

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute

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

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

HEFT 10

7. MÄRZ 1940

60. JAHRGANG

Vorversuche zum Betrieb von Siemens-Martin-Oefen mit Gichtgasbeheizung unter Verwendung von sauerstoffreicher Luft.

Von Georg Bulle in Sterkrade.

[Bericht Nr. 364 des Stahlwerksausschusses und Mitteilung Nr. 279 der Wärmestelle des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute*].

(In einem Trommelofen wird durch Schmelzversuche mit Gichtgas und Sauerstoff nachgewiesen, daß der Betrieb von Siemens-Martin-Oefen mit Gichtgasbeheizung unter Verwendung von sauerstoffreicher Luft möglich ist.)

Bekanntlich verfügen zahlreiche Hüttenwerke über große Ueberschüsse ungenutzter Gichtgase, andere sind gezwungen, Gichtgas in Kesseln oder anderen Feuerungen zu verwerten, wo auch minderwertige Brennstoffe aller Art ausreichen würden und die nützliche Gasform des Gichtgases ungenutzt bleibt. Wenn es gelingt, diese Gichtgasüberschüsse zusätzlich zur Erschmelzung von Siemens-Martin-Stahl zu verwerten, würden gewaltige wirtschaftliche Werte gewonnen, wie sich in jedem Siemens-Martin-Werk leicht nachrechnen läßt.

Da das Gichtgas infolge seines geringen Heizwertes selbst bei hoher Vorwärmung von Gas und Luft zur Beheizung eines Stahlschmelzofens nicht ausreicht, kann an eine Benutzung der Gichtgase als Stahlschmelzbrennstoff nicht gedacht werden, wenn nicht eine Erhöhung der Verbrennungstemperatur durch Sauerstoffzusatz erreicht wird. Nach *Zahlentafel 1* sollte es möglich sein, mit heißem

Zahlentafel 1. Theoretische Verbrennungstemperatur.

Bei kaltem Koksofengas und kalter Luft	2280°	Stahlschmelzung unmöglich
Bei kaltem Koksofengas und heißer Luft (1000°)	2886°	Stahlschmelzung möglich
Bei kaltem Gichtgas und heißer Luft (1000°)	1775°	Stahlschmelzung unmöglich
Bei heißem Gichtgas (1000°) und heißer Luft (1000°)	2360°	Stahlschmelzung unmöglich
Bei heißem Gichtgas (1000°) und kaltem Sauerstoff	2900°	Stahlschmelzung theoretisch möglich
Bei heißem Gichtgas (1000°) und heißem Sauerstoff (1000°)	2970°	Stahlschmelzung theoretisch möglich

Gichtgas und kaltem Sauerstoff Stahl noch besser zu schmelzen als, wie jetzt vielfach üblich, mit heißer Luft und kaltem Koksofengas. Wenn der zur Verbrennung notwendige Sauerstoff auch noch vorgewärmt wird, steigt der Wert des Gichtgases sogar wesentlich über denjenigen der heute üblichen Ferngasöfen an. Es wird also möglich sein, den Sauerstoff zu magern, also das Stahlschmelzen

*) Erstattet vor dem Unterausschuß für den Siemens-Martin-Betrieb am 19. Januar 1940 in Düsseldorf. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

mit heißem Gichtgas und einem Gemisch von heißer Luft und heißem Sauerstoff vorzunehmen.

Zur Verwirklichung dieser Ueberlegungen im Siemens-Martin-Betrieb bedarf es einiger Vorversuche, denn:

1. Das Verhältnis von Gas und Sauerstoff oder Gas und Sauerstoff-Luft-Gemisch ist wesentlich anders als bei Koksofengas oder Generatorgas (Luftbedarf je m³ Koksofengas: 4 m³, Luftbedarf je m³ Gichtgas: 0,76 m³; Sauerstoffbedarf je m³ Gichtgas: 0,16 m³). Deshalb muß der Gasvorwärmer wesentlich größer gestaltet werden als der Luftvorwärmer, gleichgültig ob man die Regenerativ-Bauweise des Ofens beibehält oder zum Rekuperativ-Siemens-Martin-Ofen übergeht.

2. Der Verbrennungsvorgang bei Gichtgasfeuerung ist anders als z. B. bei Koksofengas oder Generatorgas, und es ist die Verbrennungsbeschleunigung durch Sauerstoffzusatz größenmäßig noch unbekannt.

3. Der Wärmeübergang der wasserdampfarmen Gichtgasflamme ist wahrscheinlich schlechter als der Wärmeübergang der Koksofengas- und Generatorgasflamme und wird wahrscheinlich in noch höherem Maße durch Karburierung verbessert werden müssen.

4. Der Einfluß der wasserdampfarmen Gichtgasflamme auf die Stahlgüte ist wahrscheinlich wesentlich günstiger als bei Koksofengas oder Generatorgas, da eine geringere Frischwirkung zu erwarten steht. Dieser Punkt bedarf aber noch der Aufklärung.

Diese vier Punkte müssen erst im kleinen Ofen geklärt sein, ehe eine Umstellung der großen Oefen auf Gichtgas-Sauerstoff-Betrieb erfolgen kann. Dabei wird es möglich sein, in verhältnismäßig kleinen Oefen erst einmal allgemein festzustellen, ob sich Stahl mit Gichtgas und Sauerstoff überhaupt schmelzen läßt, und welche Gesichtspunkte bei der Brennerausbildung und Flammenführung zu beachten sind. An einem größeren Versuchsofen kann dann der Einfluß der Gichtgas-Sauerstoff-Flamme auf die Stahlgüte festgestellt werden.

Es wurden dementsprechend die Versuche mit einem kleinen Versuchsschmelzofen von 100 kg Fassung begonnen. Die Größe ergab sich aus der Leistungsfähigkeit der Sauerstoffanlage des Betriebes. Die Errichtung eines 2,5-t-Versuchsofens war für später ins Auge gefaßt.

Die zunächst geschaffene Kleinversuchs-Anlage ist aus Bild 1 zu ersehen. Als Ofen dient ein Blechrohr von 2 m Länge und 1,2 m Dmr., das zunächst mit 300 mm Teer-Magnesit-Futter ausgestampft wurde, später ein Futter von 200-mm-Teer-Magnesit-Masse und 200-mm-Superdiasteinen erhielt. Außerdem wurde der Ofen im Laufe der Versuche mit 60-mm-Sterchamolsteinen außen isoliert. Zur Bedienung des Ofens war anfangs eine seitliche Einsatztür vorgesehen, die später zur Einsparung von Wärmestrahlungsverlusten fortfiel. Die Bedienung des Ofens (Einsetzen, Rühren, Zusetzen, Probenahme) geschah von da an durch die Fuchsöffnung.

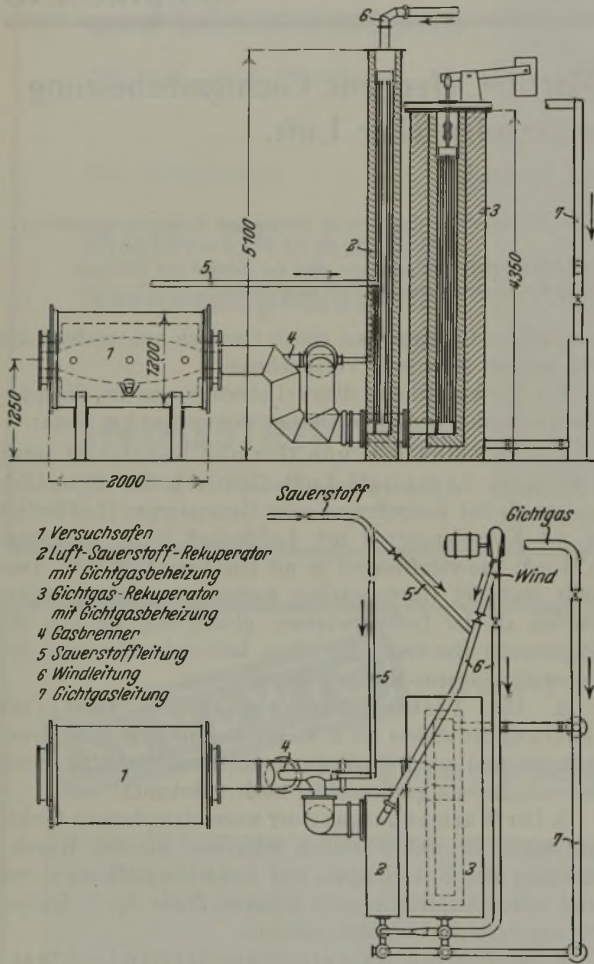


Bild 1. Versuchsofen zum Stahlschmelzen mit Gichtgas und Sauerstoff oder sauerstoffreicher Luft.

Zur Beheizung des Ofens dient ein Strahlbrenner (Bild 2), dessen Form im Laufe der Versuche verschiedentlich geändert wurde. Das heiße Gichtgas wird außen, die kalte Luft innen zugeführt. Soll der Brenner statt mit Luft mit Sauerstoff arbeiten, so wird die Luftdüse entfernt und durch ein einzölliges Zentralrohr ersetzt, das vorn geschlossen und seitlich mit 8 kleinen Löchern von 7 mm Dmr. versehen ist, also scharfe Kreuzstrommischung von Sauerstoff und Gas bewirkt.

Zur Herstellung des Heißgases dient ein Schack-scher Röhrenrekuperator mit Gichtgasbeheizung (zwei Züge), der mit dem Ofen durch ein ausgemauertes Rohr (100 mm Dmr. lichte Weite) verbunden ist. (Berechnet für 100 m³ Heißgas von 900°, Druckverlust 120 mm WS, Feuerungsgas 50 m³, Abgastemperatur 1100 auf 300°, $\eta = 69,5\%$.) Später wurde noch ein Heißwindrekupe-

rator (ein Zug) nach Schack aufgestellt mit folgenden Betriebszahlen: 100 m³ Wind von 750°, Druckverlust 85 mm WS, Feuerungsgas 34 m³, Abgastemperatur 1100 bis 250°, $\eta = 75\%$. Wind für Ofen und Rekuperator liefert ein kleiner Ventilator. Der Sauerstoff fließt von einer Gruppe von fünf Sauerstoffflaschen zu, die laufend von einer danebenliegenden Sauerstofffabrik ergänzt werden.

Gemessen wird die Sauerstoffmenge durch Gasuhr, die Gichtgas- und Luftmenge durch Staurand und U-Rohr, die Drücke (Sauerstoff, Gichtgas, Wind) durch U-Rohr, die Temperaturen (Brennraum, Rekuperator, Gichtgas) durch Thermoelement und Millivoltanzeiger sowie die Ofen- und Stahltemperaturen optisch (Pyropto). Während der Versuche wurden alle Meßwerte viertelstündlich vermerkt.

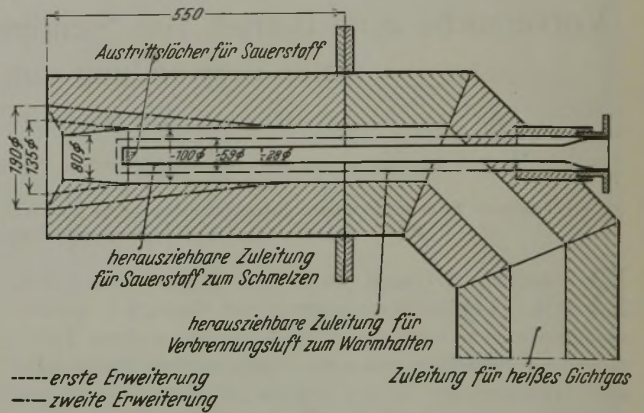


Bild 2. Brenner für heißes Gichtgas und kalten Sauerstoff.

Vorversuche.

In der Zeit vom 10. bis 15. Juli 1938 fanden mit leerem Ofen einige Vorversuche statt, um die beste Brennerform herauszufinden. Zuerst fand ein Strahlbrenner Verwendung, bei dem zum Zwecke der Flammenreckung über dem 1,6 m langen Herd hin Gichtgas und Sauerstoff nahezu im Parallelstrom in den Ofen traten, und es zeigte sich, daß ein solcher Brenner zu langflammig arbeitet. Bei Verwendung heißen Gichtgases von 600 bis 700° und reinem kaltem Sauerstoff ergab sich ein langer bis zum Fuchs hin brennender Flammenbalken mit einem etwa 35 cm langen blauen Kern, ein Flammenbild also, wie es bei Heißgas und Kaltluft auch nicht anders erreicht wurde. Deshalb wurde dann der erwähnte Kreuzstrombrenner entwickelt und mit Heißgas und kaltem Sauerstoff eine heiße farblose Flamme erzielt, die nur selten ein Züngeln sehen ließ und zum Fuchs heraus brannte.

Bei den Vorversuchen ließen sich infolge zu großer Wärmedurchlässigkeit des reinen Magnesitfutters mit 105 m³ Gichtgas/h und 26 m³ Sauerstoff/h nur 1415° im Ofen erreichen, deshalb wurde das Magnesitfutter durch ein gut isolierendes Magnesit-Superdia-Futter ersetzt.

Versuche.

Stahlschmelzversuche mit Gichtgas und Sauerstoff.

Bei den eigentlichen Versuchen wurden immer je rd. 100 kg Stahl geschmolzen, und zwar zuerst aus einem Einsatz von 20 kg Roheisen, 80 kg Schrott und 2,5 kg Ferromangan (50prozentig), später aus 40 kg Roheisen, 60 kg Schrott und 2,5 kg Ferromangan (50prozentig). Dabei wurde anfangs zuerst Schrott, dann Roheisen und zuletzt wieder Schrott eingesetzt; später wurde regelmäßig in der Weise verfahren, daß 60 kg Schrott eingeschmolzen wurden, dann 30 kg Roheisen und 2,5 kg bis 3 kg Kalk eingesetzt

und nach Eintreten eines ruhigen Kochens mit 10 kg Roheisen und 2,5 kg Ferromangan fertiggemacht wurde. Vor dem Fertigmachen wurde von Stahl und Schlacke eine Vorprobe, beim Abstich eine Fertigprobe genommen. Der Stahl wurde in eine Kokille abgestochen. Der Ofen wurde mit kaltem Gichtgas und kalter Luft warmgehalten, 16 h vor Beginn des Versuches auf Heißgas und Luft und 2 h vor Versuchsbeginn auf Heißgas und Sauerstoff umgestellt und auf diese Weise heiß gefahren. Es folgten dann jeweils

Zusammensetzung von Stahl und Schlacke.

Stahl	C %	Mn %	P %	S %	Rotbruchprobe
Vorprobe	0,03	0,10	0,012	0,026	—
Fertigprobe	0,15	0,70	0,019	0,021	halb gut

Schlacke	Fe %	Mn %	P %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %
Fertigprobe	20,84	12,2	0,32	16,61	2,27	23,45	12,94

Ofentemperatur: 1630 bis 1750°.

Dauer der Schmelze: 10.22 bis 11.50 Uhr = 88 min.

Gasverbrauch während der Schmelze: 208 m³ Gichtgas zu 675° und 47 m³ Sauerstoff.

Schon bei dem ersten Schmelzversuch stellte sich heraus, daß sich Stahl mit heißem Gichtgas und kaltem Sauerstoff ohne Schwierigkeiten schmelzen ließ. Aber der Stahl war rotbrüchig, und wenn auch die Flamme verhältnismäßig kurzflämmig aussah und Temperatur sowie Abgasanalyse gleichmäßige Werte über die Länge des Ofengefäßes aufwies, so konnte man doch ein Wegblasen der Schlacke vor dem Brenner erkennen.

Deshalb wurden folgende Aenderungen versucht:

1. Der anfangs geneigte Brenner wurde waagrecht gelegt (Schmelze 2 und 3). Die Maßnahme genügte nicht, die Ueberoxydation des Stahles und das Fortblasen der Schlacke dauerten an.

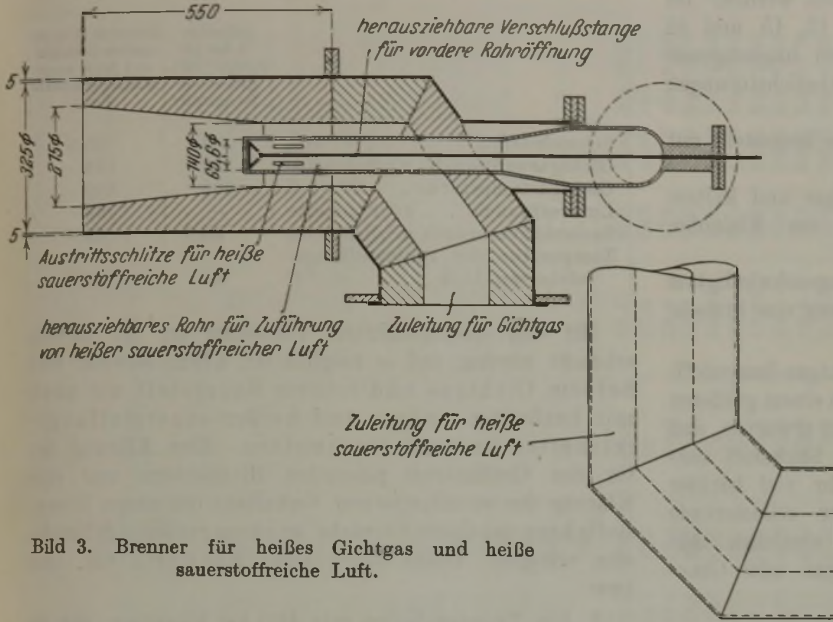


Bild 3. Brenner für heißes Gichtgas und heiße sauerstoffreiche Luft.

1 bis 4 Versuchsschmelzen mit Heißgas und Sauerstoff. Nachfolgend ist das Beispiel einer Schmelze Nr. X angegeben.

die Ueberoxydation des Stahles und das Fortblasen der Schlacke dauerten an.

Schmelzverlauf X.

- 10.22 bis 10.27 Uhr: Einsetzen von 60 kg Schrott.
- 10.52 Uhr: Eingeschmolzen, Bad blank.
- 10.58 Uhr: Einsetzen von 30 kg Roheisen und 3 kg Kalk.
- 11.15 Uhr: Eingeschmolzen, Bad kocht und Schlacke schäumt, Probe unmöglich, weil Stahl noch zu kalt, Zusatz von 0,5 kg Sand.
- 11.25 Uhr: Bad milchig, kleine Blasen, Vorprobe.
- 11.30 Uhr: Einsetzen von 10 kg Roheisen.
- 11.41 Uhr: Zusatz von 1 Schaufel Sand.
- 11.43 Uhr: Einsetzen von 2,5 kg Ferromangan.
- 11.48 Uhr: Bad kocht am Brenner stark, sonst schwächer.
- 11.50 Uhr: Abstich, kocht über die Kokille, Herd rein.

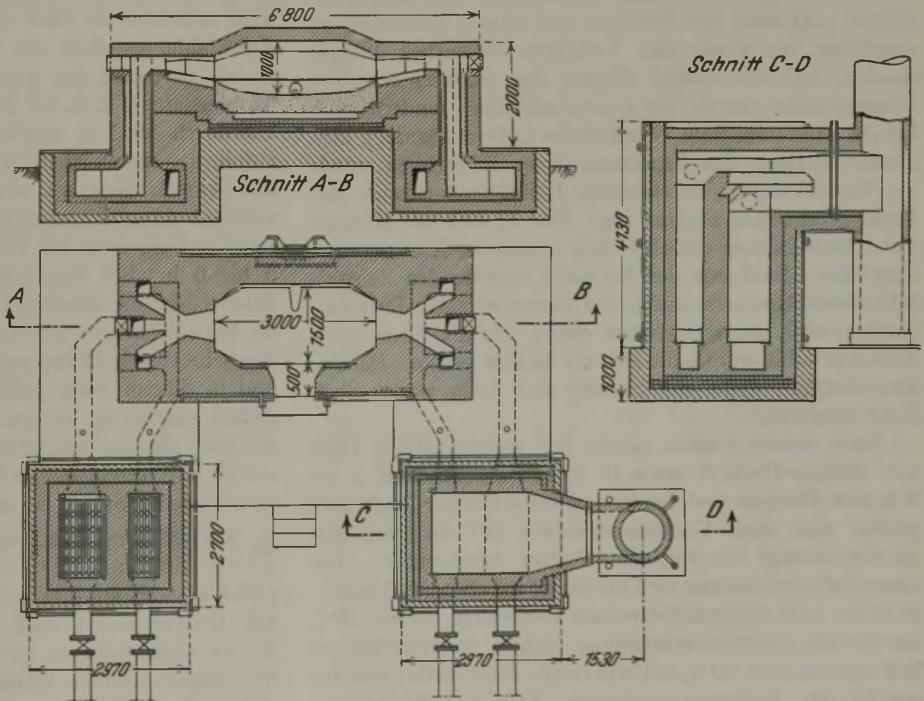


Bild 4. Versuchsofen für weitere Stahlschmelzversuche mit Gichtgas und sauerstoffreicher Luft.

Summe Einsatz: 60 kg Schrott, 40 kg Roheisen, 2,5 kg Ferromangan, 3 kg Kalk.

2. Die Flammenaustrittsgeschwindigkeit wurde auf ein Drittel vermindert durch Erweiterung des Brennermauls von 80 mm Dmr. auf 135 mm Dmr. (Schmelze 4 bis 7). Die Stahlgüte war wesentlich besser und bei zwei Schmelzen

schon nahezu zufriedenstellend, das Wegblasen der Schlacke hat nachgelassen.

3. Die Flammenaustrittsgeschwindigkeit wurde durch Erweiterung des Brennermauls auf 190 mm Dmr. weiter auf theoretisch 9% des Anfangswertes vermindert (Schmelze 8 bis 16).

Das Bad kochte zuerst am Brenner, später am Fuhs; die Flammengeschwindigkeit war also etwas zu klein für den Ofen, es konnte bei Schmelze 10, 13 und 14 eine für den Kleinofen ausreichende Stahlgüte erzielt werden. Im übrigen traten bei den Schmelzen 8, 9, 12, 15 und 16 unbefriedigende Schmelzbedingungen durch ungenügende Vorwärmung des Ofengefäßes und Abstichstörungen (Schmelze 12) ein.

Insgesamt wurden 16 Versuchsschmelzen hergestellt mit dem Ergebnis:

1. Stahl läßt sich mit heißem Gichtgas und kaltem Sauerstoff ohne Schwierigkeiten sogar im Kleinofen schmelzen.

2. Bei Anwendung geringer Flammgeschwindigkeit läßt sich bei Gichtgas- und Sauerstoffheizung eine brauchbare Stahlgüte erreichen.

Es ist klar, daß sich der Einfluß der Gichtgas-Sauerstoff-Flamme auf ein Stahlbad genauestens nur in einem größeren Versuchsofen feststellen läßt; aber es ist zu erwarten, daß sich mit der fast nur Kohlensäure und Stickstoff enthaltenden Gichtgas-Sauerstoff-Flamme sehr viel leichter eine qualitativ erwünschte neutrale oder reduzierende Schmelzung zur Erzielung guten Stahles erreichen läßt als mit der wasserdampfreichen Koksofengas- oder Generatorgasflamme.

Stahlschmelzversuche mit Gichtgas und mit sauerstoffangereicherter Luft.

Würde es gelingen, Stahl mit Gichtgas und sauerstoffreicher Luft statt mit Gichtgas und reinem Sauerstoff zu schmelzen, so würde das Verfahren wesentlich billiger werden, und die heißen Abgase des Stahlschmelzofens könnten nicht nur für die Gasvorwärmung, sondern auch für die dann unbedingt erforderliche Luftvorwärmung ausgenutzt werden. Zur Erprobung dieser Möglichkeit wurde die Versuchsanlage durch einen Heißluftrekuperator mit Gichtgasbeheizung ergänzt (vgl. Bild 1) und der Brenner unter Beibehaltung des als richtig erkannten Kreuzstromes umgebaut. Im Laufe der Versuche brannte das Zentralrohr dieses Brenners, durch das sauerstoffreiche Luft eingeführt wird, verschiedentlich durch, bis die Form nach Bild 3 gewählt wurde, die sich als haltbar erwies. Der für Dauerbetrieb entworfene Brenner aus Stein wurde noch nicht ausgeführt.

Nach diesem Umbau wurde der warmgehaltene Ofen mit Heißgas-Heißluft etwa 16 h und anschließend 2 bis 3 h mit Heißgas und heißer sauerstoffreicher Luft aufgeheizt und dann Versuchsschmelzen mit derselben Zusammensetzung wie vor dem Umbau durchgeführt. Die Sauerstoffanreicherung der Luft wurde auf etwa 38% Sauerstoff im Luft-Sauerstoff-Gemisch festgesetzt, wobei 50% der für die Gichtgasverbrennung nötigen Sauerstoffmenge in Form von Luft, 50% in Form reinen Sauerstoffs zugesetzt wurde. Die Vorversuche ergaben, daß sich Stahl mit heißem Gichtgas und auf 38% sauerstoffangereicherter Luft einwandfrei schmelzen läßt, d. h. mit der Hälfte des bei reinem Gichtgas-Sauerstoff-Betrieb notwendigen Sauerstoffes.

Allerdings konnten in bezug auf Schmelzzeit, Ofentemperatur und Gasverbrauch nicht ganz so günstige Werte

erreicht werden wie bei Betrieb mit reinem Sauerstoff. Die Stahlgüte war dem Augenschein nach ausreichend. Es wurden 13 Versuchsschmelzen hergestellt. Die Beobachtungswerte sind im einzelnen aus *Zahlentafel 2* zu ersehen. Die Mittelwerte der Versuchsreihen mit reinem Sauerstoff und sauerstoffangereicherter Luft sind nachstehend zusammengestellt (*Zahlentafel 3*).

Zahlentafel 3. Gegenüberstellung der Mittelwerte aus den beiden Versuchsreihen.

	Schmelze 2 bis 16 (heißes Gichtgas, reiner Sauerstoff)	Schmelze 17 bis 29 (heißes Gichtgas und heiße sauerstoffangereicherte Luft)
Schmelzdauer min	84	96,5
Gichtgasverbrauch m ³ /Schmelze	180	198
Gichtgastemperatur °C	663	810
Luftverbrauch . . m ³ /Schmelze	—	82
Sauerstoffverbrauch m ³ /Schmelze	38,3	21,9
Temperatur der sauerstoffangereicherten Luft . . . rd. °C	20	745

Mit den durchgeführten Versuchen ist der Beweis erbracht worden, daß es möglich ist, Stahl sowohl mit heißem Gichtgas und reinem Sauerstoff als auch mit heißem Gichtgas und heißer sauerstoffangereicherter Luft zu erschmelzen. Eine Klärung der für den Großbetrieb passenden Brennerform und eine Klärung des metallurgischen Verhaltens des neuen Brennstoffs kann nur durch Versuche an einem größeren Schmelzofen erfolgen. Dafür liegen zwei Entwürfe vor, und zwar:

1. Ein Trommelofen mit 400 kg Fassung, der an die bestehende Vorwärmanrichtung für Gas und Luft angebaut werden kann und sich deshalb verhältnismäßig billig erstellen und betreiben läßt. Dieser Trommelofen wird außerdem so stark isoliert und ausgemauert, daß der Ausstrahlungsverlust des Gefäßes nicht wesentlich größer ist als derjenige des jetzt im Versuchsbetrieb benutzten Trommelofens, d. h. rd. 14 000 kcal/h statt 12 800 kcal/h. Hierdurch wird es möglich, ohne stark gesteigerte Gaszufuhr den Schmelzbetrieb durchzuführen. Natürlich steigt die Schmelzdauer bei nicht gesteigerter Gaszufuhr, aber vervierfachtem Fassungsvermögen (400 kg statt 100 kg jetzt) auf das Drei- bis Vierfache an, also von jetzt 1½ auf 5 bis 6 h. Bei Verstärkung der Gaszufuhr könnte die Schmelzleistung allerdings erhöht werden, doch wird dann die Vorwärmung in den vorhandenen auf die kleine Trommel zugeschnittenen Rekuperatoren nicht mehr voll ausreichen, und in diesem Falle müßte mit einem hohen Sauerstoffzusatz gearbeitet werden. Trotzdem wäre die Trommel geeignet, das metallurgische Verhalten des neuen Brennstoffes mit verschiedenen Arten Einsatz und bei Erzeugung verschiedener Stähle zu erforschen.

2. Günstiger, aber teurer wäre die Beschaffung eines Klein-Siemens-Martin-Ofens für 2,5 t Fassung (Bild 4), weil die hier gesammelten Erfahrungen in bezug auf Brennerbauart und metallurgische Behandlung der Stähle ohne weiteres auf den Groß-Siemens-Martin-Ofen übertragen werden können. Der Klein-Siemens-Martin-Ofen würde allerdings neben den erhöhten Anlagekosten den Nachteil haben, daß die Herbeischaffung genügender Sauerstoffmengen und auch das Einsetzen und Bedienen des größeren Ofens wesentlich mehr Schwierigkeiten machen. Baulich weist der Ofen folgende Eigentümlichkeiten gegenüber anderen Siemens-Martin-Ofen auf:

Zahlentafel 2. Versuchsergebnisse der Erschmelzung von Stahl mit Gichtgas und Sauerstoff. (Versuchsreihe 1 und 2.)

Nr. der Schmelze	Einsatz			Stahlsammensetzung					Stabilität	Dauer der Schmelze min	Gichtgas		Luft		Sauerstoff		Ofentemperatur	Bemerkungen
	Roheisen kg	Schrott kg	Ferromangan kg	Kalk kg	C %	Mn %	P %	S %			m ³ /Schmelze	Temperatur (Gas) °	m ³ /Schmelze	Temperatur °	m ³ /Schmelze	Temperatur °		
1	22	80	2,5	4	0,05	0,12	0,010	0,012	heiß	84	161	420	710	—	31,4	—	1660 bis 1720	
2	20	80	2,5	4	0,03	0,04	0,019	0,007	heiß	105	195	410	640	—	39,8	—	1650 bis 1710	
3	30	70	2,5	3	0,04	0,05	0,026	0,006	weich	63	138	420	654	—	20,9	—	1680 bis 1780	
4	40	60	2,5	2,5	0,04	0,14	0,023	0,019	Rotbruch	60	176	430	685	—	38,3	—	1480 bis 1730	
5	40	60	2,5	2,5	0,03	0,09	0,018	0,016	Rotbruch	63	147	440	649	—	32	—	1560 bis 1760	
6	40	60	2,5	2,5	0,05	0,21	0,014	0,015	besser	82	136,5	400	666	—	37,4	—	1660 bis 1760	
7	40	60	2,5	2,5	0,065	0,26	0,010	0,015	besser	70	116,5	400	705	—	42,1	—	1650 bis 1750	
8	40	60	2,5	5	0,58	0,35	0,010	0,015	ganz gut	442	193	400	721	—	49,5	—	1420 bis 1725	
9	40	60	2,5	5	0,15	0,70	0,010	0,029	gut	96	224	440	675	—	49,5	—	1520 bis 1740	
10	40	60	2,5	3	0,15	0,70	0,019	0,021	halb gut	88	208	440	675	—	47	—	1630 bis 1750	
11	30	60	—	3	0,03	0,19	0,046	0,033	roh	62	145	440	675	—	32	—	1680 bis 1750	
12	30	60	1,5	3	0,52	0,56	0,015	0,015	roh	70	172	445	606	—	34,5	—	1630 bis 1700	
13	40	60	2,5	3	0,465	0,59	0,024	0,013	ganz gut	75	177	440	652	—	39	—	1660 bis 1720	
14	40	60	2,5	3	0,33	4,23	0,040	0,017	ganz gut	76	188	450	669	—	38,6	—	1660 bis 1720	
15	40	60	2,5	2,5	0,52	0,51	0,023	0,024	fast gut	143	247	430	641	—	42	—	1640 bis 1750	
16	40	60	2,5	2,5	0,39	0,33	0,016	0,022	fast gut	406	238	435	630	—	41,5	—	—	
Durchschnitt von Schmelze 2 bis 16:										84	180	—	663	—	38,3	—	—	
17	40	60	2,5	2	0,20	0,19	0,045	0,022	an-scheinend gut	146	247	430	754,5	—	26,1	—	1480 bis 1660	
18	40	60	2,5	2	0,11	0,15	0,024	0,021		146	249	440	775	—	25,4	—	1490 bis 1670	
19	40	60	2,5	2	0,68	0,74	0,094	0,017		143	217	415	766,7	—	25,4	—	1500 bis 1700	
20	40	60	2,5	2	0,23	0,28	0,020	0,013		90	172,5	415	812,5	—	19	—	1490 bis 1670	
21	40	60	2,5	2	0,555	0,55	0,042	0,023		89	181	420	786	—	49,95	—	1560 bis 1700	
22	40	60	2,5	2	0,51	0,52	0,035	0,022		93	197	425	837	—	20,1	—	1570 bis 1660	
23	40	60	2,5	2	0,75	0,68	0,044	0,020		82	167,5	425	824	—	17,75	—	1470 bis 1650	
24	40	60	2,5	2,5	0,67	0,69	0,044	0,020		103	206	425	843	—	24	—	1600 bis 1660	
25	40	60	2,5	—	1,11	0,43	0,150	0,025		85	170	425	859	—	19,4	—	1540 bis 1670	
26	40	60	2,5	2	0,70	0,35	0,061	0,033		92	193	425	836	—	21,5	—	1600 bis 1630	
27	40	60	2,5	2	0,40	0,14	0,036	0,034	98	202	425	839	—	22,8	—	1610 bis 1670		
28	40	60	2,5	2	0,845	0,72	0,181	0,025	93	198	425	799	—	23	—	1580 bis 1660		
29	40	60	2,5	2	0,61	0,30	0,095	0,028	88	176	420	820	—	20,5	—	1550 bis 1620		
Durchschnitt von Schmelze 17 bis 29:										96,5	198	—	810	—	21,9	—	—	

Versuchsreihe 1 mit Gasvorwärmung und reinem Sauerstoff (etwa 20°)

Versuchsreihe 2 mit Gas- und Luftvorwärmung und sauerstoffangereicherter Luft

Gas- und Luftkammer sind vertauscht, weil beim Gichtgas-Siemens-Martin-Ofen große Gas mengen mit kleinen sauerstoffangereicherten Luftmengen verbrannt werden.

Der Kopf des Siemens-Martin-Ofens ist als Kreuzstrombrenner ausgeführt, weil sich ein solcher Brenner bei den Vorversuchen bewährt hat und deshalb der üblichen Parallelstrombrenner-Bauart des Siemens-Martin-Ofenkopfes vorzuziehen ist. Die Regenerativkammern stehen zu ebener Erde und nicht unter Flur, um während der Versuche genauestens überwacht werden zu können. Die Regenerativkammern sind gegen die Ofenachse nach vorn verschoben, um die Ofenbrenner zugänglich zu machen, damit die Ueberwachung der Brenner und die Möglichkeit, sie zu ändern, erleichtert wird. Jede Kammer hat ihre eigenen Ventile, um bei Durchführung der Versuche eine unabhängige Regelung und Beobachtung zu sichern. Es ist also auf Wechselventile, die Gas und Abgas oder Luft und Abgas gleichzeitig steuern, bewußt verzichtet worden.

Für die Wirtschaftlichkeit der Stahlschmelzung mit Gichtgas und Sauerstoffzusatz lassen sich aus den Betriebszahlen einige Anhalte gewinnen:

Bei den Versuchsschmelzen 17 bis 29 betrug der Gichtgasverbrauch 198 m³/h und der Sauerstoffverbrauch 21,9 m³/h; daraus errechnet sich ein Gichtgasverbrauch je t von rd. 2000 m³ und ein Sauerstoffverbrauch je t von 220 m³ = 11 % des Gases.

Es kann angenommen werden, daß beim Uebergang vom kleinen 100-kg-Versuchssofen auf einen großen Siemens-Martin-Ofen von 50 bis 100 t Fassung infolge der höheren Vorwärmung mit den geringeren Strahlungsverlusten der Gichtgasverbrauch auf höchstens 1250 m³/t und der Sauerstoffverbrauch auf höchstens 137,5 m³/t = 11 % des Gases sinken wird. Dabei würden betragen:

Die Heizkosten des Siemens-Martin-Ofens ohne Kapitaldienst

	bei Vorhandensein von Ueberschuß-Gichtgas (Gaswert: 0,02 Pf./m ³ , Sauerstoffwert: 1 Pf./m ³)	bei Vollbewertung des Gichtgases (Gaswert: 0,2 Pf./m ³ , Sauerstoffwert: 1,5 Pf./m ³)
Gaskosten 1250 m ³ /t	0,25 <i>R.M.</i> /t	2,50 <i>R.M.</i> /t
Sauerstoffkosten 137,5 m ³ /t	1,38 <i>R.M.</i> /t	2,05 <i>R.M.</i> /t
Summe	1,63 <i>R.M.</i> /t	4,55 <i>R.M.</i> /t

Da der Siemens-Martin-Ofen zur Zeit meist Heizkosten von 5 bis 6 *R.M.*/t Rohstahl hat, bedeutet also die Gichtgasbeheizung des Siemens-Martin-Ofens bei Vorhandensein von Ueberschußgichtgas eine wesentliche Betriebsverbilligung; auch bei Vollbewertung des Gichtgases kann sie den Wettbewerb mit anderen Feuerungen aufnehmen. Dabei ist noch nicht berücksichtigt, daß die Gichtgasbefuerung infolge ihrer wasserdampfarmen Flammenatmosphäre noch metallurgische Vorteile haben kann, über die erst Großversuche Aufschluß geben können.

Zusammenfassung.

Einige Versuche haben erwiesen, daß sich Stahl mit heißem Gichtgas und kaltem Sauerstoff sowie mit heißem Gichtgas und heißem Sauerstoff-Luft-Gemisch (50 % des Sauerstoffbedarfs reiner Sauerstoff, die anderen 50 %

Luftsauerstoff; die Mischluft enthält 38 % O₂) einwandfrei im Kleinofen für 100 kg Stahl schmelzen läßt. Ob man im Großofen noch weiter im Sauerstoffzusatz heruntersommen kann, muß an größeren Oefen nachgeprüft werden.

Ein Plan für die Fortsetzung der Versuche wurde entworfen, mit denen die baulichen und betrieblichen Sonderbedingungen für einen Stahlschmelzbetrieb mit Gichtgas und sauerstoffreicher Luft festgestellt werden sollen. Die Kleinversuche haben schon gezeigt, daß Gichtgas und Sauerstoff trotz hoher Vorwärmung schlecht miteinander verbrennen, also Kreuzstromverbrennung wahrscheinlich unumgänglich notwendig ist.

Es ist zu erwarten, daß der Siemens-Martin-Betrieb zuerst Gichtgas mit sauerstoffreicher Luft als Zusatz zum Generatorgas- oder Mischgasbetrieb verwenden wird, später werden Siemens-Martin-Oefen auf reines Gichtgas und sauerstoffreiche Luft unter Zuhilfenahme der Flammenkarburierung umgestellt werden, und schließlich ist der Bau von Rekuperativ-Gichtgas-Siemens-Martin-Oefen mit Rekuperatoren für Vorwärmung von Gichtgas und sauerstoffreicher Luft mit Flammenkarburierung zu erwarten.

Die Wirtschaftlichkeit des Gichtgas-Siemens-Martin-Ofens wird immer dann gut sein, wenn Gichtgas im Ueberschuß zur Verfügung steht oder von minderwertiger Verwendung freigemacht werden kann oder das Siemens-Martin-Werk mit hochwertigen Brennstoffen (Koksofengas, Generatorgas oder ähnlichen) arbeitet.

An den Vortrag schloß sich folgende Aussprache an.

H. Poech, Bochum: Herr Bulle hat uns auf ein Gebiet geführt, das wir im Stahlwerk als Neuland bezeichnen müssen. Nicht nur die Verwendung von minderwertigen Brennstoffen, minderwertigen Gasen, sondern auch die Anwendung von Sauerstoff in größerem Maßstabe in Siemens-Martin-Betrieben sind Neuheiten, die sich vielleicht in Zukunft auswirken werden in Gegenden, wo der Strompreis verhältnismäßig günstig ist; denn der Sauerstoff ist vor allem eine Frage des Strompreises, nicht nur in den Fällen, wo Gichtgas vorhanden ist.

G. Bulle, Sterkrade: Die Herstellungsschwierigkeiten bestehen, wie Herr Poech richtig sagt, in den Kraftkosten, und zwar braucht man 0,5 kWh für 1 m³ Sauerstoff. Wenn man diese Kraft aus überschüssigem Gichtgas erzeugt, kommt man zu dem Preise von 1 Pf. Wenn man diese Kraft aus Gichtgas erzeugt, das nicht überschüssig ist, dann kommt man zu einem Preise von 1,5 Pf./m³. Neben den Kraftkosten sind noch Kosten für Löhne und sonstiges (einige Chemikalien, etwas Wasser und Ausbesserungen) erforderlich, so daß man bei bewertetem Gichtgas wohl mit 1,5 Pf. wird rechnen müssen. Die Anlagekosten hängen natürlich von der Größe der Anlage ab. Wir haben seinerzeit einen Voranschlag für das Werk, in dem ich diese Versuche gemacht habe, ausgearbeitet. Eine Anlage für 2000 m³/h reinen Sauerstoff — man stellt aber keinen reinen Sauerstoff her, sondern es ist billiger, einen 80prozentigen Sauerstoff zu erzeugen — kostet maschinenmäßig 500 000 *R.M.* Es kommen aber noch an Kosten hinzu: die Gebäude und der Anschluß, mit dem man die Luft ansaugt. Man darf nämlich die Luft nicht in der Nähe von Schornsteinen ansaugen, sondern muß sie weit draußen entnehmen. Schließlich ist ein Gasometer unentbehrlich, denn die Sauerstoffanlage muß durchlaufen und kann Spitzen nicht mitmachen, die der Betrieb eines Siemens-Martin-Ofens ergibt. Die Sauerstoffanlage wird bei kleinen Ausbesserungen stillgesetzt.

Alles in allem kostet eine kleine Anlage fast 1 Mill. *R.M.* Diese Anlage würde für die Umstellung von zwei Siemens-Martin-Oefen zu 60 t auf Gichtgas mit Sauerstoffzusatz genügen. Dabei ergibt sich eine Rente von 3,50 *R.M.*/t Stahl, entsprechend bei 120 000 t Stahlerzeugung ~ 420 000 *R.M.* Bei einer größeren Anlage von z. B. 4000 m³/h sinken natürlich die spezifischen Anlagekosten, da Gasometer und sonstige Anlagen nicht proportional der Erzeugung wachsen. Für die Luftansaugung war ein Schornstein vorgesehen, um azetylenfreie Luft zu erhalten. Außerdem braucht

man Leitungen und Meßeinrichtungen. So kommen die Kapitalaufwendungen zusammen.

O. Holz, Düsseldorf: In Rosenberg stellt man meines Wissens eine Luft mit 43 % Sauerstoff her. Nur ist im Thomaswerk Rosenberg das Arbeiten mit sauerstoffangereicherter Luft viel verlockender als hier, weil dort der Koks fast das Doppelte kostet, so daß man Thomaseisen mit dem geringstmöglichen Kokssatz macht. Bei billigem Sauerstoff ist nicht daran zu zweifeln, daß man mit Gichtgas und angereicherter Luft im Siemens-Martin-Ofen arbeiten kann.

Wie äußert sich das Azetylen in den Anlagen?

G. Bulle: Das Azetylen reichert sich in den Regeneratoren an, bis eine Konzentration erreicht ist, bei der mit dem vorhandenen Sauerstoff eine Explosion eintritt. Die Sauerstoffentnahmestelle muß deshalb entfernt von Kaminen stehen, aus denen immer Spuren von Azetylen entweichen. Die üblichen Kleinanlagen für Sauerstoffherstellung arbeiten sehr teuer, weil sie die gesamte Luft auf 200 at bringen, dadurch entstehen Kosten von 10 bis 30 Pf./m³. Bei neuen Groß-Sauerstoffanlagen wird nur ein kleiner Teil der Luft hoch verdichtet und rein gewaschen, die übrige Luft dagegen nicht. Infolgedessen sinken die Erzeugungskosten sehr.

Meine Kostenschätzung stützt sich auf eine Besichtigung der Leunawerke, die eine große Sauerstoffanlage haben. Ich glaube deshalb, daß die Rechnung ungefähr stimmt.

In Rosenberg handelt es sich um ein anderes Problem als bei dem mit Gichtgas und Sauerstoff beheizten Siemens-Martin-Ofen. In Rosenberg will man im Thomaswerk wenig Roheisen und möglichst viel Schrott einsetzen. Wenn man eine zentrale Hütten-Sauerstoffanlage hat, kommt man zu wichtigen Folgerungen.

1. Hochofen: Sauerstoffzusatz 160 m³/t ergibt einen Sauerstoffgehalt des Windes von 26 %. Vorteil: Leistungserhöhung und Kokersparnis.

2. Thomaswerk: Sauerstoffzusatz 25 m³/t bei einem Sauerstoffgehalt des Windes von 31 %. Vorteil: Verarbeitung von phosphorarmem Thomasroheisen, von Erz oder Schrott. Leistungserhöhung.

3. Siemens-Martin-Werk: Sauerstoffzusatz 130 bis 140 m³/t, bei einem Sauerstoffgehalt des Windes von 38 %. Vorteil: Siemens-Martin-Betrieb mit reinem Gichtgas, Leistungssteigerung bei schlechtem Gas.

Untersuchung einer mittelalterlichen Steinbüchse aus Schmiedeeisen.

Von Anton Pomp und Ferdinand Spies in Düsseldorf.

(Aufbau der schmiedeeisernen Steinbüchsen des Mittelalters. Chemische und metallographische Untersuchung einer Probe aus dem Flug einer mittelalterlichen schmiedeeisernen Steinbüchse aus dem Heeresmuseum in Wien.)

Ueber den Aufbau und die Herstellung der schmiedeeisernen Steinbüchsen des Mittelalters sind kürzlich von K. Ritter¹⁾ aufschlußreiche Angaben veröffentlicht worden. Danach war die frühe Steinbüchse ein Vorderlader. Sie bestand aus „Flug“ und „Kammer“. Die Rohrseele war kein geradlinig begrenzter Zylinder, sondern hatte hinten in scharfem Absatz gegen den Flug einen Ladungsraum wesentlich kleineren Durchmessers, von nur $\frac{2}{5}$ des Kalibers. Nach dem Einbringen der Ladung wurde der Ladungsraum vorn mit einem fest eingetriebenen Holzpflock verdammt. Die Steinkugel wurde von vorn fest gegen den Holzpflock angesetzt und mit hölzernen Keilen im Flug festgelegt. Beim Schuß schob der Gasdruck Holzklötz und Kugel vor sich her.

Bemerkenswert ist der schmiedetechnische Aufbau der Steinbüchsen, besonders des Fluges, von dem

büchsen, an denen Querringe abgesprungen waren, oder die teilweise zerstört waren.

Auf der Internationalen Handwerksausstellung 1938 in Berlin war eine aus dem Heeresmuseum in Wien stammende Steinbüchse ausgestellt, die ein Meisterstück steirischer Schmiedetechnik aus der Mitte des 15. Jahrhunderts darstellt. Durch das freundliche Entgegenkommen des Heeresmuseums in Wien und die Vermittlung von Herrn Dr. P. Mahlberg wurde dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung die Steinbüchse zur Entnahme einer größeren Probe und zur Vornahme von Untersuchungen, die Aufschluß über die Herstellungsart derartiger Steinbüchsen erbringen sollten, zur Verfügung gestellt.

In Bild 1 ist eine Ansicht der untersuchten Steinbüchse wiedergegeben. Die Steinbüchse hat eine Länge von insgesamt 1,47 m, die Mündungsweite beträgt 17 cm. Der Flug

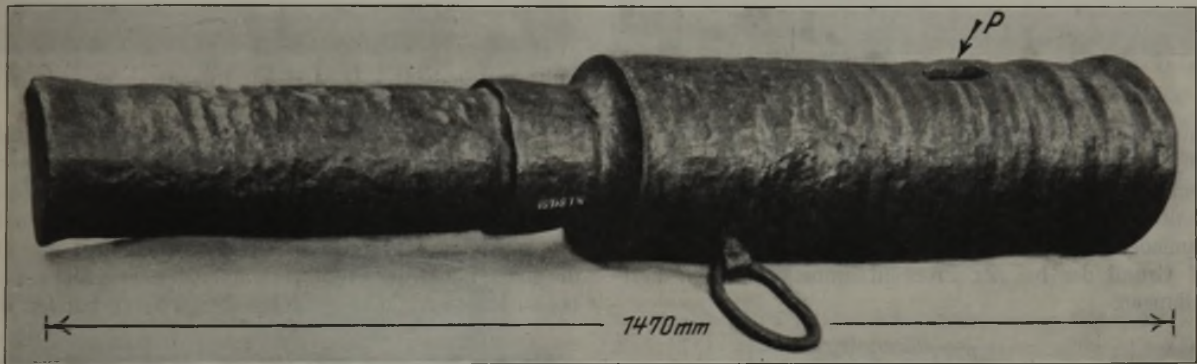


Bild 1. Schmiedeeiserne Steinbüchse aus dem 15. Jahrhundert.

man sich auf Grund der Angaben im Schrifttum²⁾ folgendes Bild machen kann. Der Flug setzt sich aus einer größeren Anzahl von Längsstäben zusammen, die parallel zur Seelenachse angeordnet sind. Das Stabbündel wird durch übergeschobene Ringe zusammengehalten. Äußerlich erwecken die erhaltenen Steinbüchsen den Eindruck, als ob sowohl die Stäbe an den radialen Kanten als auch die Ringe axial miteinander verschweißt worden seien, und das ältere Schrifttum³⁾ nimmt es meistens auch an. Es liegen jedoch Beobachtungen an Steinbüchsen vor, die dafür sprechen, daß weder die Längsstäbe noch die Ringe miteinander verschweißt sind, sondern daß der Eindruck, die Ringe seien verschweißt, dadurch vorgetäuscht wird, daß diese an den äußeren Kanten mit Stemmeisen und Handhammer sauber kalt verstemmt wurden.

Die bisherigen Untersuchungen beschränken sich auf Feststellungen, die auf Grund des äußeren Befundes, vielfach unter Zuhilfenahme von Feile, Meißel oder sonstigen Werkzeugen, unter größter Rücksichtnahme auf den historischen Wert der Museumsstücke gemacht worden sind. Weitergehende Aufschlüsse erbrachten vor allem solche Stein-

der Steinbüchse zeigt, besonders in der Nähe der Rohrmündung, eine gewellte Oberfläche. Diese Ungleichmäßigkeiten an der äußeren Oberfläche des Fluges sind, wie die weiteren Untersuchungen ergaben, auf Unvollkommenheiten der damaligen Schmiedetechnik, insbesondere auf unterschiedliche Abmessungen der Querringe zurückzuführen. Die fugenlose äußere Oberfläche und Innenwand des Fluges ließen keine deutlichen Absätze zwischen den Querringen bzw. zwischen den Längsstäben erkennen.

An der in Bild 1 mit P bezeichneten Stelle wurde durch Bohren eine Probe von etwa 100 mm Länge (parallel zur Seelenachse) und 30 mm Breite (quer zur Seelenachse) von der ganzen Wanddicke des Fluges entnommen. Bei der Entnahme zerfiel die Probe in mehrere Teile, ein Beweis dafür, daß die Teile nicht verschweißt waren. In Bild 2 ist die Ansicht eines Längsschnittes der entnommenen Probe in natürlicher Größe wiedergegeben. Die vom Bohren stammenden Rillen an den Trennflächen sind durch Hobeln entfernt. Die Aufnahme zeigt die Querschnitte durch einen ganzen Querring (Mitte) und durch Teile der benachbarten Ringe (links und rechts). Die Überlappungen an den mit a bezeichneten Stellen deuten auf ein Verstemmen der äußeren Kanten der Querringe hin. Zwischen den Querringen und dem Längsstab ist eine dunkle Zwischenlage (in Bild 2 mit Z bezeichnet) zu erkennen, die, entsprechend dem unterschiedlichen Abstand zwischen Querring und Längsstab, verschieden dick ist.

¹⁾ Techn. Mitt. Krupp 6 (1938) S. 113/27. Ritter, K.: Die mittelalterliche Steinbüchse aus Schmiedeeisen. Technik-Geschichte. Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie 27 (1938) S. 22/29.

²⁾ Rathgen, B.: Das Geschütz im Mittelalter. Berlin 1928.

³⁾ Baarmann: Z. histor. Waffenkde. 4 (1906/08) S. 229/35. Geßler, E. A.: Z. histor. Waffenkde. 6 (1912/14) S. 3/12.

Diese Feststellungen bestätigen die Angaben des Schrifttums, nach denen der Flug aus Längsstäben und Querringen besteht, die nicht miteinander verschweißt, sondern nur an den Außenrändern der Ringe sauber verstemmt wurden. Besonders beachtenswert ist der ungleichmäßige und stellenweise verhältnismäßig große Zwischenraum zwischen Längsstab und Querring sowie das Vorhandensein einer Zwischenlage. Im Schrifttum ist eine solche Zwischenlage nirgends erwähnt. Auf Grund der Untersuchung an nur einer Stelle des Fluges kann nicht gesagt werden, ob sich die Zwischenlage über die ganze Länge des Fluges erstreckt. Die Zwischenlage

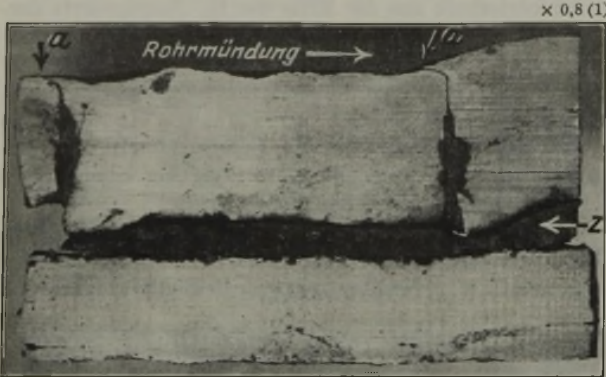


Bild 2. Schnittfläche der entnommenen Probe.

könnte den Zweck gehabt haben, den beim Aufziehen der Ringe vorhandenen Zwischenraum auszufüllen und so ein geschlossenes Ganzes und eine gasdichte Flugwand zu erhalten. Bild 3 zeigt eine schematische Darstellung vom schmidetechnischen Aufbau des Fluges auf Grund der bei der Probeentnahme gemachten Feststellungen.

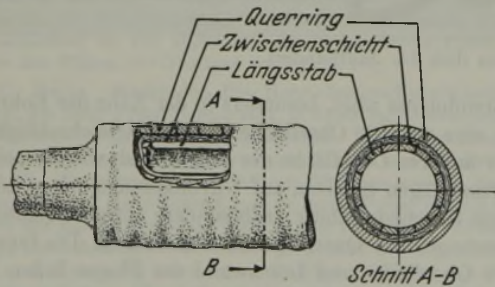


Bild 3. Schematische Darstellung vom schmidetechnischen Aufbau des Fluges.

Für die makroskopische Untersuchung wurden die in Bild 2 wiedergegebenen Flächen der Querringe und des Längsstabes angeschliffen. Bild 4 zeigt die Schliffe nach einer Ätzung mit Kupferammoniumchlorid in natürlicher Größe und läßt den für Schweißeeisen kennzeichnenden ungleichmäßigen Gefügebau erkennen.

Die Querschliffe der Querringe zeigten, wie schon bei der makroskopischen Untersuchung zu erkennen war, eine sehr unterschiedliche Gefügebildung. Das Gefüge ist teils grob-, teils feinkörnig und zeigt örtliche größere Unterschiede im Kohlenstoffgehalt⁴⁾. An den überlappten Kanten der Querringe und an dem Außenrand der Querringe ist eine deutliche Streckung des Gefüges zu erkennen (Bild 5), die auf eine Kaltverformung oder eine Verformung bei niedriger Temperatur (Verstemmen) hindeutet.

⁴⁾ Nähere Einzelheiten siehe Pomp, A., und F. Spies: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschg. 22 (1940) S. 1/8.

Die chemische Untersuchung des Querringes ergab 0,26 % C, 0,06 % Si, 0,0 % Mn, 0,043 % P, 0,008 % S und 0,01 % Cu. Die Späne wurden vom ganzen Querschnitt der Probe entnommen. Die Werte sind also Durchschnittswerte ohne Berücksichtigung der örtlichen Ungleichmäßigkeiten im Gefügebau. Die niedrigen Silizium- und Manganhalte sind kennzeichnend für Renn- oder Frischfeuerisen.

Der Längsschliff durch den Längsstab (Bild 6) läßt zwei Zonen unterschiedlicher Gefügebildung erkennen. Die mit M bezeichnete breitere Zone besteht vorwiegend aus einem ferritischen Gefüge, während die schmalere Zone R einen höheren Kohlenstoffgehalt hat. Zwischen diesen beiden

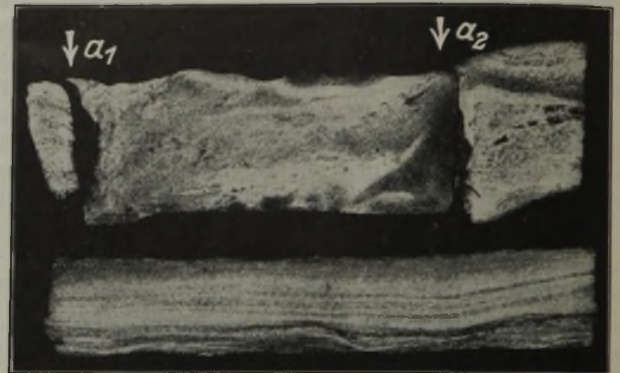


Bild 4. Schnittfläche (geätzt mit Kupferammoniumchlorid).

Zonen sowie in der Zone mit höherem Kohlenstoffgehalt sind Schlackenzeilen und rißähnliche Stofftrennungen festzustellen. Bemerkenswert ist, daß die Zone mit höherem Kohlenstoffgehalt am Rand der inneren, beim Schuß hohen Beanspruchungen ausgesetzten Geschütz wand liegt und über die ganze Länge der Probe verläuft. Ob es sich hier um eine beabsichtigte Aufkohlung durch Zementieren handelt oder

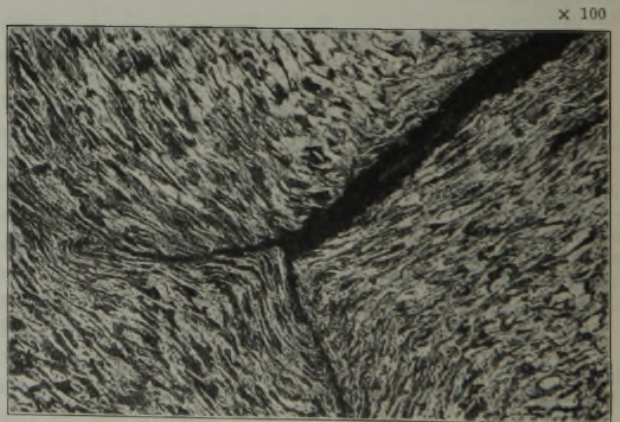


Bild 5. Geätzter Querschliff eines Querringes (Stelle a₂ aus Bild 4 stärker vergrößert).

ob eine Lage mit höherem Kohlenstoffgehalt an dieser Seite des Längsstabes aufgeschweißt worden ist, um die Verschleißfestigkeit der inneren Geschütz wand zu erhöhen, oder ob die höher kohlenstoffhaltige Schicht rein zufällig an dieser Stelle vorhanden ist, kann auf Grund der Untersuchung der einen Stelle nicht gesagt werden.

Die chemische Untersuchung ergab für die Zone M 0,01 % C, Spuren Si, 0,0 % Mn, 0,049 % P, 0,006 % S und 0,04 % Cu, für die Zone R 0,16 % C, 0,05 % Si, 0,0 % Mn, 0,092 % P, 0,010 % S und 0,04 % Cu. Neben dem höheren Kohlenstoffgehalt ist in der Zone R auch ein höherer Phosphor- und Schwefelgehalt als in der Zone M vorhanden.

Die Schliffprobe aus der Zwischenschicht läßt ein oxydartiges Gefüge mit faserigem Aufbau erkennen (Bild 7). Die Bestandteile sind teils heller, teils dunkler, und vereinzelt sind kleine punktförmige Teilchen zu beobachten, die sich von der dunklen Grundmasse hell abheben. Wegen der außerordentlichen Feinheit dieser Teilchen konnte

äußert werden. Die Annahme, daß die Zwischenschicht ursprünglich ein Blechmantel gewesen ist, der vor dem Aufziehen der Ringe um das Bündel der Längsstäbe gelegt wurde, oder daß die Zwischenräume nach dem Aufziehen der Querringe durch Einkeilen von Eisenstücken ausgefüllt worden sind, läßt die Frage offen, wie es dann aber kommt, daß dieses

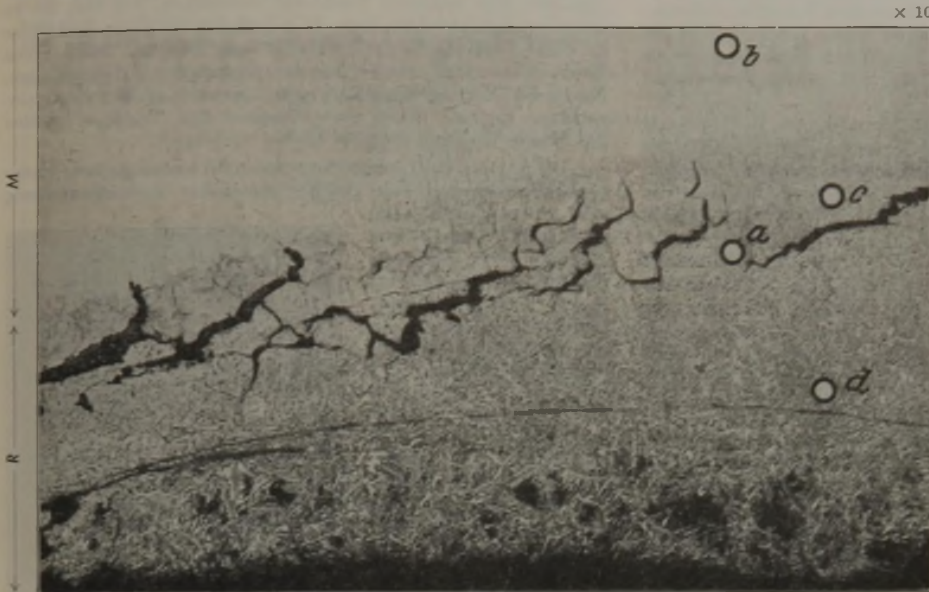


Bild 6. Geätzter Längsschliff des Längstables (Randzone an der inneren Geschützwand).

mikroskopisch nicht mit Sicherheit festgestellt werden, ob es sich um Metallteilchen handelt, jedoch spricht der Gehalt an metallischem Eisen von 0,78 % dafür.

angenommen, daß dieser Anstrich nur zur Verschönerung des Aussehens der Steinbüchse und außerdem als Korrosionsschutz diente. Blei konnte in der Zwischenschicht nicht festgestellt werden.

Blech vollkommen verrostet ist, während die Querringe und der Längsstab nur geringe Korrosion zeigen. Manches spricht dafür, daß die Zwischenschicht ein Eisenkitt ist, mit dem die Zwischenräume zwischen Ring und Längsstab verkittet wurden. Derartige Kitten erhielten vielfach Hammer Schlag und Schwefelblüte⁵⁾. Dieser Bestandteil würde den gefundenen auffallend hohen Schwefelgehalt von 2 % erklären. Nach einem Hinweis im Schrifttum²⁾ wurde an alten Steinbüchsen an der Oberfläche und auch zwischen den Querringen ein Mennigeanstrich festgestellt. Es wird jedoch

Zusammenfassung.

Nach einer Besprechung des Schrifttums über den Aufbau und die Herstellung von schmiedeeisernen Steinbüchsen des Mittelalters sowie über den Vorgang beim Schuß wird über Untersuchungen an einer schmiedeeisernen Steinbüchse aus dem 15. Jahrhundert, die das Heeresmuseum in Wien zur Verfügung gestellt hatte, berichtet. Die Untersuchung gibt Aufschluß über den schiedetechnischen Aufbau des Fluges der Steinbüchse, der aus unverschweißten Längsstäben und Querringen besteht. Zwischen den Querringen und den Längsstäben wurde eine Zwischenschicht gefunden, die keinen metallischen Charakter, sondern ein oxydartiges Aussehen hat. Die chemische Analyse von Querring, Längsstab und Zwischenschicht wird angegeben. Die metallographische Untersuchung zeigt an Hand einiger Aufnahmen die Gefügeausbildung der Querringe und des Längstables, die aus Schweißbeisen bestehen, und den schieferigen oxydartigen Aufbau der Zwischenschicht. Die Randzone des Längstables, die der inneren Flugwand zugekehrt und beim Schuß hohen Beanspruchungen ausgesetzt ist, hat einen höheren Kohlenstoffgehalt. Ueber die Entstehung dieser kohlenstoffreicheren Randzone sowie über die Art und die Entstehung der Zwischenschicht läßt die durchgeführte Untersuchung keine sicheren Schlüsse zu.

⁵⁾ Schubert, H.: Hand- und Hilfsbuch für den praktischen Metallarbeiter. Wien und Leipzig 1907. S. 551/52. — Karinarsch und Heeren's Technisches Wörterbuch, IV. Bd., 3. Aufl. Prag 1880. S. 772 u. 774.

x 100

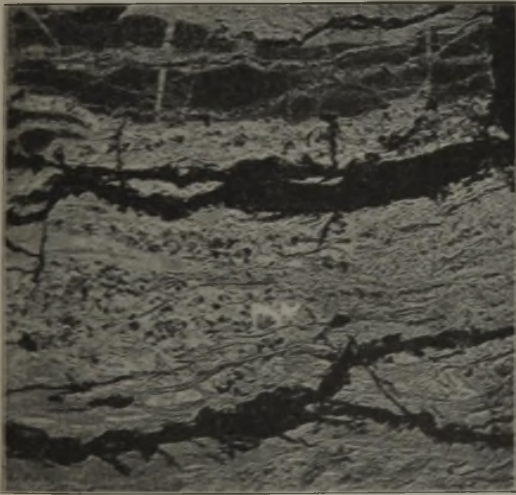


Bild 7. Ungeätzte Schliffprobe aus der Zwischenschicht.

Die chemische Untersuchung der Zwischenschicht ergab 69,7 % Fe_2O_3 , 2,15 % FeO , 0,78 % Fe met. , 0,72 % SiO_2 , 0,0 % Al_2O_3 , 0,048 % P , 2,0 % S , 0,49 % CaO , Spur MgO , 0,0 % MnO und 14,6 % Glühverlust. Demnach besteht die Zwischenschicht vorwiegend aus Eisenoxyd. Bemerkenswert ist der hohe Schwefelgehalt von 2 %.

Auf Grund der durchgeführten Untersuchungen können über die Art und die Entstehung der Zwischenschicht keine sicheren Angaben gemacht, sondern nur Vermutungen ge-

Umschau.

Lochfraß bei säurebeständigen Stählen.

Bei säurebeständigen Chrom-Nickel-Stählen beobachtet man vielfach, daß der Werkstoff örtlich in Form von Blasen oder kleinen Löchern angegriffen wird, während der restliche Werkstoff keinerlei Spuren irgendeines chemischen Angriffes aufweist. Dieser lochförmige Angriff, wegen seiner Erscheinungsform auch kurz Lochkorrosion oder Lochfraß genannt, tritt oft nur an wenigen Stellen eines Bauteiles auf, befällt aber ebenso häufig die ganze Oberfläche.

Verschiedene Arbeiten von H. A. Smith¹⁾, J. Wulff²⁾ und H. H. Uhlig³⁾ hatten zum Ziel, die Ursache dieses Lochfraßes festzulegen. Als erstes mußte eine Einrichtung entwickelt werden, mit der in kurzer Zeit der im Betrieb auftretende Vorgang der

Lochkorrosion nachgeahmt werden kann. Neben der Feststellung der Neigung der einzelnen Stähle zur Lochkorrosion sollte besonders überprüft werden, welche Abhängigkeit zwischen dem Auftreten dieser Erscheinung und der Herstellungsart der Stähle, der Oberflächenbeschaffenheit und anderen Einflüssen besteht, um den Vorgang als solchen zu deuten.

Bekanntlich weisen säurebeständige Chrom- und Chrom-Nickel-Stähle bei Behandlung mit einer Lösung von Eisenchlorid mit Salzsäurezusatz Lochkorrosion auf, während andere Lösungsmittel, wie etwa reine Salzsäure, nur ein gleichmäßiges Abtragen der Oberfläche herbeiführen. H. A. Smith¹⁾ gibt zur Prüfung auf Lochkorrosion eine Lösung aus 100 g kristallisiertem Eisenchlorid in

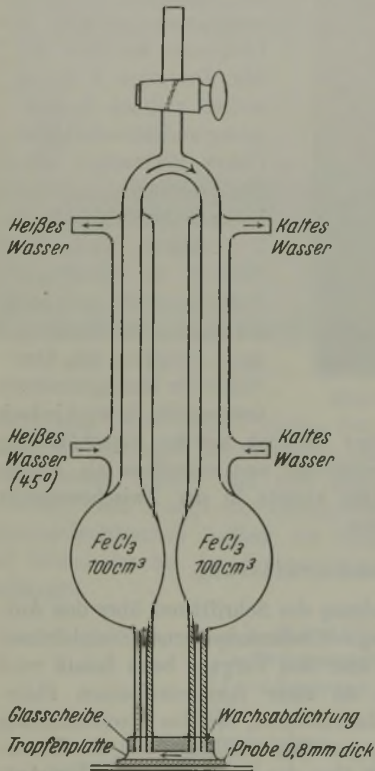


Bild 1. Tropfeinrichtung nach H. A. Smith.

100 cm³ destilliertem Wasser mit 20 cm³ 2,40-n-HCl an. Diese Lösung wird auf 1 l verdünnt und ist als etwa 10prozentige Eisenchloridlösung gebrauchsfertig.

Bild 1 zeigt einen Schnitt durch eine Tropfeinrichtung. Die Eisenchloridlösung tropft gleichmäßig auf die eingebaute Stahlprobe auf und wird selbst durch einen sogenannten Wärmeumlauf in stetigem Kreislauf gehalten. Der untere Teil der Einrichtung ist mit einem Becherglas fest umschlossen. Die zu untersuchende Probe, die meist nicht über 0,8 mm dick ist, wird bei Beginn des Versuches zuerst fest an die untere Glasscheibe angedrückt und dann langsam mit einer Mikrometerschraube so weit abgehoben, daß ein Spalt entsteht, aus dem alle 30 s ein Tropfen austreten kann. Die Versuchsdauer beträgt 4 h, wonach die Probe gewaschen, getrocknet, gewogen und die entstehenden Löcher geprüft sowie ihre Tiefe bei hundertfacher Vergrößerung gemessen wird. Die Tiefe der Löcher steht beobachtungsgemäß stets in einem bestimmten Verhältnis zum Durchmesser, so daß die Tiefenmessung über die Größe der Löcher Aufschluß gibt.

Ein anderes Verfahren gibt H. H. Uhlig³⁾ an (Bild 2). Er läßt tropfenweise sechs Tropfen je min der Korrosionsflüssigkeit, die jeweils verschieden sein kann, auf eine etwas schräg in ein Becherglas hängende Probe herablaufen. Nach 4 h Ver-

suchsdauer werden der Gewichtsverlust und die Anzahl der Löcher bestimmt. Diese einfache Einrichtung kann in einen Thermostaten eingebaut werden, um längere Versuche bei gleichbleibender Temperatur zu ermöglichen. Von Uhlig wird noch ein zweites, ebenfalls sehr einfaches Verfahren beschrieben, bei dem die zu untersuchenden Proben etwa 24 h lediglich in einem Becherglas in einer neutralen Natriumchloridlösung hängen. Durch einen Thermostaten wird eine Versuchstemperatur von 90° eingehalten. Durch ein Glasrohr kann Luft oder Sauerstoff in die Lösung eingeblasen werden. Nach dem Waschen und Trocknen werden die Proben gewogen und die Löcher ausgezählt.

Die Neigung zur Lochkorrosion kann bei austenitischen Chrom-Nickel-Stählen mit fast gleicher chemischer Zusammensetzung sehr unterschiedlich sein.

H. A. Smith¹⁾ hat 0,8 mm dicke Proben mehrerer Stähle mit verschiedener Oberflächenbeschaffenheit in seiner Einrichtung geprüft. Die Proben waren gebeizt (5 min in Beize mit 25 % HCl, 25 % H₂SO₄, 50 % H₂O), passiviert (15 min in 0,5-n-Chromsäurelösung bei 85°) sowie auf Hochglanz poliert. In *Zahlentafel 1* sind Versuchsergebnisse von Stählen mit 18 % Cr, 8 % Ni und verschiedenem Kohlenstoffgehalt, mit zusätzlichem Selen sowie Molybdängehalt, ferner von einem Chromstahl zusammengestellt. Der molybdänhaltige Stahl mußte mit 30prozentiger Eisenchloridlösung (300 g FeCl₃ + 15 cm³ 2,45-n-HCl, auf 1 l verdünnt) geprüft werden, da die 10prozentige Lösung keinen Angriff hervorrief.

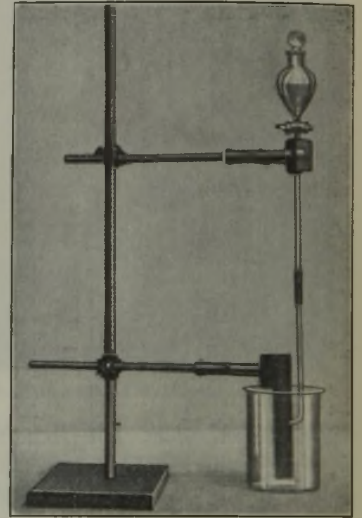


Bild 2. Tropfeinrichtung nach H. H. Uhlig.

Zahlentafel 1. Einfluß des Oberflächenzustandes von nichtrostenden Stählen auf die Lochkorrosion durch 10prozentige Eisenchloridlösung.

Stahl Nr.	Zusammensetzung					Oberflächenzustand	Gewichtsverlust ²⁾ g/dm ²	Zahl der Löcher ⁴⁾ je dm ²	Höchste Tiefe mm
	C %	Si %	Mn %	Cr %	Ni %				
1	0,05	0,36	0,49	18,85	9,27	gebeizt	1,550	960	0,53
						passiviert	0,064	64	0,44
						poliert	0,725	156	0,61
						gebeizt	0,101	102	0,41
2	0,07	0,39	0,43	18,42	9,0	passiviert	0,016	16	0,42
						poliert	0,033	16	0,47
3	0,09	0,45	0,48	17,92	8,97	gebeizt	2,300	1760	0,48
						passiviert	0,024	16	0,44
						poliert	0,523	272	0,55
						gebeizt	0,210	96	0,46
4	0,16	0,27	0,42	19,49	8,75	passiviert	0,010	0	—
						poliert	0,105	64	0,51
5	0,11	0,60	0,83	18,29	8,99 ¹⁾	gebeizt	2,70	> 3000	0,45
						passiviert	0,105	0	—
						poliert	0,750	1250	0,35
						gebeizt	1,650	790	0,58
6	0,10	0,40	0,45	17,00	—	passiviert	0,027	32	0,44
						poliert	0,157	640	0,65
7	0,06	0,36	0,40	20,92	9,75 ²⁾	gebeizt	0,025	0	—
						passiviert	0,003	16	0,23
						poliert	0,016	16	0,22

¹⁾ 0,19 % Se. — ²⁾ 2,90 % Mo. — ³⁾ Umgerechnet aus den Angaben mg je " m. — ⁴⁾ Umgerechnet aus den Angaben Anzahl je " q.

Die ermittelten Gewichtsverluste sowie die Zahl der durch den Angriff gebildeten Löcher stehen bei allen untersuchten Proben im gleichen Verhältnis, so daß der Gewichtsverlust überhaupt nur durch die Löcher selbst bedingt ist. Für die Stähle mit 18 % Cr und 8 % Ni besteht kein Zusammenhang zwischen Lochkorrosion und Kohlenstoffgehalt. In Übereinstimmung mit den praktischen Erfahrungen kann durch einen Molybdänzusatz eine Verminderung der Lochkorrosion erzielt werden. Smith hat allerdings nur einen einzigen molybdänhaltigen Stahl geprüft.

¹⁾ Progr. Rep. Corr. Res. Comm., Mass. Inst. Techn. Nr. 2. Cambridge, Mass. 1936.

²⁾ Progr. Rep. Corr. Res. Comm., Mass. Inst. Techn. Nr. 3. Cambridge, Mass. 1937.

³⁾ Progr. Rep. Corr. Res. Comm., Mass. Inst. Techn. Nr. 4, 5 u. 6. Cambridge, Mass. 1938.

Ein Selenzusatz vergrößert die Anfälligkeit. Die passivierten Proben wiesen den größten Widerstand gegen Lochfraß auf. Es folgen die Proben mit polierter Oberfläche, während die nur gebeizten Proben die größte Anfälligkeit zum Lochfraß hatten. Die Beizung erfolgte so, daß eine etwa gleichzeitig auftretende Passivierung ausgeschlossen war.

Es fragt sich nun, welcher Zusammenhang zwischen dem Verhalten der Stähle in einer Eisenchloridlösung und dem Verhalten in anderen Lösungen besteht, die ebenfalls zur Lochkorrosion Anlaß geben. In *Zahlentafel 2* sind *Zahlentafel 2. Gewichtsverlust nichtrostender Stähle nach Behandlung mit verschiedenen Lösungen.*

Stahl mit	Gewichtsverlust in g/dm ² nach Behandlung in		
	Seewasser 1 Jahr	4-%-NaCl-Lösung 24 h	10-%-FeCl ₃ -Lösung 4 h
18 % Cr	1,80	0,045	1,030
18 % Cr, 8 % Ni	0,44	0,006	0,090
	0,52	0,024	0,136
18 % Cr, 8 % Ni, 0,2 % Ti	1,06	0,033	0,950
	0,30	0,005	1,41
18 % Cr, 8 % Ni, 3 % Mo .	0,005	0,003	0,004

gaben von H. H. Uhlig³⁾ zusammengestellt, in der der Gewichtsverlust ähnlicher Stähle nach Behandlung mit Seewasser, Kochsalz sowie Eisenchloridlösung angeführt ist. Aus den Angaben ist nur zu entnehmen, daß sich der molybdänlegierte Stahl gegenüber Lochkorrosion am besten verhält. Die durch die einzelnen Behandlungen für denselben Stahl erzielten Gewichtsverluste sind miteinander nicht vergleichbar. So ist z. B. der titanhaltige Stahl gegenüber den Stählen mit nur 18 % Cr und 8 % Ni bei der Prüfung in Seewasser und Natriumchloridlösung am besten, dagegen nach Behandlung mit Eisenchloridlösung am schlechtesten. Vergleicht man die Ergebnisse der Stähle mit 18 % Cr und 8 % Ni mit denen nach *Zahlentafel 1*, dann ergibt sich größenordnungsmäßig gute Uebereinstimmung. Die Streuung der Ergebnisse der drei Stähle ist wahrscheinlich auf ungleiche Oberflächenbeschaffenheit zurückzuführen.

Zur Prüfung des Einflusses der Erschmelzungsart auf die Neigung zur Lochkorrosion hat H. H. Uhlig³⁾ Chrom-Nickel-Stähle teilweise mit erhöhtem Nickelgehalt im Vakuum unter Wasserstoff und Stickstoff erschmolzen. Als Einsatz wurde handelsübliches Ferrochrom, Nickel und Eisen sowie auch elektrolytisch hergestelltes Eisen, Chrom und Nickel verwendet. Der Kohlenstoffgehalt lag stets unter 0,04 %, der Wasserstoffgehalt zwischen 0,0003 und 0,001 %, der Sauerstoffgehalt zwischen 0,04 und 0,14 %; der Stickstoffgehalt der unter Stickstoff erschmolzenen Stähle betrug 0,15 bis 0,30 %. Alle Stähle mit 18 % Cr und 8 % Ni mit Ausnahme der stickstoffhaltigen waren durch den sehr niedrigen Kohlenstoffgehalt magnetisch und bestanden teilweise zur Hälfte aus Austenit und zur Hälfte aus Ferrit. Die unter Stickstoff erschmolzenen Stähle waren dagegen vollkommen unmagnetisch und lagen entsprechend auch rein austenitisch vor. Danach macht Stickstoff ebenso wie Kohlenstoff den Austenit beständig.

Die erschmolzenen Stähle wurden nach Schmieden und kurzem Anlassen bei 600° mit Eisenchloridlösung in einer Tropfeinrichtung geprüft. In *Zahlentafel 3* sind die ermittelten Ge-

Zahlentafel 3. Einfluß der Schmelzbedingungen auf die Lochkorrosion.

Stahl mit	Schmelz-atmosphäre	4-h-Tropfversuch mit 10% FeCl ₃ -Lösung	
		Gewichtsverlust g/dm ²	Neigung zur Lochkorrosion
18 % Cr, 8 % Ni	Vakuum ¹⁾	0,413	schwach, aber deutlich sichtbar
	Vakuum ²⁾	0,129	
	Vakuum ²⁾	0,157	
	Vakuum ²⁾	0,250	
	Wasserstoff ²⁾	0,256	keine sehr schwach keine
	Wasserstoff ²⁾	0,394	
	Stickstoff ¹⁾	0,064	
16 % Cr, 10 % Ni	Vakuum ²⁾	0,200	schwach, aber deutlich sichtbar
	Vakuum ²⁾	0,057	
18 % Cr, 24 % Ni	Vakuum ²⁾	0,056	sehr schwach

¹⁾ Eingesetzt Ferrochrom. — ²⁾ Eingesetzt elektrolytisch erzeugte Legierungen.

wichtsverluste zusammengestellt. Die Neigung zur Lochkorrosion ist bei allen Stählen nur schwach, am geringsten ist sie jedoch bei den stickstoffhaltigen, also den rein austenitischen

Stählen. Die Stähle mit höherem Nickelgehalt, die ebenfalls rein austenitisch sind, sind wenig anfällig. Infolge des niedrigen Kohlenstoffgehaltes zeigte keiner der untersuchten Stähle nach der Anlaßbehandlung bei 600° Kornzerfall. Aus seinen Untersuchungen schließt Uhlig, daß für die Neigung zur Lochkorrosion oder den Beginn der Lochkorrosion weder Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoffverbindungen noch Karbide verantwortlich sind.

Aus den Ergebnissen in *Zahlentafel 3* könnte man den Schluß ziehen, daß die Ferritgehalte die Lochkorrosion begünstigen. Wie aber die Untersuchungen von J. Wulff²⁾ erkennen lassen, ist dies nicht der Fall, wenn auch bei den von ihm geprüften Stählen der Ferritgehalt wesentlich geringer war als bei den von Uhlig untersuchten. Nach Wulff sind besonders Oberflächenaufräumungen und Oberflächenspannungen in wesentlich stärkerem Maße für die Lochkorrosion verantwortlich als etwa Karbide, Ferrit, Gase und Schlackeneinschlüsse.

Zu seinen Untersuchungen benutzte Wulff die von Smith entwickelte Tropfeinrichtung mit Eisenchloridlösung und einen Stahl mit 0,08 % C, 18,13 % Cr und 8,94 % Ni. Die Proben waren zuerst auf verschiedene Dicken gewalzt, abgeschreckt, gebeizt und dann unter Anwendung verschiedener Verformungsgrade zwischen 2 und 50 % kalt auf die gleiche Enddicke gewalzt worden. Die Proben unterschieden sich äußerlich nur durch ihren verschiedenen Glanz. Die so vorbehandelten Proben wurden auf Lochkorrosion geprüft im gewalzten Zustande (lediglich gereinigt), im gebeizten Zustande (5 min in Beize mit 25 % HCl, 25 % H₂SO₄, 50 % H₂O bei 85°) sowie im passivierten Zustande (15 min in 0,5-n-Chromsäure bei 85°).

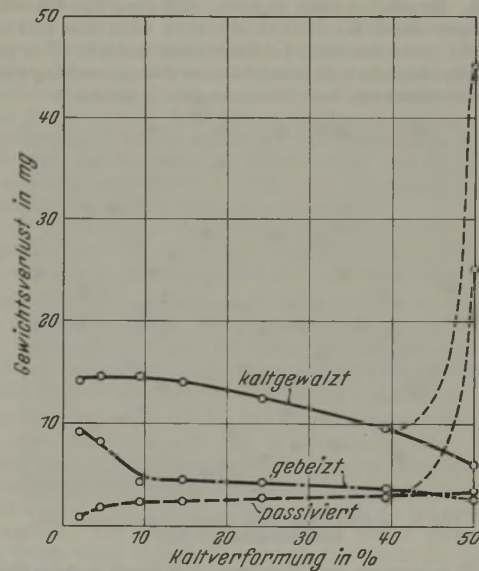


Bild 3. Einfluß der Kaltverformung auf den Gewichtsverlust durch Eisenchloridlösung von Stahl mit 18 % Cr und 8 % Ni.

Bild 3 zeigt, daß bei den nur gewalzten Proben der Gewichtsverlust am stärksten und kein wesentlicher Einfluß des Verformungsgrades zu erkennen ist. Durch das Beizen ist die Neigung zur Lochkorrosion stark abgeschwächt und selbst bei einer Kaltverformung von 50 % nicht gestiegen. Bei der Probe mit der passivierten Oberfläche liegt in Uebereinstimmung mit den Ergebnissen der *Zahlentafel 1* die geringste Anfälligkeit vor. Werden die Proben zuerst gebeizt und dann nochmal passiviert, so tritt eine weitere Verminderung der Neigung zum Lochfraß ein.

Bei der Kaltverformung eines Stahles mit 18 % Cr und 8 % Ni bildet sich Ferrit, der nach einem von J. Wulff⁴⁾ beschriebenen Verfahren mit magnetischem Eisenoxydpulver sichtbar gemacht werden kann. Das Auftreten der neuen Phase könnte zu der Annahme führen, daß hier die Ursache zur Lochkorrosion zu suchen ist. Dann müßte aber die Neigung zur Lochkorrosion stetig mit wachsendem Verformungsgrad steigen, wie ja auch die magnetische Induktion fast stetig mit steigendem Verformungsgrad und steigender α -Eisenbildung steigt. Nach den Versuchsergebnissen ist dies jedoch nicht der Fall.

Wird nun aber eine kaltverformte Probe im Vakuum spannungsfrei geglüht, anschließend gebeizt und auf Lochfraß untersucht, so zeigt sich ein wesentlicher Rückgang in der

⁴⁾ Progr. Rep. Corr. Res. Comm. Mass. Inst. Techn. Nr. 1. Cambridge, Mass. 1936; vgl. Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 1232/33.

Neigung zum Lochfraß. Selbst bei längerer Prüfzeit bis zu 122 h bleiben solche Proben beständig, und es bedarf einer stärkeren Konzentration der Eisenchloridlösung, schwache Ansätze einer Lochkorrosion herbeizuführen. Durch diese Vakuumglühung werden neben der Auslösung der durch die Kaltverformung entstandenen makroskopischen Spannungen sämtliche gebundenen und adsorbierten Gase und damit auch wiederum innere Spannungen entfernt.

Die Untersuchungen von Wulff ergeben weiter, daß im Stahl vorkommenden Schlackeneinschlüssen nur dann eine gewisse Bedeutung für Lochfraß beizumessen ist, wenn es sich um an der Oberfläche auftretende Einschlüsse von makroskopischer Größe handelt. In Bild 4 ist eine angegriffene Probe wiedergegeben, die am oberen Rande hintereinander angeordnet einige von einer Schlackenzeile herrührende Anfrassungen zeigt. Die übrigen Löcher stehen in keinem Zusammenhang mit Schlackeneinschlüssen. Es scheint auch möglich, daß derartige Oberflächenanfrassungen durch Kontaktkorrosion entstehen und es sich somit nicht mehr um reine Lochkorrosion handelt. Von anderer Seite wurde ebenfalls kein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Schlackeneinschlüssen und Lochkorrosion gefunden⁵⁾.

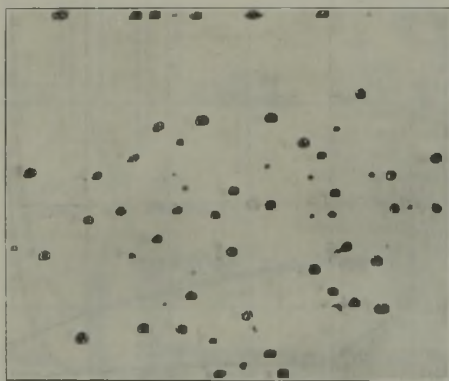


Bild 4. Lochkorrosion eines Chrom-Nickel-Stahles mit Schlackenzeile. (x 2,5)

Wulff kommt zu dem Ergebnis, daß durch äußere Einflüsse entstandene Oberflächenverletzungen in Form von Rissen, Poren, Spannungen alle anderen Einflüsse auf die Neigung zur Lochkorrosion überragen. Wenn nach Vakuumglühung und Beizen eine Verminderung der Lochkorrosion eintritt und nach Vakuumglühen, Beizen und Polieren überhaupt keine Lochkorrosion mehr eintritt, dann kann angenommen werden, daß durch diese Behandlung sämtliche angeführten Ursachen für eine Lochkorrosion beseitigt sind. Die Beobachtung, daß Proben, die nach der Vakuumglühung nur geschliffen waren, einen ebenso starken Lochfraß aufwiesen wie vor der Behandlung, kann als zusätzlicher Beweis für die ungünstige Wirkung mechanischer Verletzungen gelten. Wenn ein höherer Nickelgehalt lochkorrosionsvermindernd wirkt, so hängt dies mit einer weniger starken Kaltverfestigung und einer entsprechend geringeren Reiß- und Porenbildung an der Oberfläche zusammen. Die Frage, wie der günstige Einfluß des Molybdäns, der von Wulff bestätigt wurde, zu erklären ist, bleibt dagegen noch offen.

Aus der Ueberlegung heraus, daß die Korrosionserzeugnisse eine bestimmte Rolle spielen können, hat Uhlig³⁾ mit der von ihm entwickelten Bechergläseinrichtung Stahlproben mit 18 % Cr und 8 % Ni bei Anwendung verschiedener Auftropflösungen geprüft (Zahlentafel 4). Die Lösung schlug 1 cm über der Oberfläche einer unterschiedlichen Becherflüssigkeit auf die Stahlprobe auf. Wenn eine Lochkorrosion überhaupt eintrat, dann wurde dies bereits nach 15 min sichtbar. Bei Vergleich der Ergebnisse der Versuche 1 und 2 (Zahlentafel 4) er-

Zahlentafel 4. Lochkorrosion nach 4 h bei Behandlung von nichtrostendem Chrom-Nickel-Stahl mit verschiedenen Lösungen.

Ver-such Nr.	Auftropflösung	Lösung im Becherglas	Gewichtsverlust g	Bemerkung
1	60 % FeCl ₂ · 4 H ₂ O, 20 cm ³ in 2,5-n-HCl auf 1 l	Luft	0,000	Lösung wurde schwach gefärbt, kein Lochfraß
2	10 % FeCl ₃ · 6 H ₂ O, 20 cm ³ in 5-n-HCl auf 1 l	Luft	0,005	schwach Lochfraß längs der Seite des Tropfenstroms
3	60 % FeCl ₂ · 4 H ₂ O, 20 cm ³ in 2,5-n-HCl auf 1 l	10 % FeCl ₃ · 6 H ₂ O, 20 cm ³	0,192	Lochfraß im Tropfenstrom
4	60 % FeCl ₂ · 4 H ₂ O	1-n-NaCl	0,001	schwache Stellen im Tropfenstrom
5	10 g FeCl ₂ · 4 H ₂ O in 100 cm ³ gesättigter NaCl	10 % FeCl ₃ · 6 H ₂ O, 20 cm ³ 2,5-n-HCl auf 1 l	0,120	Lochfraß im Tropfenstrom
6	10 g FeCl ₃ · 6 H ₂ O in 100 cm ³ gesättigter NaCl	10 % FeCl ₂ · 6 H ₂ O, 20 cm ³ 2,5-n-HCl auf 1 l	0,030	Lochfraß im Tropfenstrom
7	Gesättigte NaCl-Lösung	1-n-NaCl	0,000	kein Lochfraß und keine Färbung
8	Gesättigte NaCl-Lösung	10 % FeCl ₃ · 6 H ₂ O, 20 cm ³ 2,5-n-HCl auf 1 l	0,153	Lochfraß im Tropfenstrom
9	20 % SnCl ₂ · 2 H ₂ O	48 g SnCl ₂ · 5 H ₂ O auf 1 l	0,003	Fleckenbildung, kein Lochfraß
11	50 % FeSO ₄ · 7 H ₂ O	FeNH ₄ (SO ₄) ₂ · 12 H ₂ O (0,185 molar) 20 cm ³ 2,5-n-H ₂ SO ₄ auf 1 l	0,000	keine Fleckenbildung, kein Lochfraß
12	50 % FeCl ₂ · 4 H ₂ O	10 % FeNH ₄ (SO ₄) ₂ · 12 H ₂ O	0,075	Lochfraß im Tropfenstrom
13	0,8-n-Eisenazetat	0,2-n-Eisenazetat	0,001	schwache Färbung, kein Lochfraß
14	10 % FeSO ₄ · 7 H ₂ O in 50 % H ₃ PO ₄	10 % FeNH ₄ (SO ₄) ₂ · 12 H ₂ O, 50 g H ₃ PO ₄ auf 1 l	0,000	keine Färbung, kein Lochfraß

kennt man, daß nur dann Lochkorrosion auftritt, wenn Ferrichlorid mit der Stahlprobe in Berührung kommt, während bei Anwesenheit von Ferrochlorid kein Angriff stattfindet. Das gleiche zeigen die Versuche 3, 5 und 8. Durch Reduktion von drei- zu zweiwertigem Eisen (2 FeCl₃ → 2 FeCl₂ + Cl) wird Chlor in atomarer Form frei, das durch seine hohe Aktivität den Anlaß zum Lochfraß gibt. Hinzu kommt, daß durch Hydrolyse beim Verdünnen von Eisenchloridlösungen Salzsäure frei wird, die einerseits die passivierte Schicht zerstört und andererseits Neubildung von passivierten Deckschichten verhindert. Die Bildung von elektrochemischen Elementen mit erheblichen Potentialunterschieden zwischen Lösung und aktiven Stellen leiten den Angriff ein (Bild 5). Die Lochkorrosion wird erfol-

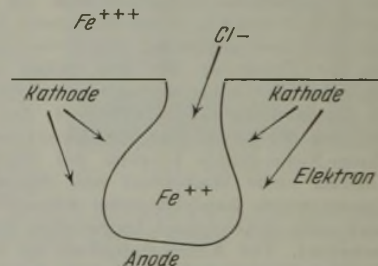


Bild 5. Beginn der Lochkorrosion durch Eisenchloridlösung.

und sich so lange verstärken, wie primär durch die geschilderten Vorgänge passivierte Zonen zerstört werden, und sekundär, solange die sich bildenden Korrosionserzeugnisse ebenfalls an anderen Stellen wiederum eine bestehende Passivität aufheben. Das letzte wurde beispielsweise künstlich durch Aufbringen von Korrosionserzeugnissen wie Eisenchlorid, Natriumchlorid bewiesen. Ein Stillstand tritt nur dann ein, wenn durch äußere mechanische Einflüsse, z. B. starke Bewegung, die Korrosionserzeugnisse abgeführt werden oder durch Zuführung von Luft oder Sauerstoff der Passivierungsvorgang so verstärkt wird, daß er die Lochkorrosion begünstigende Vorgänge überwiegt. Maßgebend für den Ablauf des Vorganges der Lochkorrosion ist die Größe des jeweils vorliegenden Potentialunterschiedes, der je nach dem verwendeten Korrosionsmittel verschieden ist (s. Zahlentafel 5).

Zahlentafel 5. Zusammenhang zwischen Potentialunterschied und Korrosion eines Stahles mit 18 % Cr und 8 % Ni in verschiedenen Lösungen.

10prozentige Lösung von	Gewichtsverlust nach 24 h mg/cm ²	Potentialunterschied E ₀ in V	Korrosionsart
FeCl ₂	8,0	-0,74	Lochkorrosion
CuCl ₂ ¹⁾	9,6	-0,55	Lochkorrosion
SnCl ₄	2,6	-0,13	Allgemeine Korrosion
NiCl ₂	1,4	0,0	Allgemeine Korrosion
MnCl ₂	1,1	0,0	Allgemeine Korrosion
CrCl ₃	1,3	+4,2	Allgemeine Korrosion
TiCl ₄ ²⁾	24,4	+3,7	Allgemeine Korrosion

¹⁾ CuCl → Cl + Cu⁺⁺. — ²⁾ In 0,5-n-HCl.

Zur Klärung des Einflusses von Molybdän in Stählen mit 18 % Cr und 8 % Ni auf die Lochkorrosion entwickelte H. H. Uhlig³⁾ die in Bild 6 veranschaulichte Einrichtung, mit der durch Potentialmessungen die Passivierung von Stahlproben beobachtet

⁵⁾ Houdremont, E.: Stahl u. Eisen 59 (1939) S.1/8 u. 33/39.

werden kann. Die Passivierung wurde durch 6-n-Salzsäurelösung zerstört und das elektrochemische Potential in einer 4prozentigen Kochsalzlösung gegenüber einer Silber-Silberchlorid-Elektrode gemessen. Durch Zugabe sauerstofffreier und sauerstoffhaltiger Lösungen und durchlaufende Potentialmessungen ließ sich die

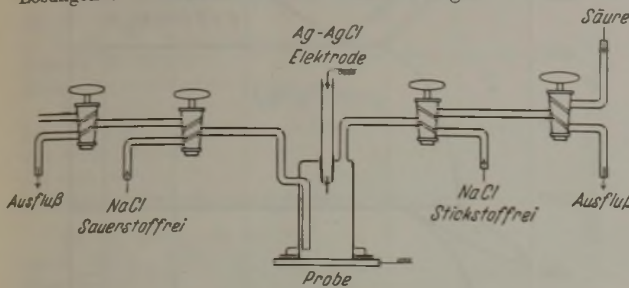


Bild 6. Zelle zur Potentialmessung.

Passivierungsgeschwindigkeit ermitteln. Nach den Versuchsergebnissen in Bild 7 tritt bei dem molybdänhaltigen Chrom-Nickel-Stahl im Gegensatz zu dem reinen Chrom-Nickel-Stahl auch ohne Sauerstoffzufuhr nach kurzer Zeit eine vollständige Passivierung ein. Es wäre jedoch verfehlt, auf Grund dieser Beobachtungen,

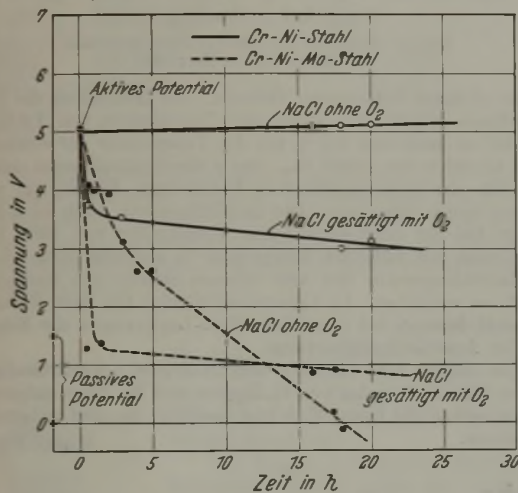


Bild 7. Potential von Chrom-Nickel-Stählen mit und ohne Molybdänzusatz.

dem Molybdän allgemein eine passivierende Wirkung zuzuschreiben und damit eine Erklärung für die Beständigkeit molybdänhaltiger Chrom-Nickel-Stähle gegenüber Lochkorrosion zu geben. Wenn nämlich statt der Chloride Verbindungen der anderen Halogene als Prüfungsflüssigkeit genommen werden, so tritt beispielsweise bei Verwendung von Natriumbromid sehr deutlich Lochkorrosion an molybdänhaltigem Chrom-Nickel-Stahl auf (Zahlentafel 6). Molybdän kann mithin nicht als sicheres Mittel Zahlentafel 6. Lochkorrosion von Chrom-Nickel-Stählen ohne und mit Molybdänzusatz in verschiedenen Halogenlösungen.

Lösung	Gewichtsverlust in g/dm ²		Anzahl der Löcher	
	19 % Cr, 9 % Ni	21 % Cr, 10 % Ni, 3 % Mo	19 % Cr, 9 % Ni	21 % Cr, 10 % Ni, 3 % Mo
1. 10 % FeCl ₂ · 6 H ₂ O in 0,05-n-HCl	0,122	0,004	4	0
2. Wie 1, + 42 g/l NaCl	0,530	0,010	17	0
3. 10 % FeBr ₃	0,042	0,042	2	2
4. Wie 3, + 100 g/l NaBr	0,798	0,171	43	8

zur Vermeidung der Lochkorrosion angesehen werden, sondern es kann ihm nur eine verzögernde Wirkung zugesprochen werden.

Wenn auch durch die vorliegenden Untersuchungen die Ursache der Lochkorrosion nicht eindeutig erklärt werden kann, so ist doch durch die Schaffung von Versuchsverfahren und -einrichtungen die Möglichkeit gegeben, dem Wesen der Lochkorrosion näherzukommen. Durch die Arbeiten kann als eindeutig feststehend angenommen werden, daß die Neigung zur Lochkorrosion einerseits eine Frage der Oberflächenbeschaffenheit und andererseits eine Folge des Wechselspiels zwischen der Passivität und Aktivität der Oberfläche ist, für das verschiedene Einflüsse maßgebend sind. Hierbei spielt die Zusammensetzung des Stahles ebenso eine Rolle wie das Korrosionsmittel.

Eitel-Friedrich Baerlecken und Hans Hougardy.

Der Einfluß der Stahlzusammensetzung auf die Wasserstoffentwicklung in Weißblech-Konservendosen.

In Konservendosen kann saures Einfüllgut durch Zinn- oder Eisenauflösung eine so große Wasserstoffmenge entwickeln, daß die Dosen aufgetrieben werden. Auch die Zusammensetzung des Stahles soll nach Versuchen von T. P. Hoar, T. N. Morris und W. B. Adam¹⁾ auf diesen Vorgang einen Einfluß haben.

Um den praktischen Verhältnissen möglichst nahezukommen, wurden keine Stähle besonderer Zusammensetzung erschmolzen, sondern 29 handelsübliche Weißblechsorten verschiedener Herkunft untersucht. Die zumeist doppelt lackierten Bleche wurden zu 115 mm hohen Dosen von 83 mm Dmr. verarbeitet. Deckel und Boden waren entsprechend der Praxis nicht unbedingt aus dem gleichen Blech gefertigt wie der Rumpf. Für die chemische Untersuchung wurden Blechabschnitte aus dem Rumpf und Deckel im Verhältnis von 2 : 1 verwendet, um einen Mittelwert der Stahlzusammensetzung, d. h. des Schwefel-, Phosphor- und Kupfergehaltes, zu erhalten, deren Einfluß auf die Wasserstoffentwicklung festgestellt werden sollte.

Eingemacht wurden schwarze Johannisbeeren, süße weiße Kirschen, Stachelbeeren, Himbeeren, Erdbeeren und gelbe Pershore-Pflaumen. Die Konserven wurden bei 35° gelagert und wöchentlich geprüft. Aufgetriebene Dosen wurden entleert und für die Schwefel-, Phosphor- und Kupferbestimmung sowie für Korrosionsversuche verwendet. Diese wurden einmal in geschlossenen Gefäßen bei Gegenwart einer beschränkten Luftmenge durchgeführt, daneben auch in offenen Gläsern. Als Angriffsmittel wurde 0,5- bzw. 2prozentige Zitronensäure ausgewählt; diese Konzentration entsprach der Säurekonzentration der Fruchtsäfte, deren p_H-Werte zwischen 2,94 und 4,40 lagen. Die Versuchsdauer betrug 72 h; nach dieser Zeit wurde auch das Potential der Proben in den offenen Gläsern gemessen. Durch diese ergänzenden Versuche sollten etwaige Beziehungen zwischen dem Potential, der Korrosion in Zitronensäure und der Wasserstoffentwicklung aufgedeckt werden. Die Ergebnisse wurden nach statistischen Rechnungsarten ausgewertet.

Bei 95 % der Bleche lag der Schwefelgehalt in den Grenzen von 0,029 bis 0,094 %, der Phosphorgehalt zwischen 0,018 und 0,088 % und der Kupfergehalt zwischen 0,005 und 0,198 %.

Dosen aus einer bestimmten Blechsorte fielen im Vergleich zu allen anderen auffallend schnell aus. Im Blech dieser Dosen war der Zementit sehr fein im Ferrit verteilt, während er in allen anderen an den Korngrenzen ausgeschieden oder angehäuft war. Diese Reihe wurde von der Beurteilung ausgeschlossen.

Nach den Versuchen soll die Stahlzusammensetzung des Bleches einen Einfluß auf die Aufbeulung der Dosen haben, und zwar werden folgende Beobachtungen mitgeteilt. Ein hoher Phosphorgehalt begünstigte die Wasserstoffentwicklung; die Dosen wurden nach kürzerer Zeit aufgebeult als bei niedrigem Phosphorgehalt. Ein erhöhter Kupfergehalt wirkte gerade umgekehrt; durch einen Gehalt über 0,2 % Cu wurde die Lebensdauer der Dosen aber nicht weiter erhöht. Nach vorsichtiger Schätzung soll ein erhöhter Kupfer- und niedriger Phosphorgehalt im allgemeinen die Zeit verdoppeln, in der die ersten 10 % der Dosen durch Wasserstoffentwicklung ausfallen. Für Süßkirschen war aber der Phosphor- und Kupfergehalt ohne Bedeutung. Die längere Haltbarkeit der Dosen mit schwarzen Johannisbeeren, Stachel- und Himbeeren soll nach der statistischen Auswertung durch einen erhöhten Kupfergehalt bedingt sein; bei Pershore-Pflaumen und Erdbeeren soll dagegen der niedrige Phosphorgehalt ausschlaggebend sein. Der Schwefelgehalt übte bei den untersuchten Konserven keinen Einfluß aus.

Die Korrosionsversuche in 0,5- und 2prozentiger Zitronensäure ergaben in Übereinstimmung mit Feststellungen anderer Forscher, daß durch Phosphor die Säurelöslichkeit erhöht, durch Kupfer herabgesetzt wird. Versuche mit Blechproben in Zitronensäure zur Ermittlung der Lebensdauer der daraus hergestellten Dosen haben aber nur beschränkten Wert, da in den Fruchtsäften Stoffe enthalten sind, die die Metallauflösung hemmen oder beschleunigen können.

Ein Vergleich der Korrosionsversuche mit den Potentialmessungen in Zitronensäure zeigte, daß verschiedene Stähle zumeist gleiche Lokalkathoden haben und sich hauptsächlich durch die Lokalanoden unterscheiden. Geringe kathodische Unterschiede, die die Reaktion 2 H⁺ + 2 e = H₂ beeinflussen, sind aber oft von Bedeutung. Stähle mit etwas höherem Phosphorgehalt haben nach diesen Versuchen Lokalkathoden, die die Wasserstoffentwicklung anscheinend begünstigen, solche mit hohem Schwefelgehalt haben dagegen weniger wirk-

¹⁾ Iron Steel Inst., Vorabdruck 4. 1939.

same Kathoden. Danach soll Phosphor den kathodischen Vorgang beschleunigen, Schwefel dagegen hemmen. Bei den untersuchten Kirschen und Stachelbeeren war die Wasserstoffaufbeulung in den Dosen am größten, deren Bleche die wirksamsten Kathoden aufwiesen.

Auf Grund der Untersuchungen kommen Hoar und seine Mitarbeiter zu dem Schluß, daß für Fruchtkonserven der untersuchten Art am besten Dosen aus Weißblech mit geringem Phosphorgehalt und einem Kupfergehalt bis 0,2 % verwendet werden, wobei außerdem die Kathodenreaktion $2 H^+ \rightarrow H_2$ möglichst behindert sein soll. Wenn in diesen Versuchen und der gewählten Auswertungsart ein Einfluß der Stahlzusammensetzung auf die Aufbeulung der Dosen festgestellt wurde, so muß betont werden, daß bei einer guten Verzinnung diese Wirkung doch kaum in Erscheinung treten kann und für die Praxis — wie die Verfasser selbst betonen — bei üblichen Lagerzeiten der Konservendosen bedeutungslos ist. Für die Ausfuhr in die Tropen und für lange Lagerzeiten mag allerdings ein Blech aus gekupfertem, phosphorarmem Stahl Vorteile bieten. *Hans Roters.*

Das System Eisen-Niob.

Die bisherigen Untersuchungen über das Zweistoffsystem Eisen-Niob unterscheiden sich in der Ausbildung des γ -Feldes. Während das Zustandsschaubild nach R. Vogel und R. Ergang¹⁾ ein abgeschlossenes γ -Feld besitzt, geben H. Eggers und W. Peter²⁾ ein eingegengtes γ -Feld an. R. Genders und R. Harrison³⁾ liefern durch die Untersuchungen an Eisen-Niob-Legierungen einen Beitrag zur Klärung dieses Widerspruches.

Außer einigen Messungen an Legierungen mit 16,4, 22,7 und 48,4 % Nb beschränken sie ihre Untersuchungen auf die eisenreiche Seite des Teilsystems Fe-Fe₃Nb₂. Sie stellen auf Grund thermischer und mikroskopischer Untersuchungen sowie auf Grund von Härtemessungen an Legierungen mit 0,18 bis 13,0 % Nb, die zum Teil an Luft, zum Teil im Vakuum erschmolzen wurden, ein Schaubild bis 6 % Nb auf (Bild 1). Danach wird durch Zusatz von Niob zum Eisen die A₁-Umwandlung erniedrigt und die A₂-Umwandlung erhöht. Die zusammenstrebenden Umwandlungslinien der A₃- und A₄-Umwandlung laufen aber nicht zusammen, wie beim abgeschlossenen γ -Feld, sondern endigen

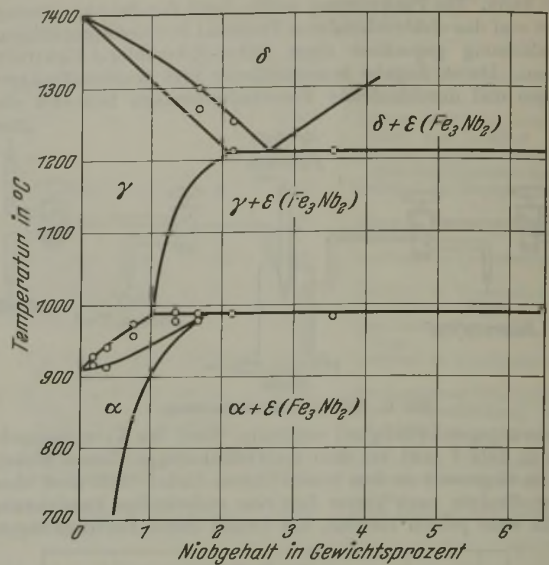


Bild 1. Eisenseite des Systems Eisen-Niob nach R. Genders und R. Harrison.

an den Grenzen heterogener Gebiete. Die Löslichkeit des Niobs im γ -Eisen nimmt mit steigender Temperatur von 1,0 % bei 989° bis zu höchstens 2,0 % bei der Temperatur der eutektoidischen Geraden bei 1220° zu. Der γ -Mischkristall setzt sich bei 989° mit der intermetallischen Verbindung Fe₃Nb₂ (ϵ) unter Bildung von α -Eisen um. Die Löslichkeit von Niob im α -Eisen beträgt bei der peritektoidischen Temperatur von 989° 1,8 % und nimmt mit fallender Temperatur in starkem Maße ab, um bei Raumtemperatur den sehr kleinen Betrag von weniger als 0,36 % zu erreichen. In Übereinstimmung mit dem Zustandsschaubild Eisen-Niob und bestätigt die dort mitgeteilten Ergebnisse der Ausscheidungshärtung.

Die Arbeit von Genders und Harrison vervollständigt in einigen Einzelheiten das von H. Eggers und W. Peter aufgestellte Zustandsschaubild Eisen-Niob und bestätigt die dort mitgeteilten Ergebnisse. *Walter Peter.*

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

(Patentblatt Nr. 8 vom 22. Februar 1940.)

Kl. 18 c, Gr. 8/90, Sch 118 301. Deckel für Topfglühöfen. Alfred Schalenbach, Lüdenscheid.

Kl. 18 c, Gr. 9/03, B 186 173. Verfahren zum fortlaufenden Betrieb eines mit einer Glüh- und Wärmeaustauschzone versehenen Einkanal-Drehherdofens. Erf.: Dipl.-Ing. Siegfried Doppler, Wien. Anm.: Brown, Boveri & Cie., A.-G., Mannheim-Käfertal.

Kl. 18 d, Gr. 2/30, K 153 116. Gußeisen für Schalenhartgußwalzen. Erf.: Dr.-Ing. Arthur Reinhardt und Dr.-Ing. Emil Schüz, Magdeburg. Anm.: Fried. Krupp Grusonwerk, A.-G., Magdeburg-Buckau.

Kl. 34 c, Gr. 15/02, E 50 643; Zus. z. Pat. 650 062. Liegende, an ihrer oberen Seite offene Blockgießform mit gekühltem Bodenteil und teilweiser Beheizung der Form. Abraham Marthinius Erichsen, Teltow b. Berlin.

Kl. 40 d, Gr. 1/65, D 78 300. Verfahren zur Behandlung von Legierungen für bei hohen Temperaturen mechanisch beanspruchte Gegenstände. Erf.: Dr.-Ing. Franz Bollenrath, Berlin-Johannisthal, und Dr.-Ing. Heinrich Cornelius, Berlin-Adlershof. Anm.: Deutsche Versuchsanstalt für Luftfahrt, e. V., Berlin-Adlershof.

Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 4 vom 25. Januar 1940.)

Kl. 7 a, Nr. 1 480 396. Regulierbare Präzisions-Drallführung mit eingebautem Schneckengetriebe. Albert Hülsewig, St. Ingbert.

(Patentblatt Nr. 8 vom 22. Februar 1940.)

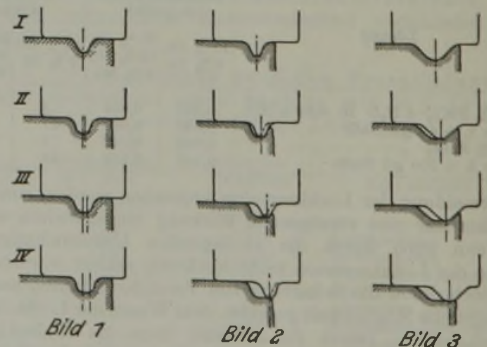
Kl. 31 a, Nr. 1 481 527. Vorrichtung zum Schließen der Abstichöffnungen von Schmelzöfen u. dgl. Werner-Gesellschaft m. b. H., Düsseldorf.

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

Deutsche Reichspatente.

Kl. 7 a, Gr. 15, Nr. 682 452, vom 16. Juli 1937; ausgegeben am 19. Oktober 1939. Deutsche Röhrenwerke A.-G. in Düsseldorf. (Erfinder: Dipl.-Ing. Martin Roeckner und Dipl.-Ing. Jose Severin in Mülheim, Ruhr.) *Verfahren zur Herstellung von Hohlkörpern in umkehrbarem Walzgange* [vgl. Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 1101/05; 57 (1937) S. 77/82].

Die Hohlblöcke werden im umkehrbaren Walzgange mit außen und innen gleichmäßig verteilten und auf ein- oder mehrgängigen Schraubenlinien hintereinanderlaufenden Walzen ausgewalzt, und zwar 1. mit breiter werdenden Arbeitswülsten (Bild 1), wobei die Walzen gleichlaufend zur Achse des Walzgutes derart



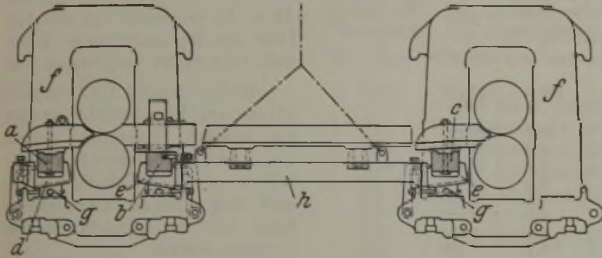
gegeneinander verschiebbar sind, daß sie in beiden Walzrichtungen nacheinander mit zunehmender Wulstbreite in die vom ersten Walzenpaar eingewalzte Nut spuren; 2. mit Arbeitswülsten gleichbleibender Breite, so daß die Walzen eine nach dem Einwirken der Arbeitswülste jedes Walzenpaares breiter werdende Nut in den Hohlkörper einwalzen, wobei in beiden Richtungen hinter der ersten Walze jeweils nur die in Walzrichtung hinten liegende Wulstflanke zum Angriff kommt (Bild 2) oder daß die gleich

breiten Wülste auf den einzelnen Walzen in abnehmendem Abstand vom Walzende so angeordnet werden, daß sie verbreitend auf die von der ersten Walze eingewalzte Nut wirken (Bild 3).

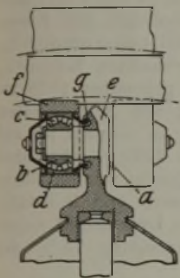
Kl. 48 b, Gr. 9, Nr. 682 488, vom 13. April 1938; ausgegeben am 17. Oktober 1939. Vereinigte Leichtmetallwerke, G. m. b. H., in Hannover-Linden. (Erfinder: Dr.-Ing. Hans Kostron in Hannover.) *Verfahren zur Herstellung von Verbundblechen aus metallischen Werkstoffen.*

Der weichere der beiden für die Plattierung von Stahl mit Leichtmetallen verwendeten Stoffe wird vor dem Abwalzen durch eine Wärmebehandlung gehärtet, in diesem Zustande gemeinsam mit dem härteren Werkstoff heruntergewalzt und durch eine anschließende Glühbehandlung wieder enthärtet.

Kl. 7 a, Gr. 5₀₁, Nr. 682 521, vom 25. April 1937; ausgegeben am 16. Oktober 1939. Demag, A.-G., in Duisburg. (Erfinder: Hans Heinrich in Duisburg-Buchholz.) *Kontinuierliche Walzenstraße mit einstellbaren Führungen.*



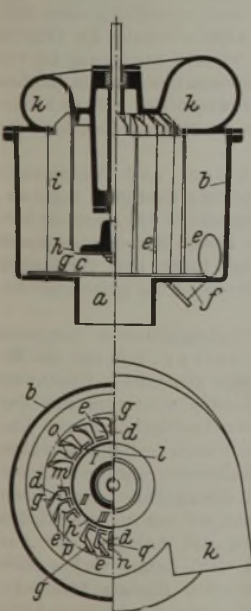
Die die Führungsteile tragenden Walzbalken a, b, c sind leicht lösbar mit besonderen Trägern d, e verbunden, die zwischen den Walzenständern f in der Höhe einstellbar, z. B. durch Keile g, und außerdem leicht auswechselbar eingebaut sind. Die Träger e sind auf einander zugekehrten Seiten zweier Gerüste an einem gemeinsamen Rahmen h angeordnet.



Kl. 7 c, Gr. 1, Nr. 682 522, vom 13. Juni 1936; ausgegeben am 16. Oktober 1939. Zusatz zum Patent 681 123 [vgl. Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 126]. Dipl.-Ing. Fritz Ungerer in Pforzheim. *Blechrüchmaschine.*

Die Kugel- und Pendelrollenlager der Stützrollen werden gegen den Zutritt des vom Richtgut abfallenden Sinters dadurch geschützt, daß der freie Rand eines ringförmigen Deckels a, der den Abschluß der Lager b, c, d nach dem Stützrollenträger e hin bildet und hierfür an seinem andern Rand in der Lagerausdehnung der Stützrolle f befestigt ist, mit Spiel in eine Ringnut g des Trägers e greift.

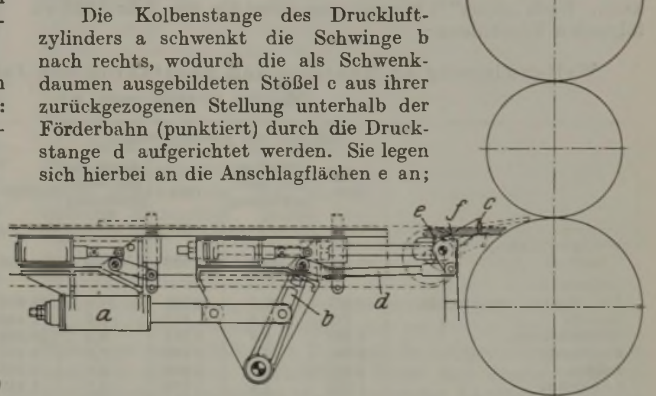
Kl. 12 e, Gr. 2₀₁, Nr. 682 640, vom 4. Februar 1936; ausgegeben am 19. Oktober 1939. Willy Neumann in Rollberg über Bernau b. Berlin. *Vorrichtung zum Reinigen von Luft und anderen Gasen durch Zentrifugalkraft.*



Das zu reinigende Mittel tritt bei a in den Entstauber b und wird von den Leitschaufelenden c des Läufers unter Aufteilung in Ströme, die der Zahl der Kammern d entsprechen, erfaßt und in Richtung der Schleuderkraft radial nach außen in einen Raum geringeren Druckes geworfen. Die ausgeschleuderten größeren Verunreinigungen verlassen die Läuferkammern d durch die sich über die ganze Länge des Läufers erstreckenden Staubaustrittsschlitze e und das Gehäuse b durch den Staubaustritt f. Die Schaufeln g an dem Innenrohr h haben winkelförmige, vorzugsweise rechtwinklige Gestalt, mit den radialen Schenkeln c und axialen Schenkeln i. Der zu reinigende Luftstrom wird nun derart umgekehrt, daß er in axialer Richtung durch den Läufer weiterströmt und eine gute Entstaubung, d. h. Feinreinigung hervorruft. Die gereinigte Luft geht durch das Spiralgehäuse k in die Reinalftleitung. Die in der Läuferdrehrichtung hinten

liegende Leitfläche l, m, n jeder als Hohlkörper ausgebildeten Schaufel ist entgegengesetzt zur Läuferdrehrichtung gekrümmt oder abgebogen, und die Leitfläche oder ihre äußere Endkante bildet zusammen mit einer Kante der in Läuferdrehrichtung vorn liegenden Leitfläche o, p, q der folgenden Schaufel einen Längsschlitz e.

Kl. 7 a, Gr. 27₀₁, Nr. 682 701, vom 5. Dezember 1937; ausgegeben am 20. Oktober 1939. Schloemann A.-G. in Düsseldorf. (Erfinder: Louis Frielinghaus und Fritz Bleyenbergh in Düsseldorf.) *Vorrichtung zum Einstoßen von Walzstücken zwischen die Walzen von Walzwerken.*



Die Kolbenstange des Druckluftzylinders a schwenkt die Schwinge b nach rechts, wodurch die als Schwenkdaumen ausgebildeten Stößel c aus ihrer zurückgezogenen Stellung unterhalb der Förderbahn (punktirt) durch die Druckstange d aufgerichtet werden. Sie legen sich hierbei an die Anschlagflächen e an;

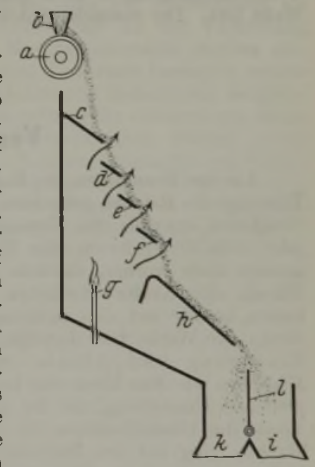
beim weiteren Ausschwenken schiebt die Schwinge die Stößel vor; diese hinterfassen das auf die Führungsplatte f, z. B. eines Kettenfördertisches, aufgelegte Walzgut, z. B. Platinen, und stoßen sie zwischen die Walzen. Beim Rückgange der Schwinge b werden die Stößel unter die Fahrbahn gesenkt.

Kl. 48 a, Gr. 1₀₄, Nr. 682 735, vom 7. Oktober 1937; ausgegeben am 21. Oktober 1939. Siemens & Halske, A.-G., in Berlin-Siemensstadt. (Erfinder: Newton Peters in Berlin-Reinickendorf, Dr. Günther Hänsel in Berlin-Siemensstadt und Dr. Heinrich Prelinger in Berlin-Charlottenburg.) *Verfahren zum Beizen und Entzundern von Eisen und Stahl.*

Unter gleichzeitiger kathodischer Schaltung des Beizgutes werden zum Schonen der Beize saure Salze der Alkalien oder des Ammoniums verwendet und der abgesprengte Zunder aus dem Bade entfernt; die Beiztemperatur beträgt 50 bis 100°.

Kl. 1 b, Gr. 6, Nr. 682 759, vom 25. Juni 1936; ausgegeben am 21. Oktober 1939. Zusatz zum Patent 644 637. Metallgesellschaft, A.-G., in Frankfurt a. M. *Vorbereitungsvorrichtung zur elektrostatischen Trennung von feinkörnigem Gut.*

Das elektrostatisch zu behandelnde Gut wird durch die Speisewalze a aus dem Trichter b in gleichmäßigem Strom zugeleitet und fällt mit Aufprall auf eine ungeladene schräge Rutschfläche c, wobei sich die kleinen Teilchen von den größeren trennen. Hierauf fallen die Teilchen über die ungeladenen Bleche d, e, f durch einen Gasstrom oder von der Flamme g erzeugten Warmluftstrom, wobei sie während ihres Falles von allen Seiten an ihrer Oberfläche getrocknet werden. Vom Blech f fällt das Scheidegut mit Aufprall auf eine aus einem Leiter bestehende ungeladene Rutschfläche h, von deren Unterkante es mit verschiedener Geschwindigkeit der Bestandteile abfällt und sich in die Ströme i, k teilt, wobei eine Stellzunge l die genaue Einstellung des Trennwinkels gestattet.



Kl. 80 b, Gr. 5₀₇, Nr. 682 858, vom 30. Juli 1938; ausgegeben am 24. Oktober 1939. Deutsche Eisenwerke, A.-G., in Mülheim, Ruhr. (Erfinder: Karl Kintzinger in Gelsenkirchen.) *Verfahren zum Zerfasern von flüssigen, besonders schmelzflüssigen Stoffen mittels eines auf den ausfließenden Werkstoffstrahl einwirkenden Zerfaserungsmittels.*

Durch rüttelnde oder schwingende Hinundherbewegung der Ausflußrinne des Werkstoffstrahls wird dieser in Gestalt eines breiten flachen Bandes oder einzelner dünner Fäden oder Tropfen zum Ausfluß gebracht, wobei die Rinne quer zur Richtung des Zerfaserungsmittels, wie Druckluft, Dampf usw., bewegt wird.

Statistisches.

Die Weltgewinnung an Roheisen und Rohstahl 1938 und 1939.

Seit Kriegsbeginn haben die kriegführenden und einige neutrale Staaten die monatliche Bekanntgabe ihrer Roheisen- und Rohstahlerzeugung eingestellt. Man ist daher für den Rest des Jahres 1939 auf Schätzungen angewiesen, wobei man sich einerseits auf die Leistungsfähigkeit der Länder und andererseits auf den Gang der Entwicklung bis zum Juli/August 1939 stützen kann. Nach „Steel“¹⁾ kommt man dabei für das Jahr 1939 zu folgenden Ergebnissen:

Weltgewinnung an Roheisen und Rohstahl in den Jahren 1938 und 1939.
(Mengen in 1000 metr. t.)

	Roheisen und Eisenlegierungen				Rohstahl und Stabfluß			
	1938	Anteil an der Weltgewinnung %	1939	Anteil an der Weltgewinnung %	1938	Anteil an der Weltgewinnung %	1939	Anteil an der Weltgewinnung %
Weltgewinnung (in 1000 metr. t)	83 000	100,0	102 000	100,0	109 200	100,0	137 100	100,0
davon:								
Ver. Staaten von Amerika	19 467	23,5	32 031	31,4	28 804	26,4	46 501	33,9
Kanada	770	0,9	813	0,8	1 146	1,0	1 321	1,0
Großbritannien	6 869	8,2	8 331	8,2	10 564	9,7	13 716	10,0
Frankreich	6 061	7,3	7 925	7,8	6 186	5,6	8 534	6,2
Belgien	2 467	2,9	3 068	3,0	2 285	2,1	3 036	2,2
Luxemburg	1 551	1,9	1 778	1,7	1 437	1,3	1 829	1,3
Italien	928	1,1	1 016	1,0	2 393	2,1	2 726	2,0
Spanien	442	0,5	508	0,5	472	0,4	508	0,4
Schweden	732	0,9	635	0,6	995	0,9	1 117	0,8
Ungarn	335	0,4	457	0,4	650	0,6	762	0,5
Rußland	14 606	17,5	15 250	14,9	18 068	16,5	18 786	13,8
Japan, Korea, Mandschukuo	3 600	4,4	3 302	3,2	6 000	5,5	6 400	4,7
Indien	1 576	1,9	1 829	1,8	982	0,9	1 016	0,7
Australien	979	1,2	1 117	1,1	1 157	1,0	1 219	0,9

¹⁾ 106 (1940) Heft 1, S. 268/70.

In den Vereinigten Staaten nahm die Erzeugung von Roheisen und Eisenlegierungen um 66,6 % zu, die Erzeugung von Rohstahl um 66 %. Ein stärkeres Anziehen der Erzeugung machte sich vom Juni an bemerkbar und trat besonders seit Oktober in die Erscheinung, wo allein das Ausbringen von Stahlblöcken die 5-Mill.-t.-Grenze überschritt. Es hängt dies mit der allgemeinen Besserung der wirtschaftlichen Verhältnisse in Amerika zusammen. Infolgedessen stieg der Anteil der Vereinigten Staaten an der Welt-Rohstahlerzeugung von 26,4 % auf 33,9 % und bei der Roheisenerzeugung von 23,5 auf 34,4 %.

In Rußland setzte sich die Steigerung der Roheisen- und Rohstahlerzeugung in einem gegenüber den Vorjahren geringeren Maße fort. Der russische Anteil an der Welt-Roheisenerzeugung

sank daher von 17,5 % im Jahre 1938 auf 14,9 % im Jahre 1939; die entsprechenden Zahlen bei Rohstahl lauten: 16,5 % und 13,8 %.

In Großbritannien lagen die Zahlen für 1939 bei Rohstahl erheblich über denen des Vorjahres; seit dem September 1939 waren sämtliche Werke voll beschäftigt. Die Roheisenerzeugung stieg nicht in dem gleichen Verhältnis, was sich aus der beschränkten Nachfrage nach Gießereirohisen erklärt, die erst gegen Ende 1939 anzog.

In Frankreich trat eine erhebliche Zunahme der Erzeugung seit Mai 1939 ein. Im übrigen ist bei einem Vergleich der Ergebnisse von 1938 und 1939 daran zu erinnern, daß das Jahr 1938 für die französische Eisenindustrie recht ungünstig war.

Belgien und Luxemburg hätten im Berichtsjahr zweifellos bessere Ergebnisse erzielt, wenn nicht besondere Schwierigkeiten in der Koksversorgung und dem Bezug französischer Erze seit Kriegsausbruch eingetreten wären.

Die Roheisenerzeugung der Welt stieg von 1938 auf 1939 um 23 %, die Rohstahlerzeugung um 25 %.

In den europäischen Ländern stieg die Rohstahlerzeugung von 70,3 Mill. t im Jahre 1938 auf rd. 78 Mill. t im Jahre 1939 oder um 10,4 %; die Erzeugung von Roheisen und Eisenlegierungen hob sich von 55,4 Mill. t auf 61,3 Mill. t oder um 10,6 %.

In den übrigen Ländern der Welt vermochten Kanada, Indien und Australien ihre Erzeugung gegenüber 1938 zu steigern, eine Folge ihrer starken Lieferung von Kriegsgeräten an England. Die Zunahme der Erzeugung in Japan ist auf Betriebsvergrößerungen zurückzuführen, die 1939 durchgeführt wurden und die im laufenden Jahr 1940 fortgesetzt werden sollen.

In dem Verhältnis zwischen der Roheisen- und Rohstahlerzeugung der Welt ist gegenüber 1938 kein Unterschied eingetreten. Insgesamt machte die Roheisenerzeugung 75 % der Rohstahlerzeugung aus.

Wirtschaftliche Rundschau.

Vereinigte Stahlwerke, Aktiengesellschaft, Düsseldorf.

Aus den besonderen, der Kohle- und Eisenwirtschaft von der Führung des Reiches gesteckten Zielen und aus dem politischen Geschehen erwuchs den Vereinigten Stahlwerken im Geschäftsjahr 1938/39 wiederum eine Fülle von Aufgaben, die, wie in keinem Jahr vorher, stärkste Anspannung und rückhaltlosen Einsatz aller Kräfte erforderten. Trotz mannigfachen Schwierigkeiten konnte auf den zahlreichen und vielseitigen Arbeitsgebieten der Werke fast durchweg ein neuer Höchststand in Erzeugung und Absatz erreicht werden, wobei allerdings Menschen wie Maschinen das Letzte hergeben mußten. Die tiefgreifende Umstellung, die der Ausbruch des Krieges im letzten Monat des Geschäftsjahres für die deutsche Wirtschaft mit sich brachte, ging auf den Betrieben dank der Anpassungsfähigkeit und verständnisvoller Zusammenarbeit aller Stellen mit einem Mindestmaß an Reibungen vorstatten. Die Ausrichtung auf die kriegswirtschaftlichen Erfordernisse: Sicherung der Rohstoffversorgung, Aufrechterhaltung eines hohen Erzeugungsstandes und ausreichende Deckung aller kriegswichtigen Anforderungen, wurde dabei erleichtert durch die im Rahmen des Vierjahresplans mit Aufwand erheblicher Kosten bereits weitgehend vorbereitete Ergänzung der Erzgrundlagen.

Die Erzgewinnung hat im Berichtsjahr weiterhin bedeutende Fortschritte gemacht, die mit dazu beitrugen, die Deckung des Verbrauchs in zunehmendem Maße auf inländische Eisenträger abstellen zu können. Die Förderzunahme geht über die im Reichsdurchschnitt erzielte Steigerung wiederum beachtlich hinaus. Die Arbeiten zur verstärkten Nutzbarmachung der heimischen Erze werden mit Nachdruck fortgeführt.

Das Förderergebnis der Steinkohlenzechen lag infolge des Mangels an gelernten Bergleuten nur geringfügig über dem des vorigen Geschäftsjahres, übertraf aber erstmalig die 1928/29 erzielte Höchstzahl. Die vorgesehene weitere Steigerung ist vor allem eine Frage ausreichenden Arbeitseinsatzes, da die Gruben und die maschinellen Anlagen für eine wesentlich höhere Förderung eingerichtet sind. Stärker war die prozentuale Zunahme der Kokerzeugung.

Auch die Arbeitsleistungen der Hütten- und Walzwerke haben bei ausreichender Rohstoffversorgung nochmals zugenommen und zeigen neue Höchstwerte. Angesichts des schon im vorangegangenen Geschäftsjahr erreichten hohen Erzeugungsstandes blieb allerdings das Ausmaß des Anstiegs hinter den vorjährigen Zahlen zurück. Bemerkenswert ist der wiederum gestiegene Anteil der Edeltahlerzeugung.

Dem Aufschwung auf allen Erzeugungsgebieten entsprach eine abermalige kräftige Umsatzsteigerung, mit der die Ertragsentwicklung allerdings nicht mehr gleichlief. Gleichwohl gestattet das Ergebnis des Berichtsjahres wiederum die Verteilung einer Dividende von 6 %. Die kostensteigernden Einflüsse, die sich auch im letzten Jahr wieder geltend machten, werden unter den gegenwärtigen Verhältnissen naturgemäß verstärkt wirksam werden. Die Gründe für die zunehmenden Kostenbelastungen lagen auf der Eisenseite nach wie vor im wesentlichen in der äußerst starken Beanspruchung der Anlagen, der Ausschöpfung der Leistungsreserven und dem damit verbundenen erhöhten Verschleiß sowie dem vermehrten Einsatz heimischer Erze, bei der Kohle auch in den Auswirkungen der neuen Schicht-

zeit- und Lohnregelung. Da auch von der Erlöseite her kein Ausgleich zu erzielen war — bei unveränderten inländischen Eisenpreisen waren die Ausfuhrpreise bis Kriegsausbruch eher rückläufig —, war die Leitung weiterhin bemüht, durch verstärkte betriebliche Rationalisierungsarbeiten diese ungünstige Ergebnisentwicklung wenigstens teilweise zu mildern.

Mit den in allen Zweigen auf höchsten technischen Leistungsstand gebrachten Erzeugungseinrichtungen treten die Werke in das laufende Kriegsgeschäftsjahr und stehen damit den großen Anforderungen, die es bringen wird, gerüstet gegenüber. Die planmäßige Ergänzung und Erneuerung der Betriebsanlagen, für die in den letzten fünf Geschäftsjahren Mittel nahezu in Höhe des Aktienkapitals der Gesellschaft aufgewandt worden sind, wird dabei ihre Früchte tragen. Von den für das vergangene Jahr bilanzmäßig ausgewiesenen 120 Mill. *RM* entfallen etwa drei Viertel auf die Hütten- und Verfeinerungswerke, ein Viertel auf die bergbaulichen Anlagen.

Die steuerlichen Aufwendungen haben sich weiter erhöht. Sie beliefen sich für das gesamte Unternehmen einschließlich der Betriebsgesellschaften und Organgesellschaften auf 202 Mill. *RM*, haben also — bei nur um 7 Mill. *RM* höheren Gewinnausschüttungen — den Stand des Geschäftsjahres 1935/36 um nahezu das Dreifache überschritten.

Die höheren Arbeitsleistungen konnten nur mit einer gegenüber dem Vorjahr wesentlich vermehrten Gefolgschaft bewältigt werden. Den ungewöhnlichen Leistungsanforderungen, die in den meisten Betrieben gestellt werden mußten, sind Arbeiter und Angestellte, oft unter erschwerten Umständen, mit verständnisvoller Einsatzbereitschaft in jeder Weise gerecht geworden.

Die Aufwendungen für die Gefolgschaft der Betriebsgesellschaften haben sich wie folgt entwickelt:

	Geschäftsjahr	
	1938/39	1937/38
	<i>RM</i>	<i>RM</i>
Lohn- und Gehaltssumme	529 890 000	473 445 000
Gesetzliche soziale Abgaben	60 942 000	54 001 000
Freiwillige soziale Leistungen	27 394 000	23 775 000

Die Arbeit auf dem Gebiet der sozialen Betreuung der Gefolgschaft hat, wie die Zahlen über die freiwilligen sozialen Leistungen, die der Gewinnausschüttung an die Aktionäre etwa gleichkommen, erkennen lassen, auch im Berichtsjahr nicht stillgestanden.

Die Sicherung eines möglichst zweckmäßigen Einsatzes der nur in beschränktem Umfang zur Verfügung stehenden geschulten Fachkräfte hat die Gesellschaft auch im vergangenen Jahr stark beschäftigt. Vor allem im Erz- und Steinkohlenbergbau waren in der Heranziehung gelernter Bergleute erhebliche Schwierigkeiten zu überwinden. Eine Ergänzung der Gefolgschaften aus dem bodenständigen Bergarbeiterstamm war bereits im Vorjahr nicht mehr möglich. Vielmehr litten sowohl im Ruhrbergbau als auch im Siegerländer Erzbergbau die Betriebe unter der Abwanderung von Arbeitskräften, und zwar vor allem von jüngeren Bergleuten. Die Bemühungen um Rückgewinnung der in anderen Berufen tätigen Bergleute für die Arbeit unter Tage und die im April 1939 durchgeführte Schichtzeitverlängerung haben trotz beachtlicher Teilerfolge den Mangel an gelernten Bergleuten nicht beheben können. So ist es nicht möglich gewesen, die auf Grund der technischen Leistungsfähigkeit der Schachtanlagen gegebenen Fördermöglichkeiten voll auszuschöpfen. Auch auf der Eisenseite — und hier vor allem bei den Verarbeitungs- und Verfeinerungsbetrieben — bereitete der Facharbeitermangel den Betriebsführungen der Werke manche Sorge. Die Frage des Nachwuchses und seiner beruflichen Schulung in den zahlreichen und ständig vervollkommenen Lehrwerkstätten und sonstigen Ausbildungseinrichtungen fand daher auch weiterhin ernsteste Beachtung.

Durch die stärkere Einspannung der Kohle in die neuen Aufgaben einer planmäßigen Rohstoffwirtschaft erhielt die Kohlennachfrage im Berichtsjahr einen starken Antrieb. Die Steinkohlenförderung konnte vielfach mit dem erheblichen Bedarfsanstieg der inländischen Verbraucher, nicht zuletzt auch der in Gang gekommenen Vierjahresplananlagen, nicht ganz Schritt halten; es haben sich erstmalig auch auf diesem Gebiet Versorgungsspannungen gezeigt. Dabei wurde die Bedarfsdeckung des Binnenmarkts dadurch erleichtert, daß sich auf dem Weltmarkt der noch 1937 zu verzeichnende Kohlenmangel in Fortsetzung der vorjährigen Entwicklung in einen Kohlenüberfluß verwandelte, der trotz allen Anstrengungen einen weiteren erheblichen Rückgang der deutschen Brennstoffausfuhr unvermeidbar machte. Die Gelsenberg-Benzin A.G. hat die Erzeugung inzwischen planmäßig aufnehmen können.

Trotz dem Erzeugungsanstieg in den zum Teil bis an die Grenze der Leistungsfähigkeit beschäftigten eisenschaffenden und -verarbeitenden Betrieben und trotz gleichzeitig nicht unbeträchtlicher Mehreinfuhr an Großeisenerzeugnissen blieb der inner-

deutsche Eisenmarkt doch während des ganzen Jahres angespannt. Die Nachfrage war vielfach so dringend, daß der Versand mit dem Auftragsingang nicht Schritt halten konnte. Die Bestände an Inlandsaufträgen erreichten bei Kriegsausbruch einen neuen Höchststand. Im letzten Monat des Geschäftsjahres mußte dann ein Teil der vorliegenden weniger dringlichen Bestellungen gestrichen werden, um die Deckung des kriegswichtigen Bedarfs sicherzustellen.

Nach dem schweren Rückschlag im Vorjahr hatte der Weltmarkt in Eisen- und Stahlerzeugnissen, obwohl von den Umsätzen des Jahres 1937 noch weit entfernt, seit dem Frühjahr 1939 infolge der Auswirkungen der Rüstungskonjunktur doch wieder einige Fortschritte machen können. Trotz der Bindung an den gestiegenen Inlandsbedarf haben auch bei den Vereinigten Stahlwerken Auslandsabsatz und Auftragsingang im abgelaufenen Geschäftsjahr erheblich zugenommen. Die Ausfuhrlöse zeigten bis in den Sommer hinein eine rückläufige Entwicklung.

Durch den Kriegsausbruch wurde der internationale Eisenmarkt schwer betroffen und die erfolgreiche Gemeinschaftsarbeit innerhalb der IRG. und ihrer Verkaufsverbände bis auf weiteres lahmgelegt. Dabei setzte angesichts der ungewissen Versand- und Liefermöglichkeiten sogleich auf allen neutralen Auslandsmärkten eine anhaltend starke Nachfrage ein, die den Preisstand wesentlich erhöht hat. Die deutschen Werke verfolgen auch unter den augenblicklichen Verhältnissen gegenüber der Kundschaft im neutralen Ausland eine maßvolle Preispolitik. Dabei war es möglich, nach Deckung des kriegswichtigen Bedarfs nach wie vor nicht unerhebliche Eisen- und Stahlmengen den ausländischen Abnehmern in den neutralen Ländern zuzuführen. Die planmäßige Verlagerung des deutschen Außenhandels in den letzten Jahren nach Ländern mit gesicherten Zufuhr- und Absatzwegen wirkt sich dabei besonders günstig aus; entfielen doch von der deutschen Walzstahlausfuhr im ersten Halbjahr 1939 stark zwei Drittel (gegenüber nur 55 % 1933) auf Lieferungen an die blockadefreien Länder. Bei den Bemühungen, die Fühlung mit den ausländischen Abnehmern trotz allen Schwierigkeiten aufrechtzuerhalten, wird schon aus Rohstoffgründen für die in der Stahlunion-Export G. m. b. H. zusammengefaßte Ausfuhrorganisation der Auslandsabsatz hochwertiger Erzeugnisse noch mehr als bisher im Vordergrund zu stehen haben.

Die Steigerung der Güteansprüche, die sich stärker noch als bei der ausländischen Kundschaft bei den wichtigsten Trägern der innerdeutschen Nachfrage geltend machte, hat im abgelaufenen Jahr vermehrte und größere Aufgaben gestellt. Für verstärkte Forschungs- und Entwicklungsarbeiten wurden daher auch im Berichtsjahr entsprechende Mittel zur Verfügung gestellt. In zunehmendem Umfang gab auch der Vierjahresplan starke Anregungen zu neuen Fragestellungen und Aufgaben innerhalb der Eisenindustrie. Das gilt insbesondere für eine ganze Anzahl von Einzelfragen, die bei der Verhüttung deutscher Eisenerze auftraten. Neu aufgenommen wurden umfangreiche Untersuchungen mit dem Ziele einer besonders zweckmäßigen Auswertung der im Hüttenbetrieb entfallenden verschiedenartigen Schlacken. Die Ueberprüfung der notwendigen Höhe von Legierungszusätzen bei hochbeanspruchten Stählen wurde fortgesetzt. Durch metallurgische Sondermaßnahmen und Warmbehandlung konnten auf diesem Gebiet weitere Erfolge erzielt werden. Vor allem gelang es, den Union-Baustahl, der bekanntlich seit Jahren als hochwertiger Baustahl große Bedeutung hat, neu aufgetretenen Anforderungen voll anzupassen. Ebenso wurden in der Weiterentwicklung warmfester und hochwarmfester Stähle neue bedeutsame Fortschritte gemacht. Großversuche in den Thomasstahlwerken führten zur Einführung eines neuen tiefziehfähigen Thomasstahles, der in seinen Eigenschaften einem Siemens-Martin-Stahl entspricht. Auf dem wichtigen Gebiet des Blankglühens von Blech und Bandstahl sowie der Verbesserung der Oberflächenbeschaffenheit dieser Erzeugnisse sind wesentliche Fortschritte erzielt worden. Das gleiche gilt von der planmäßigen Weiterbildung und Neuschaffung von Schweißdrähten. Aus den Arbeiten auf dem Gebiet der Metalldiffusion ging das BDS-Inkrom-Verfahren hervor, durch das Stähle und Fertigteile an der Oberfläche nachträglich die Eigenschaften eines hochwertigen, nichtrostenden Stahles erhalten. Zur Verwertung dieses Verfahrens erfolgte die Gründung eines eigenen Unternehmens, der Metall-Diffusions-Gesellschaft m. b. H. Einen erheblichen Raum nahm auch wieder die Korrosionsforschung ein; im Vordergrund stand dabei die Entwicklung von Schutzüberzügen für Stahl für die verschiedensten Zwecke. Die Auswertung langjähriger Untersuchungen über Wärmespannungen führte zu einer Erhöhung der Sicherheit von großen Schmiedestücken und geschweißten Großbauten. In einer ganzen Reihe von Fällen konnten die Forschungsstellen an der Lösung von Fragen mitwirken, die in Kreisen der Stahlverbraucher auftraten und über den Rahmen der eigentlichen metallurgischen Forschung hinausgingen.

Bei den Betriebsgesellschaften:

Gelsenkirchener Bergwerks-A.G., Essen,
 August-Thyssen-Hütte A.G., Duisburg-Hamborn,
 Dortmund-Hoerder Hüttenverein A.G., Dortmund,
 Bochumer Verein für Gußstahlfabrikation A.G., Bochum,
 Deutsche Eisenwerke A.G., Mülheim (Ruhr),
 Deutsche Röhrenwerke A.G., Düsseldorf,
 Hüttenwerke Siegerland A.G., Siegen,
 Westfälische Union A.G. für Eisen- und Drahtindustrie, Hamm (Westf.),
 Bandeisenzwerke A.G., Dinslaken,
 „Wurag“ Eisen- und Stahlwerke A.G., Hohenlimburg,
 Dortmunder Union Brückenbau-A.G., Dortmund,
 Siegener Eisenbahnbedarf A.G., Siegen,
 sowie den als G. m. b. H. geführten Betriebsgesellschaften

war der Geschäftsverlauf zufriedenstellend. Förderung, Erzeugung und Absatz haben sich den eingangs geschilderten Verhältnissen entsprechend entwickelt. Größere Betriebsstörungen waren nicht zu verzeichnen. Die Bilanzen sowie Gewinn- und Verlustrechnungen sind dem Bericht beigelegt.

Von den Gesellschaften, an denen das Unternehmen maßgeblich beteiligt ist, ist nichts Besonderes zu berichten. Die Verhandlungen mit den Reichswerken „Hermann Göring“, Berlin, über den Verkauf der Beteiligung der Stahlverein G. m. b. H. für Bergbau- und Industriewerte, Berlin, an die Oesterreichisch-Alpine Montangesellschaft, Wien, wurden abgeschlossen.

Gefolgschaft.

Die Zahl der Gefolgschaftsmitglieder ist bis zum Kriegsausbruch wiederum fortlaufend beachtlich gestiegen. Im Monatsdurchschnitt des abgelaufenen Geschäftsjahres betrug, verglichen mit dem Vorjahr, die Zunahme etwa 7%. Dennoch ist bei der Ausweitung des Erzeugungsrahmens der Mangel an geschulten Arbeitskräften vor allem im Bergbau in verstärktem Maße in Erscheinung getreten.

Auf den Hütten- und Verfeinerungsbetrieben der Betriebsgesellschaften hat sich im Laufe des Geschäftsjahres die Zahl der gewerblichen Lehrlinge von 3708 auf 3787, die Zahl der Hüttenjungleute von 120 auf 212 erhöht. Bei den Bergbaubetrieben ging dagegen trotz allen Bemühungen in der gleichen Zeit die Zahl der 14- bis 17jährigen Bergjungleute und der in der Ausbildung zum Hauer stehenden Jungknappen von 8280 auf 7259 zurück. Der Ausbildung auch der kaufmännischen Lehrlinge bei den Werken wurde ebenfalls größte Sorgfalt gewidmet. Insgesamt waren am Schluß des Geschäftsjahres 773 kaufmännische Lehrlinge gegenüber 754 im Vorjahre vorhanden.

Die von den Betriebsgesellschaften auf dem Gebiet der Lehrlingsausbildung geleistete Erziehungsarbeit fand durch Verleihung des Leistungsabzeichens der DAF für vorbildliche Berufserziehung an zehn Betriebe ihre Anerkennung. Auch die besonderen Erfolge im Reichsberufswettkampf, an dem sämtliche Lehrlinge, Bergjungleute, Jungarbeiter und auch ein Teil der übrigen Gefolgschaft teilnahmen, sind ein schöner Beweis für den hohen Ausbildungsstand der Gefolgschaft der Werke. 51 Gefolgschaftsmitglieder wurden als Gausieger, je ein Gefolgschaftsmitglied als Reichssieger und Reichsbester ausgezeichnet.

Die Aufwendungen für Löhne und Gehälter haben sich im Vergleich zu dem vergangenen Jahr um etwa 12% erhöht und damit erstmalig die Grenze von einer halben Milliarde Reichsmark erheblich überschritten. Der durchschnittliche Monatsverdienst je Arbeiter ist im wesentlichen infolge der vermehrten Erzeugungsleistungen nochmals — um etwa 5% — gestiegen. Während bei den Hütten- und Verfeinerungswerken die Zunahme verhältnismäßig gering blieb, war im Steinkohlenbergbau die Bewegung auf Grund der Schichtzeitverlängerung, verbunden mit der Neuregelung der Gedinge, stärker, so daß sich die Durchschnittsmonatseinkommen der Gefolgschaft des Bergbaues jetzt weitgehend denen der Hüttenseite angeglichen haben.

Bei den gesetzlichen sozialen Aufwendungen ergab sich eine Steigerung von 13%. Aber auch die freiwilligen sozialen Leistungen wurden in Anerkennung der treuen Mitarbeit der Gefolgschaft wiederum erheblich verstärkt. Mit einem Betrag von 27 394 000 RM haben sie gegen das Vorjahr um 15% zugenommen.

In der betrieblichen Arbeit suchte das Unternehmen die Wirkungsmöglichkeiten seiner Sozialeinrichtungen und -maßnahmen zu vertiefen und bemühte sich, soweit erforderlich, auch neue Wege zu ihrem weiteren Ausbau zu finden. In vorderster Reihe steht nach wie vor die Ergänzung der Altersversorgung früherer Werksangehöriger und die Unterstützung ihrer Hinterbliebenen. Die hierfür ausgeworfenen Beträge erreichten im Berichtsjahr 6,3 Mill. RM. Gegen Ende des Geschäftsjahres sind die früher für diese Zwecke gebildeten Fonds auf die neu gegründete Stahlunion-Unterstützungs-G. m. b. H., Düsseldorf, übertragen worden.

Dem Schutze der Mitarbeiter gegen Arbeitsgefahren galt weiterhin größte Aufmerksamkeit. Die Unfallverhütungsmaß-

nahmen und -einrichtungen wurden weiter ausgebaut und ständig verbessert. Alle Betriebe erweiterten ferner, den besonderen Erfordernissen der Zeit entsprechend, die Einrichtungen für den Werksluftschutz.

Die Fürsorge erstreckt sich im Rahmen des Möglichen auch auf die Frauen und Kinder der Werksangehörigen. Die hierfür auf den Zechen und einer Reihe von Hüttenbetrieben seit langem eingerichteten 31 Werksfürsorgestellen, in denen 54 Werksfürsorgerinnen tätig sind, fanden wiederum regen Zuspruch. In den vorhandenen Kindergärten und Kinderhorten wurde ständig eine große Anzahl von Kleinkindern und schulpflichtigen Kindern betreut. Erholungsbedürftige Kinder der Gefolgschaftsmitglieder fanden in größerem Umfange in den Kinderheimen in Wattenscheid-Leithe, Mülheim-Saarn, Sassendorf und Bad Rothenfelde Aufnahme und verständnisvolle Pflege. Dieses weitreichende Gefüge der Familien- und Kinderfürsorge wurde in der Berichtszeit wiederum wirksam ergänzt durch die umfassende Krankenhilfe, die bei sämtlichen Werken durch die Betriebskrankenkassen gewährt wird. In Hörde dient diesem Zweck ein eigenes Krankenhaus.

Vor allem erfreute sich aber auch der Werks-sport weiterhin angelegentlicher Förderung. Neben dem Ausbau schon vorhandener Anlagen wurden bei verschiedenen Werken neue Sportplätze, Schießstände, Turn- und Schwimmanlagen errichtet. Bis zum Ende des Berichtsjahres stieg die Zahl der von den 70 Betriebssportgemeinschaften erfaßten Gefolgschaftsmitglieder von 40 000 auf 50 000.

Bei der Durchführung von Neubauten und Umbauten der Betriebsanlagen waren die Werke bemüht, gleichzeitig auch vorbildliche gesundheitliche Betriebseinrichtungen zu schaffen und die Arbeitsstätten wie die Erholungsräume möglichst ansprechend zu gestalten. Auf vielen Zechen und Werken wurden neue Kantinen, Wasch- und Umkleieräume gebaut, schon vorhandene Aufenthaltsräume zweckmäßig ausgestaltet und für die Verschönerung der Arbeitsplätze und Werkshöfe namhafte Aufwendungen gemacht.

Der Ausbau des Werksbüchereiwesens hat weitere Fortschritte gemacht. Die Bestände wurden durch gutes Schrifttum, das nicht zuletzt auch der beruflichen Fortbildung dienen soll, vervollständigt und auch neue Büchereien eingerichtet. In 53 Werksbüchereien stehen den Gefolgschaftsmitgliedern jetzt rd. 67 000 Bücher zur Verfügung.

Die Auflage der Werks- und Zechenzeitungen wurde im Geschäftsjahr von 166 000 auf 184 000 Stück erhöht. Die Zeitungen sind inhaltlich erweitert worden und werden mit den reichen, darin untergebrachten Einzelangaben allmählich zu einer lückenlosen Darstellung des Geschehens innerhalb der Werke.

Auch im vergangenen Jahr haben die Arbeiten auf dem großen Gebiet der Wohnungsfürsorge für die Werksangehörigen nachdrückliche Förderung erfahren. Insbesondere haben die Wohnungsgesellschaften ihre Aufgabe, den vorhandenen Besitz zu verwalten und zu pflegen sowie den Bedarf an neuen Wohnungen für die Gefolgschaftsmitglieder zu befriedigen, auch weiterhin erfolgreich erfüllt. Von den mehr als 3000 bei Beginn des Geschäftsjahres in Arbeit befindlichen Neubauten konnten während des Berichtsjahres 2156 fertiggestellt werden. Zur Behebung des unvermindert starken Wohnungsbedarfs wurde im Berichtsjahr neben der Durchführung der aus dem Vorjahr noch verbliebenen Bauvorhaben ein Neubauplan von etwa 5000 Wohnungen in Angriff genommen. Die Wohnungsgesellschaften haben seit ihrer Gründung im Jahre 1933 insgesamt 5213 Wohnungseinheiten fertiggestellt. Hiervon sind 2369 Mietwohnungen, 2421 Volkswohnungen und 423 Kleinsiedlungen und Eigenheime. Die Gesamtzahl der Wohnungen der vier Gesellschaften und der Werke belief sich am Ende des Geschäftsjahres auf 66 164, so daß ein großer Teil der Werksangehörigen mit ihren Familien in solchen Wohnungen untergebracht werden konnte.

Die Bilanz zum 30. September 1939 zeigt folgendes Aussehen.

Aktiven:	In 1000 RM
Anlagevermögen	1 363 601
Beteiligungen	608 209
Anderer Wertpapiere des Anlagevermögens	15 982
Umlaufvermögen:	
Wertpapiere	47 067
Teilschuldverschreibungen von Betriebsgesellschaften	3 450
Geleistete Anzahlungen für Warenbezüge	733
Forderungen aus Hypotheken	952
Forderungen an Konzerngesellschaften	247 957
Sonstige Forderungen abzüglich Wertberichtigungen	37 858
Wechsel	36 055
Schecks, Kassenbestand und Bankguthaben	40 713
Posten, die der Rechnungsabgrenzung dienen	1 769
zusammen	2 475 336

Passiven:	In 1000 <i>RM</i>
Grundkapital	460 000
Gesetzliche Rücklage	80 000
Sonstige Rücklagen	50 705
Wertberichtigungen	670 203
Rückstellungen für Neuzustellung von Hochofen, Bergschaden usw.	143 555
Anleihen, zahlbar in fremden Währungen	56 729
Anleihen, zahlbar in Reichsmark	18 948
Sonstige Anleihen	229
Hypotheken	589
Anzahlungen von Betriebsgesellschaften für den Erwerb von Werksanlagen	383 000
Verbindlichkeiten aus noch nicht abgerechneten Zinsscheinen	56
Verbindlichkeit an Gelsenk. Bergw.-A.-G. aus Teilschuldverschreibungen	113 920
Sonstige Verbindlichkeiten gegenüber Konzerngesellschaften	218 374
Verbindlichkeiten aus Wechseln	24 589
Verbindlichkeiten gegenüber Banken	141 814
Sonstige Verpflichtungen	83 828
Posten, die zur Rechnungsabgrenzung dienen	1 097
Reingewinn	27 600
zusammen	2 475 336

Die Gewinn- und Verlustrechnung zeigt das nachstehende Bild.

Erträge:	In 1000 <i>RM</i>
Ausweispflichtiger Rohüberschuß (nach Abrechnung mit den Organisationsgesellschaften)	222 229
Erträge aus Beteiligungen und Wertpapieren des Anlagevermögens	13 452
Außerordentliche Erträge	17 918
zusammen	253 599
Aufwendungen:	
Gehälter und Löhne	6 027
Soziale Abgaben	2 840
Abschreibungen	139 299
Zinsen, soweit sie die Ertragszinsen übersteigen	7 612
Steuern und Abgaben	66 084
Sonstige Aufwendungen und Rückstellungen	4 137
Reingewinn	27 600
zusammen	253 599

Der Reingewinn von 27 600 000 *RM* wird zur Ausschüttung einer Dividende von 6 % (wie i. V.) auf 460 000 000 *RM* dividendenberechtigte Aktien verwendet.

Buchbesprechungen.

Gmelins Handbuch der anorganischen Chemie. 8., völlig neu bearb. Aufl. Hrsg. von der Deutschen Chemischen Gesellschaft. Berlin: Verlag Chemie, G. m. b. H. 4^o.

System-Nummer 59: **Eisen.** Teil F: Nachweis und Bestimmung von Fremdelementen in Eisen und Stahl. Abt. 2: Eigentliche Legierungselemente. Sonstige Elemente. Sonderverfahren. Normen. Lfg. 2. (Mit Fig. 9—19.) 1939. (S. 165 bis 388.) 36 *RM*.

In dieser Lieferung werden in gleich guter und übersichtlicher Weise Angaben über das Auftreten und Bindungsformen der in der ersten Lieferung¹⁾ nicht behandelten Elemente Titan, Aluminium, Zr, Thorium, Nickel und Kobalt gebracht sowie die Verfahren zum Nachweis, zur Bestimmung und Abtrennung derselben beschrieben, wobei das Schrifttum bis heute weitgehende Berücksichtigung fand. Auch die gruppenweise Bestimmung der Elemente aus einer Einwaage, insbesondere die Untersuchungsverfahren der Hartmetall-Legierungen, werden eingehend behandelt. An neueren Bestimmungsverfahren in bezug auf die qualitative und quantitative Analyse von Stahl und Eisen werden die chromatographischen und polarographischen Untersuchungsverfahren kurz behandelt. Bei der Spektralanalyse werden wertvolle Angaben über die Vorbereitung der Probe, Lichtquellen, Art des Spektroskops, Auswertung usw. sowie über die Methodik selbst gebracht. Für ein Schnellprüfverfahren, das zugleich eine Sortierungsmöglichkeit für Eisen- und Stahllager bietet, ist die Funken- und Stauprobe aufgeführt. Ferner sind in einer Tafel die Funkenbilder der gebräuchlichsten Stahllarten zusammengestellt. Endlich sind noch einige Seiten den physikalischen Verfahren, wovon besonders die Kohlenstoffbestimmung unter Berücksichtigung des Einflusses der Begleitelemente auf magnetometrischem Wege im Karbometer oder im Koerzimeter oder durch Messung des elektrischen Widerstandes — bei letzterem auch die Siliziumbestimmung in Dynamo- und Transformatorenblechen — eingehend beschrieben ist, gewidmet. Zur Bestimmung des Siliziumgehaltes in Ferrosilizium sind die Dichte- und Brinellhärtebestimmung kurz angeführt; ferner ist auf die Möglichkeit, Schlüsse auf den Kohlenstoffgehalt aus dem Bruchaussehen und dem Biegewinkel eines gehärteten Probestabes zu ziehen, hingewiesen. Am Schluß folgt noch eine wertvolle Zusammenstellung der Normen einiger Länder zur Untersuchung von Stählen und Ferrolegierungen.

Zusammenfassend sei gesagt, daß es den Bearbeitern gelungen ist, aus der Fülle des einschlägigen in- und ausländischen Schrifttums das Wichtigste für die Untersuchung von Eisen und Stahl in klarer und übersichtlicher Weise zusammenzustellen und die brauchbarsten Verfahren eingehender zu behandeln. Dem Eisenhüttenchemiker ist somit ein wertvolles und unentbehrliches Nachschlagewerk geschaffen worden, das verdient, in jeder Laboratoriumsbücherei einen angemessenen Platz zu erhalten.

Frohwald Petzold.

Becker, R., Dr., o. Professor für theoretische Physik an der Universität Göttingen, und Dr.-Ing. habil. **W. Döring,** Assistent am Inst. für theoretische Physik an der Universität Göttingen: **Ferromagnetismus.** (Mit 319 Abb.) Berlin: Julius Springer 1939. (VII, 440 S.) 8^o. 39 *RM*, geb. 42,60 *RM*.

Vor einer noch nicht sehr weit zurückliegenden Zeit verstand man unter „Ferromagnetismus“ kaum mehr als eine Sammlung merkwürdiger Beobachtungstatsachen. Für einzelne Gruppen von ihnen gab es auch eine Theorie, die allerdings die Erscheinungen häufig mehr beschrieb als erklärte. Von einem inneren Zusammen-

hange der Theorien der Einzelgebiete konnte man jedenfalls nicht sprechen. Befruchtet von der Entwicklung der Quantenphysik und der neueren Atomtheorie hat sich indessen auch auf dem Gebiete des Magnetismus ein tiefgreifender Umbruch vollzogen, der zwar heute noch im vollen Fluße ist, aber schon erkennen läßt, wie der weitere Ausbau verlaufen wird und wo die Ergänzung unserer Versuchsunterlagen am vordringlichsten ist. Die rasche Entwicklung des Gebietes, an der neben deutschen hauptsächlich amerikanische und russische Forscher beteiligt sind, machte es für den Fernerstehenden schwierig, sich aus den in Zeitschriften zerstreuten zahlreichen Arbeiten ein Bild von ihrer Bedeutung im Gesamttrahnen zu machen und den Anschluß an die heutigen Anschauungen zu finden.

Aus diesem Grunde ist das Erscheinen des vorliegenden Werkes besonders zu begrüßen, zumal da die Verfasser selbst und andere Mitarbeiter des Beckerschen Kreises¹⁾ grundlegende eigene Beiträge zur Deutung der ferromagnetischen Grundlagen geliefert haben. Eine Besprechung des Werkes im einzelnen verbietet sich wegen der Fülle des behandelten Stoffes. Die Darstellung ist klar und einheitlich; sie wird niemals zu einer Aneinanderreihung von Berichten über fremde Arbeiten. Diese sind vielmehr vollkommen kritisch verarbeitet, so daß sich alle Abschnitte glatt und flüssig lesen und jeder wie aus einem Gusse wirkt. Besonders anziehend für den Werkstoffachmann dürften die beiden letzten Abschnitte V und VI sein, in denen der Einfluß verborgener magnetischer Vorgänge auf das mechanische Verhalten (z. B. der auf magnetischen Vorgängen beruhende Dämpfungsanteil mechanischer Schwingungen) sowie die ferromagnetischen Werkstoffe und ihre Verwendung behandelt werden.

Zusammenfassend darf man ohne Uebertreibung behaupten, daß der auch in seiner Ausstattung gediegene Band für jeden physikalisch Interessierten nützlich zu durchblättern ist, für jeden auf magnetischem Gebiet Arbeitenden aber schlechthin unentbehrliches Handwerkszeug vorstellt.

Fritz Stäblein.

Fünfundsechzig Jahre Mansfelder Pflastersteine 1863 bis 1938. (Text und Bildauswahl von Dr. phil. Hanns Freydanck mit Unterstützung von K. Fiedler, Dr.-Ing. O. Schmidt und E. Wahl.) (Mit zahlr. Textabb. und Tafelbeil.) Eisleben: (Ernst Schneider i. Komm.) 1939. (3 Bl., 305 S.) 8^o. Geb.

Der Inhalt des Buches gibt mehr, als sein Titel verspricht. Denn weit über den Rahmen einer Gelegenheitschrift hinausgehend wird hier eine vollständige Geschichte der Hüttenschlackenverwendung geboten.

Dem reichen Inhalt der Schrift seien folgende kurze Mitteilungen entnommen:

Von jeher war die Schlacke ein lästiges Nebenerzeugnis der Verhüttungsvorgänge bei der Eisen- und Metallgewinnung. Die großen vorgeschichtlichen und mittelalterlichen Schlackenhaldden reden davon eine deutliche Sprache. Die Auffassung über die Wertlosigkeit der Schlacken war allgemein. Martin Luther, der Sohn eines ehrbaren Hüttenmeisters, nicht eines „armen Bergmannes“, wie es gewöhnlich heißt, sagte einst in seinen Tischgesprächen: „Gott wirft die Gottlosen weg wie ausgepauschte Schlacken.“ Das sollte sich aber bald ändern. Herzog Julius von Braunschweig-Wolfenbüttel (1568 bis 1589), dem der Harzer Bergbau soviel verdankt, ließ aus den Schlacken seiner Eisen- und Metallhütten Kanonenkugeln gießen und machte damit.

¹⁾ Probleme der technischen Magnetisierungskurve. Hrsg. von R. Becker. Berlin 1938. — Vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938), S. 1448.

¹⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 442.

kein schlechtes Geschäft. Schlackenbäder sind bereits im Jahre 1484 nachweisbar. Zum Heizen und Kochen verwendete man glühende Schlackenklumpen schon im 18. Jahrhundert.

Zu Anfang des 17. Jahrhunderts wurde Hochofenschlacke auch als Mörtelzuschlag benutzt, und 100 Jahre später stoßen wir auf das erste Patent zur Schlackensteinherstellung. In Mansfeld wurden Schlackensteine in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts hergestellt, aber erst vom Jahre 1863 an nahm die Gewerkschaft eine planmäßige Erzeugung auf, die auf Oberbergat Ernst Leuschner zurückzuführen ist, der das Tempverfahren, d. h. eine langsame Abkühlung nach dem Guß der Steine, einführte.

Lang und dornig war der Weg, den diese verpönten „Kunststeine“ gehen mußten, ehe sie sich einen festen Platz im Bauwesen sichern konnten. Herstellung und Behandlung der Steine erfordern im Laufe der Jahre manche Aenderung und Verbesserung.

Die textliche Darstellung der Schrift ist ausgezeichnet; sie wird durch gute Abbildungen ergänzt, die einmal die geschichtlichen Mitteilungen eindrucksvoller gestalten, zum andern aber die vielseitige Verwendung des Schlackensteins eindeutig belegen. Zahlreiche Quellenangaben und ein Anhang mit Urkunden dienen zur Vertiefung. Die Ausstattung ist vorzüglich.

Herbert Dickmann.

Vereins-Nachrichten.

Verein Deutscher Eisenhüttenleute.

Änderungen in der Mitgliederliste.

Gestorben:

- Fischer, Paul*, Düsseldorf. * 14. 2. 1873, † 27. 2. 1940.
Horbach, Peter, Hüttdirektor a. D., Düsseldorf-Eller. * 16. 2. 1886, † 26. 2. 1940.
Siempelkamp, Richard, Konstrukteur, Dortmund-Dorstfeld. * 3. 7. 1882, † 24. 2. 1940.

Neue Mitglieder.

A. Ordentliche Mitglieder:

- Basinek, Heribert*, Dipl.-Ing., Direktor, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Riegerstr. 1340. 40 092
Binder, Hans, Dipl.-Ing., Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Divadelni 1602. 40 093
Blumauer, Viktor, techn. Beamter, Gebr. Böhler & Co. A.-G., Kapfenberg (Steiermark); Wohnung: Feldgasse 5. 40 137
Boecker, Willy, Dipl.-Ing., Betriebsingenieur, Fried. Krupp A.-G. Friedrich-Alfred-Hütte, Rheinhausen; Wohnung: Bliersheimer Str. 84. 40 138
Borowski, Kurt, Dipl.-Ing., Betriebsassistent, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Kladno-Anjezd, Komenskystraße 15. 40 094
Brabec, Johann, Ingenieur, Konstrukteur, A.-G. vorm. Skoda-werke, Pilsen (Böhmen); Wohnung: Radobycicka 20. 40 095
Burgsmüller, Hermann, Prokurist, Fa. Dr. Schmitz & Apelt, Industrieofenbau, Wuppertal-Langerfeld; Wohnung: Nassastr. 12. 40 139
Doleschal, Alfred, Ingenieur, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Theatergasse 2047. 40 096
Förster, Wilfried, Ingenieur, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Sokol Tumagasse 1643. 40 097
Füssel, Franz, Dipl.-Ing., Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Stefanikstr. 1750. 40 098
Gassler, Walter, Ingenieur, Betriebsleiter, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Zborovska 2716. 40 099
Gheorghin, Constantin, Ingenieur, Inspektor, Uzinele de Fier si Domeniile din Resita S. A., Resita (Banat/Rumänien); Wohnung: Bul Regina Maria 27. 40 140
Haering, Franz, Dipl.-Ing., Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Okruzni Neubau. 40 100
Heinzmann, Franz, Dipl.-Ing., Prokurist u. 1. Konstrukteur der Ignis-Hüttenbau-A.-G., Teplitz-Schönau (Sudetenland); Wohnung: Steinbadgasse 35, II. 40 101
Hennl, Gerhard, Ingenieur, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Cechova 3. 40 102
Hess, Emil, Ingenieur, Betriebsleiter, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Hruskova 1606. 40 103
Heyng, Fritz, Obergeringenieur und Kokereichef, A.-G. Reichswerke „Hermann Göring“, Watenstedt über Braunschweig; Wohnung: Braunschweig, Wolfenbütteler Str. 80. 40 104
Hiller, Hermann, Dr.-Ing., Betriebsleiter, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Divadelni 1602. 40 105
Homma, Franz, Ingenieur, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Tucheraz 115. 40 106
Jung, Leo, Ingenieur, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen), Wohnung: Palackyst. 1829. 40 107
Jühner, Karl, Dipl.-Ing., techn. Abteilungsleiter, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Kollargasse 3. 40 108
Kastenmüller, Anton, Dipl.-Ing., Oberdirektor, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen). 40 109
Kauer, Friedrich, Betriebsingenieur, Moravia A.-G., Eisenwerk Marienthal, Marienthal (Sudetenland); Wohnung: Hombok (Sudetenland), Haus Nr. 77. 40 110
Knoch, Fritz, Dipl.-Ing., Betriebsingenieur, Norddeutsche Hütte A.-G., Bremen 13; Wohnung: Dr.-Wiegand-Str. 4. 40 111
Kolar, Lambert, Ingenieur, Betriebsleiter, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Theatergasse 1629. 40 112

- Konderla, Walter*, Dipl.-Ing., Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Palackyst. 1333. 40 113
Koerfer, Walter, Obergeringenieur, Schloemann A.-G., Düsseldorf, Steinstr. 13. 40 114
Koschatka, Franz, Dr.-Ing., Direktor, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Theatergasse 1600. 40 115
Krause, Heinrich, Ingenieur, Abteilungsvorstand, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Riegerstr. 1971. 40 116
Kreim, Josef, Obergeringenieur, techn. Abteilungsleiter, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Theatergasse 1788. 40 117
Mattel, Heinrich, Dipl.-Ing., Betriebsingenieur, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Zd arska 37. 40 118
Mikl, Hans, Dipl.-Ing., Betriebsingenieur, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Riegerstr. 1409. 40 119
Moucha, Erwin, Dr.-Ing., Betriebsleiter, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Kollargasse 1384. 40 120
Mücke, Herbert, Dipl.-Ing., Betriebsleiter, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Riegerstr. 1409. 40 121
Pattermann, Otto, Ingenieur, Direktor, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Ringstr. 1658. 40 122
Raschka, Viktor, Ingenieur, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Anjezd unter Kladno (Böhmen), Na Slovanech. 40 123
Raska, Karl, Dipl.-Ing., Betriebsingenieur, Neues Stahlwerk, Mähr. Ostrau-Witkowitz; Wohnung: Mähr. Ostrau-Marienber, Jahnstr. 12. 40 124
Rochelt, Ludwig, Ingenieur, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Denisovastr. 1990. 40 125
Sandner, Franz, Dipl.-Ing., Betriebsleiter, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Theatergasse 6. 40 126
Schmid, Adolf, Dipl.-Ing., Betriebsassistent, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Riegerstr. 1409. 40 127
Scholze, Kurt, Dipl.-Ing., Betriebsingenieur, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Pricni 1. 40 128
Schräder, Heinrich, Ingenieur, Amme-Luther-Seck-Werk, Wien-Atzgersdorf; Wohnung: Wien-Mauer, Anton-Krieger-Gasse 20/3. 40 141
Schwarz, Walter, Dr.-Ing., techn. Abteilungsleiter, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Barackova 3. 40 129
Sedlatschek, Wilhelm, Dipl.-Ing., Betriebsingenieur, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Ringstr. 40 130
Souczek, Hans, Dipl.-Ing., Obergeringenieur u. Stahlwerkschef, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Aujezd Nr. 75. 40 131
Stassen, Georg, Ingenieur, Stahlwerksassistent, Klöckner Werke A.-G., Werk Osnabrück, Georgsmarienhütte (Kr. Osnabrück); Wohnung: Am Rehlberg 9. 40 132
Stenicka, Richard, Ingenieur, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Barackova 7. 40 133
Wehrich, Robert, Obergeringenieur, Chefchemiker, Poldihütte A.-G., Kladno (Böhmen); Wohnung: Theatergasse 1604/2. 40 134
Wix, Walter, Dr. phil., Assistent, Eisenhüttenmann. Institut der Bergakademie, Freiberg (Sachs.); Wohnung: Hornstr. 17. 40 142

B. Außerordentliche Mitglieder:

- Genz, Hans*, Studierender des Eisenhüttenwesens, Duisburg, Neudorfer Str. 160. 40 143
Rauterkus, Werner, cand. rer. met., Berlin-Charlottenburg 2, Niebuhrstr. 76. 40 125
Schmalenbach, Ernst, cand. rer. met., Berlin-Karlshorst, Frankestraße 35. 40 144
Schottky, Ernst, stud. rer. met., Essen-Rellinghausen, Hagelkreuz 26. 40 145
Steinmann, Wilhelm, stud. rer. met., Wattenscheid-Höntrop, Stalleckenweg 5. 40 146
Uhrmacher, Carl Heinz, stud. rer. met., Düsseldorf, Cranachstr. 6. 40 136