Es ist schade, daß bei dem sehr begrüßenswerten Ausbau einige Ausführungen über Verbrennlichkeit von Koks, die sich in der ersten Auflage fanden, unter den Tisch gefallen sind. Besonders stark hat den Berichtersteller begreiflicherweise Piowowskys Ausführungen über den mit Heißwind betriebenen Kupolofen interessiert. Die von Bader mitgeteilten η -Werte bei Heißwind ergänzen das Diagramm des Berichterstatters sehr befriedigend.

Wertvoll ist vor allem der Schlußteil des Buches, in dem einige wichtige Anwendungsgebiete des Gußeisens besprochen und empfehlenswerte Zusammensetzungen auf-

¹⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 246/47.

geführt werden. Der Quellennachweis ist äußerst umfangreich; mehr als 2000 Schriftumsstellen wurden verarbeitet. Jedoch wäre dringend zu wünschen, daß man, wenn schon Fußnoten vermieden werden, die Schriftumsstellen gleichmäßig am Schluß der mit römischen Zahlen bezeichneten Abschnitte einheitlich unterbringen sollte. Jetzt, wo sie einheitlich auch schon manchmal nach Unterabschnitten stehen, muß man immer erst suchen, ehe man die Quelle findet. Desgleichen wird auch ein alphabetisches Verfasserverzeichnis vermißt.

Die Ausstattung des Buches ist hervorragend. Mit diesem Werke wird der deutschen Gießereiwissenschaft wieder für viele Jahre die Führung im Schrifttum gesichert.

Hans Jungbluth.

Handbücherei des Kohlenkaufmanns. Herausgegeben vom Beauftragten für den Kohlenhandel in der Reichsgruppe Handel in Zusammenarbeit mit den Fachgruppen Kohlen Großhandel und Kohleneinzelhandel. Berlin: Verlag Deutsche Kohlenzeitung Wilhelm Ohst. 4°. Bd. 1: Die Kohle. Warenkunde für den Kohlenkaufmann. Von Dr.-Ing. W. Gumz VDI, Essen.

(Mit 146 Abb. und einem Anhang. 1943. 172 S.)

Brosch. 6 RM.

Die Zunahme des Fachwissens drängt zur Spezialisierung der praktischen und wissenschaftlichen Berufe. Die Spezialisierung der kaufmännischen Berufe erfordert wiederum gründ-

liches Fachwissen. Der Verein Deutscher Eisenhüttenleute, der sich seit zwei Jahrzehnten um gutes Einvernehmen und Zusammenarbeiten zwischen Ingenieur und Kaufmann bemüht hat, kann es nur auf das wärmste begrüßen, wenn von besten und schriftgewandten Sachverständigen technische Bücher für den Kaufmann geschrieben werden, wie hier für den Kohlenkaufmann, wohl gemerkt: nicht nur für den Kohlenverkäufer. Zum Handel gehören immer zwei, der Lieferer und der Bezieher.

Was hier geboten wird, ist Allgemeinbildung im besten Sinne, sowohl für den Verkäufer als auch den Käufer fester Brennstoffe, oder auch für jeden, der Anteil nimmt an den Grundlagen unseres technischen Jahrhunderts. Denn über das Wissen um das Wesen, die Geschichte, die Gewinnung und die Arten der Kohle hinaus muß heute mehr als je der Kohlenhändler sachverständig sein als Berater seiner Kunden; denn mehr als je gilt es, Brennstoff zu sparen und dabei nicht nur für jeden Verwendungszweck die richtige Sorte zu liefern, sondern auch zu zeigen, wie mit der knappen Kohle hausgehalten und wie die Feuerung und der Betrieb der Sortenlage angepaßt werden kann. Hier blüht dem Kohlenhandel eine Aufgabe von riesenhaftem Umfang.

Darüber hinaus ist das flüssig geschriebene Buch als Nachschlagewerk eine Bereicherung jeder technischen Handbücherei, und das sowohl ganz allgemein als auch für den Wärmefachmann sowie weiter für den Fachschulunterricht. Als Nachschlagewerk ist es durch seine Zahlentafeln, schaubildlichen Darstellungen und geologischen Karten sowie sonstigen Abbildungen ganz besonders geeignet. R.

Vereinsnachrichten

Berufung

Professor Dr.-Ing. Robert Durrer hat mit Zustimmung des Reichsministeriums für Wissenschaft, Erziehung und Volksbildung einen Ruf an die Eidgenössische Technische Hochschule in Zürich angenommen, wo er einen Lehrstuhl für Metallurgie unter besonderer Betonung des Eisens gründen wird. Bis zur Ernennung eines Nachfolgers wird er die Leitung des Instituts für Eisenhüttenkunde an der Technischen Hochschule Berlin beibehalten und auch die Vorlesungen weiterführen.

Fachausschüsse

Freitag, den 19. November 1943, 10 Uhr, findet im Eisenhüttenhaus, Düsseldorf, Ludwig-Knickmann-Straße 27, die

173. Sitzung des Ausschusses für Betriebswirtschaft statt mit folgender Tagesordnung:

1. Neuere Entwicklung und Aufgaben der Arbeitsphysiologie, besonders bei der Bewertung der körperlichen Arbeit.

Berichterstatter: Professor Dr. Lehmann, Dortmund.

2. Aufgaben der Arbeitspsychologie der Gegenwart.

Teil 1: Die Entwicklung des Eignungsuntersuchungswesens und ihre gegenwärtigen Fragestellungen.

Berichterstatter: Dr. E. Bornemann, Dortmund.

3. Aussprache.

Arbeitstagung der Eisenhütte Oberschlesien,
Bezirksverband des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute
im NSBDT.

Am Sonnabend, dem 16. Oktober 1943, hielt die Eisenhütte Oberschlesien, Bezirksverband des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT., in Gleiwitz eine Arbeitstagung ab, die sich wiederum eines starken Besuches erfreuen konnte und gleichzeitig den Beweis dafür erbrachte, daß in der ober-schlesischen Eisenhüttenfamilie gerade in diesen schweren Zeiten das Bedürfnis besteht, sich über die großen und kleinen Freuden und Leiden auszusprechen. Im Hinblick auf den immer härter werdenden Kampf um das Leben mußte der diesjährige Eisenhüttenstag nur im engsten Rahmen stattfinden und sich lediglich auf die Mitglieder der Eisenhütte Oberschlesien beschränken.

Nach der Begrüßung, in der der Vorsitzende S. Kreuzer, Gleiwitz, den obigen Gedanken Ausdruck gab, nahm zuerst F. Hilgenstock, Teschen, das Wort zu einem Vortrag über die

Rohstoffversorgung der ober-schlesischen Eisen schaffenden Industrie,

wobei er, von den Grundproblemen ausgehend, einige Forderungen für die zukünftige Entwicklung des ober-schlesischen Industriegebietes umriß.

Die ober-schlesische Eisenindustrie ist standortbedingt durch das ober-schlesische Steinkohlenvorkommen. Für die Eisengewinnung ist nur ein Teil der Kohlenmenge von primärer Bedeutung. Dabei steht die Entwicklung der Hochöfen in engem Zusammenhang mit der Güte des aus Kokskohle erzeugten Hochofenkokes.

In einem nächsten Abschnitt ging der Vortragende auf die Entwicklung der Erzversorgung Oberschlesiens in den früheren Jahren ein und besprach dann die heute der Eisenindustrie zur Verfügung stehenden Erze sowie die Aufteilung der Zufuhren an Eisenträgern auf Erze, auf Eigenentfall und Kreislaufstoffe. In gleicher Weise wurde auch die Entwicklung des Eisengehaltes der Zulieferungen und die Entwicklung der Bevorratung an Hochofenschmelzstoffen dargelegt. Fast noch wichtiger als die Erzversorgung ist die Schrottversorgung Oberschlesiens. Hierzu wurden die Verhältnisse zu Anfang des jetzigen Krieges geschildert und die Besserung, die sich im Laufe der Zeit ergab, besprochen. Auch in der Bedarfsdeckung an Kohle und Kalk sind keine Schwierigkeiten eingetreten und auch für die Zukunft nicht zu befürchten. Wenn so auch die Versorgungslage insgesamt als befriedigend anzusprechen ist, so muß die ober-schlesische Eisen schaffende Industrie für die Zukunft auf der Forderung bestehen, bei der Verteilung der phosphorreichen Erze in einem solchen Ausmaß beteiligt zu werden, daß neben dem bisherigen Siemens-Martin-Verfahren auch das Thomas-Verfahren durchgeführt werden kann.

Der nächste Vortrag von G. Striegan, Bobrek-Karf, beschäftigte sich mit der

Entwicklung der ober-schlesischen Rohstahlerzeugung

Einleitend streifte der Vortragende die vielversprechenden Ansätze zur Bildung eines einheitlichen und zeitgemäßen Industriegebietes unter Friedrich dem Großen. Auch in der Folgezeit ist für den fortschrittlichen Geist der ober-schlesischen Eisenhüttenleute die rasche Einführung technischer Neuerungen kennzeichnend gewesen (Siemens-Martin-Verfahren — Thomasverfahren). Der durch den Mangel einer eigenen Erzgrundlage notwendig gewordene Rückgriff auf ausländische Erze sowie die Unmöglichkeit, infolge der geringen Tragfähigkeit des ober-schlesischen Kokes auf große wirtschaftliche Hochofeneinheiten überzugehen, und schließ-

lich die ungünstige geographische Lage begrenzten die Leistungsfähigkeit der Eisenerzeugung etwa seit den Achtzigerjahren. Gleichwohl hat die oberschlesische Eisenindustrie im Weltkrieg erhebliche Beiträge zur deutschen Rohstahlerzeugung leisten können. Im Karwiner Gebiet kam die Rohstahlerzeugung durch die Erschließung der slowakischen Erze schon damals stärker in Fluß.

Auch im Dombrowaer Revier entwickelte sich frühzeitig auf der vorhandenen Erz- und Kohlengrundlage eine bodenständige Industrie, wobei bemerkenswert ist, daß in der Bankhütte die ersten Siemens-Martin-Oefen überhaupt des damaligen russischen Reiches zur Aufstellung kamen. In Auswirkung der hohen Kampfzölle Rußlands erfolgten nach 1879 weitere Neugründungen in diesem Gebiet durch deutsch-oberschlesische Unternehmungen (Sosnowitzer Röhrenwerke, Milowitzhütte, Katharinahütte, Warthenau). Von hier aus konnte die oberschlesische Eisenindustrie bis weit nach Rußland hinein wirken. Der unglückliche Ausgang des Weltkrieges beeinträchtigte die Entwicklung der Rohstahlerzeugung des nunmehr völlig zersplitterten Gebietes auf das empfindlichste.

Mit der Machtübernahme setzte dann zunächst in Westoberschlesien ein Zeitabschnitt des Aufstiegs ein, bis durch die grundsätzliche Bereinigung der Grenzen durch die deutsche Wehrmacht im Jahre 1939 erstmalig in der Geschichte der Eisenerzeugung Oberschlesiens die Möglichkeit zur einheitlichen Ausrichtung und Planung dieses Wirtschaftsraumes geboten wird. Bei dieser darf nicht übersehen werden, daß die Leistungsfähigkeit der SM.-Stahlwerke, welche den überwiegenden Teil der Rohstahlerzeugung erschmelzen, heute noch durch den hohen Phosphorgehalt des Stahlroh Eisens beeinträchtigt wird, und daß auf die Gewinnung namhafter Eisen- und Manganmengen vorläufig noch verzichtet werden muß. Die Ausweitung der Rohstahlerzeugung muß über ein Roheisen gehen, das jedenfalls im Herdofen nicht wirtschaftlich in Stahl übergeführt werden kann.

Trotz dieser Rohstoffschwierigkeiten und der einseitigen Festlegung auf das Siemens-Martin-Verfahren hält die Entwicklung der Rohstahlerzeugung durchaus mit derjenigen des Gesamtreiches nicht nur mengenmäßig, sondern auch qualitätsmäßig Schritt; sie wird diese günstige Entwicklung durch Rationalisierung und Ausbau auch in Zukunft fortsetzen.

In einem weiteren Vortrage behandelte G. Leder, Laband, die

Lage der oberschlesischen Walzwerke

und sprach über die erfolgreichen Maßnahmen zur Steigerung ihrer Leistung.

In seinem Ueberblick erinnerte der Vortragende zunächst an die Zeit vor der Rationalisierung. Kennzeichnend für die damalige Zeit war eine ungewöhnliche Gleichheit der Programme der einzelnen Werke, welche zu einer mangelhaften Ausnutzung der Straßen führte. Die Bereinigung der Walzprogramme wurde im Frühjahr 1942 eingeleitet und vollzog sich im Laufe des Jahres 1942 mit unerwartet geringen Schwierigkeiten. Dabei wurden sowohl bei den einzelnen Firmen als auch bei den einzelnen Straßen selbst die Walzprogramme in zunehmendem Umfange vereinfacht. In Auswirkung dieser Programmereinigung konnte eine beträchtliche Anzahl von Walzenstraßen stillgelegt und gleichzeitig eine wesentlich höhere Rohblockerzeugung durchgesetzt werden. Auf diese Art und Weise sind beträchtliche Reserven an Betriebsmitteln entstanden.

Bei der Beurteilung der Leistungssteigerung muß indessen noch beachtet werden, daß neben der mengenmäßigen Steigerung auch die Qualität der Erzeugnisse zunehmend verbessert werden konnte, obgleich beim Walzen von Qualitätsmaterial ein beträchtlicher Mehraufwand an Arbeit, vor allen Dingen in den dem Walzwerk nachgeordneten Zurichtereien, Glühereien usw., zu leisten war. Trotz dieser nicht geringen Schwierigkeiten sind die Walzwerker sehr schnell der Lage Herr geworden.

Die Reduktion des Anteils an Handelsqualitäten im Walzprogramm stellte erneut hohe Anforderungen an die vorhandenen Menschen und Betriebsmittel. Auch jetzt wird an dem Problem der Steigerung des Qualitätsanteils lebhaft gearbeitet, jedoch läßt sich der Erfolg der Umstellung noch nicht endgültig übersehen.

Der Vortragende schloß seine Ausführungen mit Betrachtungen über die Abstimmung von Rohstahl- und Walz-

werkskapazität, die für die weiteren Planungen von Belang sind.

Ueber die

Aufgaben des Energie-Ingenieurs in oberschlesischen Eisenhüttenwerken

berichtete L. Kaspers, Bismarckhütte. Er konnte in diesem Zusammenhang auf beachtliche Erfolge in der energiesparenden Tätigkeit der oberschlesischen Eisenhüttenleute hinweisen.

Der Vortragende umriß die beiden Hauptaufgaben des Energie-Ingenieurs, die auf der einen Seite darin bestehen, mit möglichst geringem Arbeitseinsatz den Energieverbrauch je Erzeugungseinheit auf ein Mindestmaß herabzudrücken, und auf der anderen Seite, den Energieverbrauch so planmäßig zu lenken, daß durch eine gleichmäßig hohe Belastung aus den vorhandenen Energieerzeugungsanlagen ein Höchstmaß an Energie zur Verfügung gestellt wird, um durch beide Maßnahmen eine Ausweitung der Erzeugung zu ermöglichen, ohne erst der unmittelbaren Erzeugung und Fertigung auf verhältnismäßig lange Zeit Arbeitskräfte zur Erstellung neuer Energieerzeugungsanlagen entziehen zu müssen.

Für die Kriegszeit sei die Aufgabe des Energie-Ingenieurs überhaupt in erster Linie unter dem Gesichtspunkt des Arbeitseinsatzes zu betrachten. Dann erst zeige sich die Größe und Bedeutung der Aufgaben des Energie-Ingenieurs. Am Beispiel der Energiewirtschaft oberschlesischer Hüttenwerke zeigte er die Auswirkungen sparsamen Energieverbrauchs und gesteigerter Ausnutzung der Energieerzeugungsanlagen auf den Arbeitseinsatz. Durch die gegenüber dem Vorjahr erzielten Energieersparnisse sei es gelungen, eine Energiemenge einzusparen, die einer Kohlenmenge von 28 000 t je Monat entspräche. Diese Energieeinsparung bedeute gleichzeitig die Einsparung von etwa 800 Arbeitskräften, die für die Bereitstellung dieser Energiemengen notwendig gewesen wären.

Alle Erfolge auf diesem Gebiet müßten jedoch Stückwerk bleiben, wenn nicht in steigendem Maße alle Gefolgschaftsmitglieder der Betriebe zu dieser Aufgabe ihr Teil beitragen. — Mit einem Appell an die Ingenieure der Werke, die Arbeiten des Energie-Ingenieurs zu unterstützen, schloß der Bericht.

Anschließend daran führte J. W. Reichert, Hauptgeschäftsführer der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie, Berlin, mit seinem Vortrag über die

Kriegsanstrengungen der feindlichen Eisenindustrien

die Versammlung aus dem rein Fachlichen hinaus und zeichnete in eindrucksvoller Weise die übergeordneten Zusammenhänge auf, welche sich durch die weitgehenden Verschiebungen in der europäischen Eisenwirtschaft in den Kräfteverhältnissen der beiderseitigen Mächtigkeitsgruppen zugunsten Deutschlands und zuungunsten der Feinde ergeben haben. Dank der militärischen Erfolge stehen Rohstoffversorgung und Erzeugung der deutschen Eisen schaffenden Industrie gesichert da, während England infolge der Vertreibung vom Festlande die wertvollsten Bezugsgebiete für Eisenerze, Manganerze, Roheisen, Ferrolegierungen, Halbzeug, Fertigerzeugnisse der Walzwerke, Edelstahl, Maschinen usw. in Europa verloren hat. Die Sowjet-Union hat ihre größten Erz- und Kohlengebiete sowie Hüttenreviere nicht davor schützen können, Kriegsschauplatz zu werden; sie sind inzwischen der Vernichtung anheimgefallen.

Diese Verluste Englands und der Sowjet-Union in Kapazitäten der Eisenindustrie sind größer, als der Ausbau der amerikanischen Eisenindustrie an neuen Werken und Leistungen hervorgebracht hat. Ferner haben die Vereinigten Staaten und Großbritannien infolge der japanischen Siege in Ostasien die wichtigsten strategischen Rohstoffquellen verloren, die nur zum Teil durch Erzeugung an anderen Stellen des Erdballes ersetzt werden können.

In seinem Schlußwort brachte der Vorsitzende den aufrichtigen Dank der Versammlung noch besonders zum Ausdruck und erinnerte daran, daß es der Geist und die Haltung unseres Volkes sein werden, welche uns wieder zum Zuge kommen lassen und zum schließlichen Siege führen werden. Er schloß die wohlgelungene Arbeitstagung mit dem Gelöbnis, auch in diesen ersten Tagen unserem Führer treueste Gefolgschaft zu bewahren.

Bei einem kameradschaftlichen Zusammensein hatten die zahlreichen Teilnehmer noch Gelegenheit zu einem längeren Erfahrungs- und Gedankenaustausch.