

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

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

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

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

Heft 42

21. Oktober 1943

63. Jahrgang

	Seite		Seite
Versuche mit sauerstoffangereichertem Wind bei eisenreichen und eisenarmen Erzmöllern. Von Wilhelm Lennings in Oberhausen	757	Umschau	770
Blindhärteprüfung von Einsatzstählen. Von Hermann Voss	767	Kaltverfestigung und Alterung von Stahl — Der Stand der Steinkohlenveredlung (Schluß).	
		Patentbericht	774
		Buchbesprechungen	775
		Wirtschaftliche Rundschau	775
		Vereinsnachrichten	776

Versuche mit sauerstoffangereichertem Wind bei eisenreichen und eisenarmen Erzmöllern

Von Wilhelm Lennings in Oberhausen

(Wirkung der Sauerstoffanreicherung im Gebläsewind. Beschreibung der Versuchsanlage und der Versuchsdurchführung bei verschiedenen Möllerverhältnissen. Zusammenhang zwischen Möllergewicht, Schlackenmenge, Koksverbrauch, Koksdurchsatz, Durchsatzzeit und Roheisenerzeugung. Kostenvergleich aus dem Brennstoffaufwand. Versuchsergebnisse und Schlußfolgerung.)

Die in den Jahren 1932/33 mit sauerstoffangereichertem Gebläsewind durchgeführten Versuche¹⁾ hatten ergeben, daß bei Roheisensorten, die mit hohem Koksverbrauch erblasen werden, der Koksverbrauch gesenkt wird und daß infolge etwas veränderter Temperaturverhältnisse gegenüber dem gewöhnlichen Luftbetrieb die Führung hochbasischer Schlacken möglich wird. Den bei diesen Versuchen verwendeten, durchweg hochwertigen Auslandserzen wurde keinerlei Bedeutung beigemessen. Der Zweck des Versuches war, die Wirkung des höheren Sauerstoffanteiles im Wind auf den Wärmehaushalt des Ofens kennenzulernen und gegebenenfalls metallurgische und wirtschaftliche Folgerungen zu ziehen.

Die im Rahmen des Vierjahresplanes erhöhte Verwendung von eisenarmen Inlandserzen, besonders der steigende Anteil dieser Erze im Thomasmöller, brachte einen Erzeugungsrückgang (Bild 1), der mit allen Mitteln wettgemacht werden mußte. Hinzu kam der durch die großen Schlackenmengen und den hohen Kalksteinzuschlag verursachte erhöhte Koksverbrauch.

Bei den Versuchen in den Jahren 1932/33 wurden sowohl die Versuche mit Normalluft als auch mit Sauerstoff mit unveränderlicher Gichtenzahl je Tag durchgeführt. Dabei konnte festgestellt werden, daß beim Sauerstoffbetrieb der Ofen flotter und lockerer ging, was auch nach theoretischen Erwägungen zu erwarten war. Das Ausmaß dieser Wirkung des sauerstoffangereicherten Gebläsewindes wurde nicht untersucht, da eine Leistungssteigerung den damaligen Verhältnissen entsprechend nicht notwendig schien.

Die Versuche in den Jahren 1938/39 sollten nun im Hinblick auf die Veränderung der Erzverhältnisse und des damit verbundenen höheren Koksverbrauchs und Leistungsrückgangs des Ofens eine Senkung des Koksverbrauchs bei Erzielung höchster Ofenleistung durch Anwendung von sauerstoffreichem Gebläsewind untersuchen und die notwendigen Voraussetzungen zur Erreichung der größtmöglichen Wirkung feststellen.

Den im Großbetrieb auf Thomasroheisen verwendeten Erzen entsprechend, sollte an den in ihrer Zusam-

ensetzung kennzeichnenden Erzen die Eigentümlichkeiten sowie die Kennzahlen bei hundertprozentiger Verhüttung jedes dieser Erze festgestellt werden, um Schlüsse auf ihren Einfluß hinsichtlich Ofengang, Koksverbrauch und Roheisengüte bei Verhüttung dieser Erze im Thomashochofen ziehen zu können. Je ein Vertreter eines sehr sauren Inlandserzes und eines bei saurer Schlackenführung fast selbstgehenden Erzes wurden untersucht, außerdem ein Möller mit je 50 % Fe aus eisenarmen Inlandserzen und hochkieseligem Auslandserz, da ein solcher Möller den derzeitigen Betriebs-

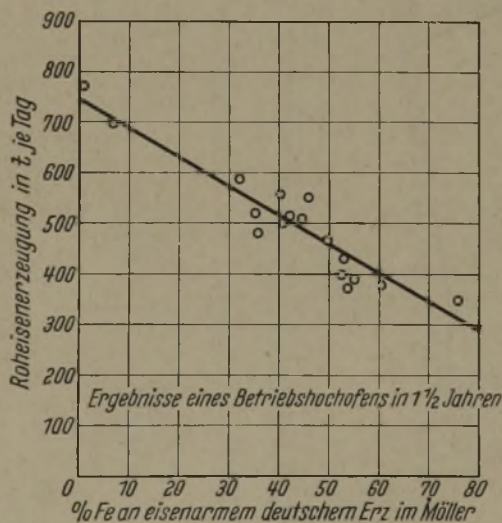


Bild 1. Rückgang der Roheisenerzeugung mit steigendem Fe-Anteil aus eisenarmen Inlandserzen.

verhältnissen am nächsten kam (Zahlentafel 1). Als Grundlage für die Beurteilung der zu erwartenden Ergebnisse sollten die Kennzahlen dienen, die sich beim Erblasen eines basischen Thomasroheisens aus einem hochwertigen Auslandserzmöller, der höchste Ofenleistung verbürgte, ergaben.

Wirkung der Sauerstoffanreicherung des Gebläsewindes

Die Leistung eines Hochofens ist an erster Stelle abhängig vom Metallgehalt und von der Stückigkeit des

¹⁾ Lennings, W.: Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 533/44 u. 565/72 (Hochofenaussch. 145).

Zahlentafel 1. Zusammensetzung der bei den Versuchen verwendeten Erze (Analyse im Feuchten)

Erzsorte	Wasser- alfinger Roherz	Gutma- dinger Roherz	Gutma- dinger Rösterz	Gutma- dinger Röstfein gesintert	Gutma- dinger Roherz gesintert	Saurer Drehofen- sinter	Vivero	Kiruna	Wabana	Sinter Kupfer- hütte	Luxem- burger Minette	Geis- linger Roherz
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Fe	27,80	20,40	21,34	28,86	28 10	38,40	41,10	59,80	50,30	61,80	22,00	28,70
Mn	0,34	0,14	0,27	0,34	0,37	1,11	0,47	0,21	0,28	0,15	0,32	0,44
P	0,32	0,40	0,55	0,50	0,59	0,52	1,10	1,83	0,82	0,013	0,55	0,30
SiO ₂	27,03	21,70	25,30	24,53	25,20	21,60	20,15	2,33	11,80	5,82	9,70	20,28
CaO	5,99	10,85	16,90	12,21	14,82	5,74	3,62	5,88	3,24	0,60	20,20	10,55
MgO	1,26	1,79	2,39	2,37	2,37	1,91	1,04	1,30	0,44	0,10	1,28	0,65
Al ₂ O ₃	6,32	7,65	9,26	10,12	10,12	7,03	5,86	0,60	1,39	1,10	4,42	5,55
TiO ₂	0,48	0,43	0,59	0,61	0,62	0,55	0,11	0,10	Spur	Spur	0,10	—
K ₂ O + Na ₂ O	0,59	1,67	1,77	1,75	2,18	1,04	0,00	0,12	0,44	Spur	0,22	0,48
S	0,076	0,43	0,49	0,16	0,19	0,10	0,21	0,034	0,018	0,06	0,17	0,03
CO ₂	6,53	10,55	7,51	0,29	0,88	0,18	0,92	0,26	2,03	0,00	17,16	7,53
H ₂ O geb.	5,30	6,22	1,04	0,10	0,58	0,13	2,72	1,59	3,06	0,00	7,36	6,70
Nässe	5,61	9,18	1,20	6,40	3,21	7,40	1,40	0,37	1,63	2,92	10,00	5,30

Möllers, d. h. vom Koksverbrauch je t Roheisen, und der Wind- oder Gasmenge, die der Ofen in der Zeiteinheit durchsetzen kann. Koksverbrauch und Gasmenge je Zeiteinheit ergeben den Koksdurchsatz und im Verhältnis von Koks zu Roheisen die Roheisenerzeugung je Zeiteinheit. Geringerer Koksverbrauch bei gleicher Windmenge, gleicher Möllerbeschaffenheit und gleichem Koksüberschuss erhöht die Leistung genau so, wie größere Windmengen bei gleich hohem Koksverbrauch durch höheren Koksüberschuss die Erzeugung steigern. Jede Koksersparnis wird daher, wenn dadurch nicht die Gasdurchlässigkeit des Möllers wesentlich verschlech-

Sauerstoff auf 322 kg C je 100 Nm³ eingebrachtem Wind. Betrachtet man die Verhältnisse, bezogen auf 1 kg C in der Formebene, so treten folgende Veränderungen gegenüber dem Normalluftbetrieb auf. Während bei Normalluft 3,53 Nm³ Stickstoff miterhitzt werden müssen, um 1 kg C zu Kohlenoxyd zu verbrennen, sinkt bei 25 % Sauerstoff die mitgebrachte Stickstoffmenge auf 2,8 Nm³, bei 30 % auf 2,17 Nm³. Mit steigendem Anteil von Sauerstoff im Wind wird zwar eine höhere Verbrennungstemperatur und damit eine größere Wärmemenge über die in der Formebene benötigte Temperatur verfügbar, der Wärmehalt der Verbrennungsgase ist aber um die durch den Stickstoffverlust geringere eingebrachte Windwärme kleiner geworden. Die über 1500 oder 1600 ° größere verfügbare Wärmemenge ermöglicht nun mit einer kleineren Koks menge den Wärmebedarf im Gestell zu decken. Da jedoch der Schachtwärmebedarf gleichbleibt, die kleineren Gas m en gen aber dieselben Wärmemengen an den Schacht abgeben müssen wie bei Normalluft zur Vorwärmung, Kohlensäure- und Wasseraustrreibung, sinkt die an der Gicht vorhandene überschüssige Abgaswärme stark ab. Damit zeigt sich auch die Voraussetzung, die zur wirkungsvollen Anwendung von Sauerstoff im Gebläsewind gegeben sein muß, und die erreichbare Größe der Anreicherung. Ist kein Wärmeüberschuß an der Gicht vorhanden, d. h., hat die Gichtgastemperatur 100 ° erreicht, dann kann eine Sauerstoffanreicherung keine Brennstoffersparnis mehr erbringen; es sei, man entlastet den Schacht durch Zuführung zusätzlicher Wärme oder durch Verlegung der Schachtarbeit außerhalb des Hochofens.

Geringerer Raumbedarf der Gase und dadurch kleinerer Widerstand gegen das Absinken der Beschickung einerseits, bessere Wärmeverteilung und dadurch günstigere Wärmeausnutzung andererseits bewirken die Koksersparnis und die hohe Leistungssteigerung bei Anwendung von sauerstoffangereichertem Wind.

Versuchsanlage

Bild 2 zeigt eine Skizze des Versuchsofens, in dem auch die Versuche der Jahre 1932/33 durchgeführt wurden. Die Ofenabmessungen blieben auch bei der Neuzustellung zu dem hier beschriebenen Versuchsabschnitt unverändert. Nur die Rüsselweite der Blasformen wurde von 65 mm auf 75 mm erweitert und der Schlackenabstich wegen der zu erwartenden wesentlich größeren Schlackenmengen bei der Verhüttung von Inlandserzen um 150 mm höher gesetzt. Der gewählte Gestelldurchmesser von 2400 mm sollte eine gleichmäßige Verbrennung des Kokses über den ganzen Querschnitt ermöglichen und die Bildung eines „toten Mannes“ verhindern. Sechs wassergekühlte Blasformen führen den Wind zu, während die am Unterteil des

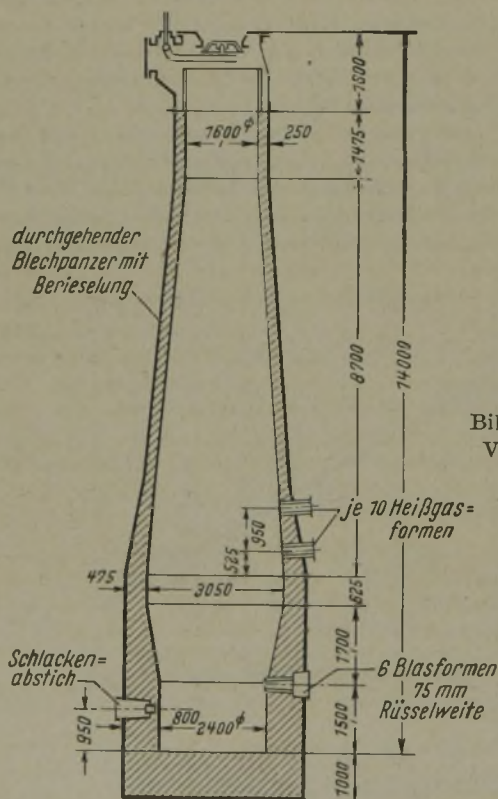


Bild 2. Profil des Versuchsofens.

tert wird, eine Erhöhung der Leistung bringen. Die Möglichkeit, mit der gleichen Windmenge eine größere Koks menge in der Zeiteinheit bei gleichbleibendem Koksverbrauch verbrennen zu können, muß sich auch in einer Erzeugungssteigerung auswirken. Die Sauerstoffanreicherung im Gebläsewind vereinigt beide Wirkungen zur Steigerung der Erzeugung.

Die Windmenge verringert sich mit steigendem Sauerstoffgehalt um die entsprechende Stickstoffmenge. Während 100 Nm³ Normalluft nur 225 kg C zu Kohlenoxyd verbrennen können, steigt bei 25 % Sauerstoff im Wind die Verbrennungsleistung auf 268 kg C, bei 30 %

Zahlentafel 2. Kostenvergleich aus dem Brennstoffaufwand je t Roheisen

Rechnungsgrundlagen: 18,50 RM je t Koks
 2,20 RM je 10⁶ kcal im Rohgas
 0,35 RM je 1000 Nm³ Gasreinigungskosten
 5,00 RM je 1000 Nm³ 80%igen Sauerstoff (ohne Kapitaldienst)

Versuchs-Nr.	Ia	Ib	II	IIa	IIb	III	IVa	IVb	Va	Vb	VIa	VIb	VII	VIIa	VIIb	
Sauerstoffgehalt des Windes	%	20,9	25,1	20,9	20,9	25,55	20,9	20,9	26,0	20,9	26,9	20,9	25,1	20,9	20,9	24,2
Koksverbrauch	kg t RE	935	873	1445	1295	1216	1666	1530	1304	1542	1260	1503	1502	1406	1193	1178
Windtemperatur	°C	719	896	900	895	895	875	905	859	875	850	890	876	867	884	878
Heizwert des Gichtgases H _U	kcal Nm ³	968	1112	1070	1059	1213	1009	1052	1150	1096	1264	938	1046	970	929	1042
1. Kokskosten	RM/t RE	17,30	16,15	26,73	23,96	22,50	30,82	28,21	24,12	28,53	22,31	27,81	27,79	26,01	22,07	21,79
2. Gutgeschriebene Gichtgasmenge abzüglich 10% Verlust	RM/t RE	7,28	6,74	13,35	11,43	10,60	15,58	13,60	11,02	14,13	10,99	12,76	12,92	11,29	9,49	9,22
3. Kokskosten abzüglich Gasgutschrift	RM/t RE	10,02	9,41	13,38	12,53	11,90	15,24	14,61	13,10	14,40	11,32	15,05	14,87	14,72	12,58	12,57
4. Erhitzte Windmenge zuzüglich 10% Verlust*)	RM/t RE	2,04	1,95	4,76	3,77	2,87	4,96	4,53	3,01	4,45	2,77	4,66	4,01	3,76	3,46	2,87
5. Gebläsegas (bei 10% Windverlust)	RM/t RE	0,69	0,52	1,34	1,08	0,76	1,44	1,28	0,83	1,31	0,75	1,34	1,09	1,11	1,00	0,79
6. Gereinigte Gasmenge	RM/t RE	1,20	0,96	1,98	1,72	1,39	2,46	2,41	1,52	2,41	1,38	2,16	1,97	1,85	1,63	1,41
7. Summe 3 bis 6	RM/t RE	13,95	12,84	21,46	19,10	16,92	24,10	22,83	18,46	22,57	16,22	23,21	21,94	21,44	18,67	17,64
8. Sauerstoffverbrauch bei 10% Sauerstoffverlust	RM/t RE	—	0,80	—	—	1,32	—	—	1,60	—	1,78	—	1,69	—	—	1,01
9. Summe 3 bis 8 der Gesamtkosten	RM/t RE	13,95	13,64	21,46	19,10	18,24	24,10	22,83	20,06	22,57	18,00	23,21	23,63	21,44	18,67	18,65
10. Verlust (+) oder Gewinn (—) durch Sauerstoffanreicherung gegenüber Luftbetrieb Versuch Ia	RM/t RE	—	—0,31	—	—	—0,86	—	—	—2,77	—	—4,57	—	+0,42	—	—	—0,02

*) Spez. Wärme = 0,3 kcal/Nm³ °C, Wirkungsgrad der Winderhitzer = 70%.

Schachtes in zwei Reihen angebrachten je zehn Öffnungen zur Einführung hochehitzten Gichtgases vorgesehen sind. Der Ofen wird gekühlt durch Berieselung des geschlossenen Schacht- und Rastpanzers. Die Begichtung erfolgt über einen Senkrechtaufzug mit Senkkel durch einen Parry-Kegelverschluss. Das Gewicht der Koksgicht betrug 700 kg. Zur Winderhitzung wurden zwei alte Winderhitzer eines abgetragenen Hochofens benützt, deren Windverluste bei den kleinen Windmengen sehr groß waren.

Die nach dem Linde-Fränk-Prinzip arbeitende Sauerstoffanlage lieferte etwa 4500 Nm³ 42prozentigen Sauerstoff mit etwa 36 cm QS Ueberdruck. Als Rechnungsgrundlage wurden jedoch die Kosten eines 80prozentigen Sauerstoffgemisches angenommen, da bei einer neuzeitlichen Sauerstoffanlage dieser Gehalt sich als der zweckmäßigste und günstigste erwiesen hat. Die in Zahlentafel 2 beim Kostenvergleich angeführten Sauerstoffmengen je t Roheisen wurden aus dem Verbrauch von 42prozentigem auf 80prozentigen Sauerstoff umgerechnet.

Versuchsdurchführung

Die Versuche mit einem Erz oder mit einem Möller wurden zu einer Gruppe so zusammengefaßt, daß zuerst der Versuch mit Normluft und Rohkalk, dann, wenn vorgesehen, mit Normluft und gebranntem Kalk, schließlich mit Sauerstoffanreicherung des Windes durchgeführt wurde. Die Dauer jedes einzelnen Versuches mußte mindestens auf 10 bis 14 Tage festgesetzt werden, damit nach Erreichen des Ofengleichgewichtes nach Setzen jedes neuen Versuchsmöllers unbedingt noch mehr als sieben einwandfreie Versuchstage übrig blieben. Stellte sich während eines Versuches eine Störung des Ofengleichgewichtes ein (Durchbruch, Leckwerden einer Form usw.), so blieben die Tage, solange das Ofengleichgewicht nicht wieder erreicht war, von der Auswertung ausgeschlossen. Während die Gleichmäßigkeit des Kokes durch Verwendung des stets gleichen Kokes bei allen Versuchen nichts zu wünschen übrig ließ, war besonders bei den Versuchen mit inländischen Erzen durch die herrschende Witterung sowohl bei der Anfahrt von ihrem Gewinnungsort als auch während der Verhüttung im Versuchsofen selbst manchmal eine Ungleichmäßigkeit der physikalischen Eigenschaften dieser Erze nicht zu vermeiden. Auch bei der Verwendung von gebranntem Kalk mußte ein Schwanken des noch vorhandenen Kohlensäuregehaltes in Kauf genommen werden. Die

Wägeeinrichtung in der Möllierung des Versuchsofens gewährleistete eine gewichtsmäßig genaue Ueberwachung der eingebrachten Rohstoffe. Der Abstand der Begichtung vom Gichtverschluß wurde in allen Versuchen gleich groß gehalten. Die Roheisenabstichzeiten waren bei allen Versuchen so angesetzt, daß der letzte Tagesabstich stets um 5 Uhr morgens beendet war. Bei den Versuchen, die größere Roheisenmengen brachten, konnte eine Vermehrung der sonst täglichen drei Abstiche auf vier oder fünf nicht vermieden werden. Die Zusammensetzung des Roheisens wurde aus dem Durchschnitt dreier, zu Beginn, in der Mitte und zum Schluß des Abstiches entnommener Proben bestimmt. Die Bestimmung der Schlackenanalyse erfolgte als Tagesdurchschnitt, wobei jedem vorletzten Vorschlackenabstich und der Gußschlacke jedes Abstiches eine gewichtsmäßig gleiche Probe entnommen wurde. Während die erzeugten Roheisenmengen jedes Abstiches genauestens gewogen werden konnten, erwies sich das Abwiegen der gewonnenen Schlackemenge als schwierig und ungenau, so daß darauf verzichtet und die Schlackemenge aus den Zusammensetzungen von Erz, Kalk und Koks sowie des Roheisens errechnet wurde. Die Temperaturen der Lauf- und Gußschlacke sowie des Roheisens wurden mit Hilfe eines Thermoelements (Platin—Platin-Rhodium) gemessen. Zur Ueberwachung des Ofenganges standen die üblichen Meßgeräte zur Verfügung, wie Gichtenanzeiger, thermoelektrische Messung der Gicht- und Heißwindtemperatur, Winddruck- und Rohgasdruckmeßgeräte, Windmengenmessung. Der Winddruck wurde durch einen Druckregler bei allen Versuchen auf 30 cm QS gehalten. Das Sauerstoffgemisch aus der Sauerstoffanlage, dessen Druck und Menge ebenfalls gemessen werden konnte, wurde dem Kaltwind unmittelbar vor Eintritt in den Winderhitzer mit etwa 32 cm QS Ueberdruck zugeführt. Der gewünschte Sauerstoffgehalt des heißen Gebläsewindes wurde durch Analyse mit Pyrogallussäure fortlaufend überprüft und für jeden ganzen Versuchsabschnitt auf gleicher Höhe gehalten. Die Bestimmung der Gichtgaszusammensetzung erfolgt aus einer Tagesdurchschnittsprobe. Der anfallende Gichtstaub wurde täglich zur gleichen Stunde aus dem Staubsammler entleert, täglich eine bestimmte Menge als Probe entnommen und am Schluß eines jeden Versuches aus einer Durchschnittsprobe die Zusammensetzung festgestellt (Gichtstaubanalysen der einzelnen Versuche sind aus Raumgründen nicht angeführt). Die mittleren Heißwind- und Gichtgastempera-

Zahlentafel 3. Versuche mit sauerstoffangereichertem

1. Versuchs-Nr.	Ia ▲	Ib △	II ■	IIa ■	IIb □	III ●
2. Versuchsprogramm	Basisches Thomasroheisen		Saures Thomasroheisen mit 50 Fe-% aus eisenarmen deutschen Erzen			Saures Schmelzen von 100% Gutmadinger Erz mit Kalksteinzuschlag
3. Möllervorbereitung	keine	keine	keine	gebr. Kalk	gebr. Kalk	keine
4. Sauerstoff im Gebläsewind . . . %	20,9	25,1	20,9	20,9	25,55	20,9
5. Heißwindtemperatur °C	719	896	900	895	895	875
6. Geregelter Winddruck . . . cm Q ^s	30	30	30	30	30	30
7. Möllierzusammensetzung kg/t Roheisen (% vom Möller)	Kiruna 698 (31,00) Wabana 452 (20,00) Sinter 374 (16,50) Minette 501 (22,10) Simens-Martin-Schlacke 185 (8,20) Rohkalk 52 (2,20) gesamt 2262 (100,0)	701 (30,90) 442 (19,50) 374 (16,50) 501 (22,10) 203 (8,90) 48 (2,10) 2269 (100,0)	Vivero 1137 (32,80) Wasseralfinger 450 (12,95) Gutmadinger 627 (18,05) Sauersinter 650 (18,75) Rohkalk 605 (17,45) Gebr. Kalk — gesamt 3469 (100,0)	1147 (34,80) 462 (14,00) 647 (19,65) 665 (20,20) — 374 (11,35) 3295 (100,0)	1154 (34,80) 460 (13,85) 650 (19,50) 670 (20,20) — 388 (11,65) 3322 (100,0)	Gutmadinger Roherz 5161 Rohkalk 430 gesamt 5591
8. Flüchtige Möllerbestandteile CO ₂ , freies u. geb. H O kg/t Roheisen	245,2	243,1	655,9	369,2	374,8	1552,0
9. Möllerausbringen (Erzausbringen) %	44,2 (45,2)	44,1 (45,1)	28,8 (34,9)	30,4 (34,4)	30,1 (34,1)	17,9 (20,1)
10. Schlackenbasengrad p = CaO:SiO ₂	1,36	1,37	0,85	0,81	0,85	0,83
11. Schlackenmenge kg/t RE	565	582	1470	1463	1478	2546
12. Koksverbrauch kg/t RE	935	873	1445	1295	1216	1666
13. Gichttemperatur °C	280	189	252	237	182	123
14. Koksersparnis kg/t RE	—	62	—	150	229	—
15. Indirekte Reduktion %	51,6	48,8	38,9	41,0	42,5	46,7
16. Gichtgasanalyse CO ₂ % CO % H ₂ kcal/Nm ³	10,0 30,1 968	11,7 34,9 1112	6,30 33,40 1070	5,85 33,20 1059	7,50 37,90 1213	10,0 30,6 1009
17. Koksdurchsatz t/24 h	81,8	91,2	79,4	79,51	96,0	68,2
18. Koksüberschuss %	100,0	111,7	100,0	100,1	120,9	100,0
19. Roheisenerzeugung t/24 h	87,4	104,5	55,00	61,41	78,90	40,9
20. Roheisenerzeugung %	100,0	119,6	100,0	110,6	143,5	100,0
21. Steigerung der Roheisenerzeugung durch Sauerstoffanreicherung %	—	19,6	—	—	28,5 (geg. Vers. II)	—
22. Sauerstoffverbrauch als 80%iger O ₂ (bei 10% Verlust) . . . Nm ³ /t RE	—	160	—	—	264	—
23. Windmenge Nm ³ /t RE	2775	2100	4780	4060	3090	5460
24. Formgasmenge Nm ³ /t RE	3358	2627	5770	4908	3880	6600
25. Gichtgasmenge Nm ³ /t RE	3800	3060	6300	5450	4415	7800
26. Windmenge Nm ³ /h	10110	9150	10960	10380	10150	9300
27. Formgasmenge Nm ³ /h	12230	11440	13230	12550	12710	11250
28. Gichtgasmenge Nm ³ /h	13840	13310	14430	13940	14540	13300
29. Gichtstaubentfall kg/t RE (% vom Möller)	183 (8,3)	132 (5,95)	185 (5,36)	231 (7,0)	196 (5,76)	193 (3,45)
30. Roheisenanalyse vor (nach der Entschwefelung)	C % 0,40 Si % 0,90 Mn % 1,96 P % 0,127 S % 3,32	0,41 0,99 1,98 0,140 3,19	1,39 (0,84) 0,19 (0,07) 1,95 0,537 (0,125) 2,63	1,13 0,24 1,95 0,499 2,90	0,94 0,18 1,97 0,604 2,71	2,58 0,15 2,12 0,550
31. Sodaverbrauch kg/t RE	nicht entschwefelt		32,4	nicht entschwefelt		nicht entschwefelt
32. Schlackenanalysen	SiO ₂ % 44,16 Al ₂ O ₃ % 32,52 CaO % 2,39 MgO % 13,14 FeO % 1,09 MnO % 1,67 TiO ₂ % 0,33 K ₂ O+Na ₂ O % 0,55 S % 0,94	44,02 31,99 2,32 12,64 1,10 1,78 0,74 0,57 0,86	34,51 40,70 2,84 16,56 1,74 1,04 0,91 1,35 0,55	33,62 41,76 3,02 16,19 1,58 1,03 0,85 1,81 0,51	34,42 40,51 3,06 15,83 2,16 1,00 0,90 1,37 0,42	33,77 40,54 4,09 16,59 0,93 0,57 0,66 2,80 1,09
33. Temperatur der Laufschlacke (Gußschlacke) °C	1462 (1437)	1464 (1436)	1471 (1422)	1504 (1427)	1503 (1399)	1536 (1500)
34. Temperatur des Roheisens . . . °C	1370	1375	1278	1304	1290	1377

turen wurden durch Planimetrieren der betreffenden Streifen am Schluß jedes Versuches ermittelt.

Versuchsergebnisse (vgl. Zahlentafel 3)

Versuch I. Um eine Grundlage über die größte Leistung des Versuchsofens zu erhalten und dadurch

Vergleiche mit verschiedenen anderen Möllern anstellen zu können, erschien es notwendig, den Versuchsofen mit einem im Großhochofen bewährten, in Rheinland und Westfalen früher üblichen Thomasmöller bei basischer Schlackenführung zu betreiben. Wie aus der Möllierzusammensetzung (Zeile 7) ersichtlich ist, konnte

Wind bei einer Hütte

IVa ●		IVb ●		Va ●		Vb ○		VIa ▶		VIb ▷		VII ◆		VIIa ◆		VIIb ◆		VIII ◆	
Saures Schmelzen von 2/3 Röst- erz und 1/3 Röstlein gesintert aus Gutmädinger Erz				Saures Schmelzen von im Drehofen gesintertem Gutmädinger Roherz				Schmelzen von 100% Gutmädinger Roherz ohne Kalkzuschlag				Saures Schmelzen (CaO:SiO ₂ = 0,8) von 100% Wasseralfinger Roherz				Saures Schmelz. von 100% Geis- linger Roherz			
gebrannter Kalk		gebr. Kalk		gebrannter Kalk		gebr. Kalk		keine		keine		keine		gebr. Kalk		gebr. Kalk		keine	
20,9		26,0		20,9		26,9		20,9		25,1		20,9		20,9		24,2		20,9	
905		859		875		850		890		876		867		884		878		896	
30		30		30		30		30		30		30		30		—		30	
Gutmädinger Rösterz 2834 (63,10) Gutmädinger Röstersint. 1417 (31,55) gebr. Kalk 241 (5,35) gesamt 4492 (100,0)		1744 (63,60) 1372 (31,80) 201 (4,60) 4317 (100,0)		Gutmädinger Roherz ge- sintert 3689 (94,83) gebr. Kalk 201 (5,17) gesamt 3890 (100,0)		3692 (94,28) 224 (5,72) 3916 (100,0)		Gutmädinger Roherz 4940		5143		Wasseralfinger Roherz 4108 Rohkalk 977 gebr. Kalk — 5085		4092 — 542 4634		4085 — 540 4625		Geislinger Roherz 4361 Rohkalk 343 4704	
397,3		385,5		211,3		203,5		1299		1368		1158		737		734		925	
22,8 (24,2)		23,4 (24,7)		25,7 (28,0)		25,5 (27,2)		20,9		19,7		19,7 (27,5)		21,7 (27,6)		21,6 (27,8)		25,4 (27,8)	
0,80		0,79		0,80		0,80		0,59		0,58		0,79		0,78		0,77		0,82	
2589		2513		2266		2305		2280		2450		2186		2149		2103		1642	
1530		1304		1542		1260		1503		1502		1406		1193		1178		1310	
255		109		321		169		106		110		181		169		137		110	
—		226		—		282		—		—		—		213		228		—	
42,8		50,0		37,3		45,0		60,6		67,3		50,4		59,7		61,0		60,3	
6,84 32,60 1052		9,90 36,90 1150		4,14 34,14 1096		6,33 39,90 1264		10,6 28,3 938		11,5 31,7 1046		11,1 29,7 970		11,2 27,8 929		12,0 30,8 1042		11,6 27,9 908	
52,95		67,13		55,04		63,74		61,8		72,75		50,1		49,4		68,2		70,7	
100,0		126,7		100,0		117,8		100,0		117,7		100,0		99,0		136,0		100,0	
34,60		51,44		35,70		50,58		41,1		48,45		35,6		41,4		57,9		54,0	
100,0		148,6		100,0		141,6		100,0		117,9		100,0		116,2		162,0		100,0	
—		48,6		—		41,6		—		17,9		—		—		39,8		—	
—		320		—		348		—		338		—		—		201		—	
4815		3380		4910		3135		5040		4410		4180		3770		3290		4205	
5820		4260		5935		3980		6100		5517		5055		4560		4085		5085	
6530		4840		6510		4390		6870		6240		5880		5160		4670		5740	
6950		7250		7300		6610		8630		8900		6200		6500		7940		9460	
8390		9130		8840		8390		10240		11130		7500		7870		9860		11440	
9420		10370		9670		9250		11770		12590		8700		8900		11270		12920	
115 (2,63)		60 (1,41)		121,5 (3,12)		58 (1,48)		158 (3,2)		69 (1,34)		473 (9,3)		464 (10,0)		488 (10,6)		767 (16,25)	
2,92 0,24 2,03 0,491		2,92 0,24 2,03 0,457		2,63 0,19 1,96 0,575		2,45 0,30 1,89 0,435		2,05 0,18 1,99 1,391		1,93 0,09 1,95 1,773		2,81 (2,39) 0,27 (0,19) 1,04 (1,03) 0,284 (0,057) 3,14 (3,19)		2,89 (2,46) 0,26 (0,19) 1,01 (1,01) 0,303 (0,048) 3,12 (3,12)		3,56 (3,10) 0,30 (0,25) 1,02 (1,03) 0,288 (0,055) 3,10 (3,16)		1,05 (0,60) 0,22 (0,12) 1,11 0,371 (0,085) 3,09	
nicht entschweifelt		nicht entschweifelt		nicht entschweifelt		nicht entschweifelt		nicht entschweifelt		nicht entschweifelt		28,4		31,5		29,0		23,8	
32,09 40,15 4,20 17,25 0,78 0,38 0,69 2,82 0,88		32,52 40,68 4,27 17,45 0,82 0,40 0,68 2,77 0,83		32,18 40,16 4,42 18,32 0,89 0,43 0,77 2,93 0,83		32,48 40,40 4,28 17,75 1,14 0,52 0,75 2,76 0,78		26,21 44,42 4,06 18,85 1,69 0,61 0,77 3,64 0,71		25,18 43,62 3,90 19,02 3,04 0,36 0,76 4,86 0,52		35,32 44,92 2,39 13,18 1,18 — 0,61 0,83 0,57		35,20 45,07 2,32 12,27 1,18 — 0,60 1,05 0,55		34,93 45,40 2,62 13,01 1,17 — 0,64 0,74 0,53		34,83 42,43 2,25 13,74 2,66 1,05 0,75 0,48 0,36	
1527 (1470)		1547 (1505)		1532 (1459)		1525 (1451)		1550 (1490)		1524 (1423)		1447 (1419)		1484 (1431)		1502 (1453)		1492 (1422)	
1859		1414		1355		1380		1379		1819		1380		1381		1400		1314	

mit diesem Möller ein günstiger Koksverbrauch bei hoher Erzeugungsleistung erwartet werden.

Der beim Normalluftbetrieb erreichte Koksverbrauch (Zeile 12) unterscheidet sich in Anbetracht des außerordentlich raschen Durchsatzes und der größeren Strahlungsverluste des kleinen Ofens nicht

wesentlich von den Koksverbräuchen großer, auf höchste Leistung betriebener Thomashochöfen. Betrachtet man die Roheisenerzeugung je m³ Ofenraum und Tag, so erreicht der Versuchshochofen bei 62 m³ nutzbarem Ofeninhalte 1,41 t/m³ · 24 h, gegenüber einem Thomasbetriebshochofen mit etwa

700 m³ nutzbarem Ofenraum, der bei annähernd gleichem Möller und auf höchste Leistung betrieben auf 1,36 t/m³ · 24 h kommt.

Ein Vergleich der indirekten Reduktion (Zeile 15), Gichtgastemperatur und Heißwindtemperatur (Zeilen 5 und 13) und anderen Kennzahlen gegenüber solchen des Großhochofens zeigt kaum Unterschiede. Bei Anreicherung des Gebläsewindes mit Sauerstoff bei gleichem Möller (Versuch Ib) auf 25,5 % erhöhte sich die Leistung um etwa 20 % (Zeilen 19, 20 und 21), wobei auch noch 62 kg Koks je t Roheisen erspart werden konnten. Es machte keine Mühe, die Roheisenzusammensetzung gleich wie beim Normalluftversuch zu halten. Allerdings hat der Ofen kaum noch irgendeine Wärmereserve. Die Durchsatzzeit sinkt auf kaum 5 h und die Entschwefelungsarbeit der Schlacke wird geringer. Auch die Manganreduktion bedarf anscheinend längerer Zeit, denn trotz gleicher Zusammensetzung der Schlacke sank das Manganausbringen etwas. Die Leistung des Ofens stieg von 1,41 auf 1,69 t/m³ · 24 h.

Ein Versuch, den Sauerstoffgehalt des Gebläsewindes auf 26 % und mehr zu steigern, mußte abgebrochen werden, da die Güte des Roheisens infolge der zu kurzen Reaktionszeiten nachließ. Der Schwefelgehalt im Roheisen und der Manganverlust durch die Schlacke stiegen stark an, und es schien kaum ratsam, zur Beseitigung dieser Mängel die Basizität der Schlacke zu erhöhen, da die Schlacke bei $\text{CaO}:\text{SiO}_2 = p = 1,37$ bereits dickflüssig und pappig abließ und die Gefahr von Ofenstörungen bestand.

Eine Bilanz der Kosten des Brennstoffaufwandes (Zahlentafel 2, Zeile 10) ergibt für den Sauerstoffbetrieb bei 25,5 % eine Verbilligung von 0,31 RM je t Roheisen, zu der der Gewinn aus der Leistungssteigerung nach Abzug der Kosten des Kapitaldienstes hinzukommt.

Versuch II. Die Verhüttung der eisenarmen Inlandserze geschieht bei dem betreffenden Werk in Verbindung mit stark sauren Auslandserzen bei saurer Schlackenführung. Je nach Eingang der Inlandserze enthält der saure Thomasmöller 30 bis 100 % Fe aus eisenarmen Inlandserzen. Daher lag nahe, auch im Versuchsbetrieb ähnliche Verhältnisse zu überprüfen. Wie aus Zeile 7 ersichtlich ist, setzte sich der Möller aus 50 Fe-% des sauren Vivero-Erzes und 50 Fe-% des Gutmadinger und Wasseralfinger Erzes sowie aus Drehofensinter zusammen. Der Drehofensinter war aus saurem Gichtstaub gemischt mit eisenarmen Inlandsfeinerzen hergestellt. Der Koksverbrauch beim Normalluftbetrieb liegt mit 1445 kg je t Roheisen verhältnismäßig hoch, und erklärt sich wohl aus der Grobstückigkeit und schlechten Reduzierbarkeit (vgl. indirekte Reduktion Zeile 15) des Vivero-Erzes. Andererseits bewirkte die Grobstückigkeit dieses Erzes eine günstige Auflockerung des Möllers und hierdurch eine sehr gute Windannahme und hohe Erzeugung (Zeilen 19 und 26). Der große Kalksteinbedarf je t Roheisen (Zeile 7) ließ bei Verwendung von gebranntem Kalk eine merkbare Koksersparnis erwarten, die auch tatsächlich bei Versuch IIa (Zeilen 12 und 14) eintraf und eine Leistungssteigerung von mehr als 10 % (Zeilen 19 und 20) bewirkte.

Bei einem Sauerstoffanteil von 26 % im Gebläsewind (Versuch IIb) konnte eine Koksersparnis von fast 80 kg gegen Versuch IIa und eine weitere Leistungssteigerung um 28,5 % (Zeile 21) gegenüber dem gleichen Versuch erzielt werden. Gegenüber dem Versuch Ia gelingt es, bis auf 90 % an die Leistung durch Anwendung von 26 % Sauerstoff im Gebläsewind heranzukommen. Bei diesem Versuch errechnete sich die Durchsatzzeit auf etwa 4 h, doch zeigte sich außer einem kleinen Steigen des Schwefelgehaltes im Roheisen keine Schwierigkeit.

Auffallend bei allen drei Versuchen mit diesem Möller ist die niedrige Temperatur des Roheisens (Zeile 34), die zum Teil auf die chemische und physikalische Beschaffenheit des Vivero-Erzes zurückzuführen ist. Das außerordentlich harte grobstückige Erz rutscht dem anderen weichen Möller vor und gelangt noch verhältnismäßig kalt in das Gestell, wo es große Wärmemengen verbraucht, eine Erscheinung, die auch bei der Verwendung dieses Erzes zusammen mit Inlandserzen im Großhochofen beobachtet wurde. Die Notwendigkeit, das saure Roheisen im Thomaswerk noch verblasen zu können, setzt das Einhalten eines geringen Siliziumgehaltes voraus, der bei saurer Schlackenführung auch nur mit kaltgeführten Ofen zu erreichen ist und die niedrige Roheisentemperatur bedingt. Die Entschwefelung mit fester Soda in der Pfanne bot keine Schwierigkeiten und war mit Rücksicht auf das Abfließen der dünnflüssigen Schlacke zufriedenstellend. Bei Berechnung der Kosten des Brennstoffaufwandes erscheint das mit Sauerstoffbetrieb erblasene Roheisen um 0,86 RM billiger (Zahlentafel 2, Zeile 10), wobei noch die weitere Verbilligung durch die Leistungssteigerung von 28,5 % nach Abzug der Kapitaldienstkosten hinzukommt.

Dem Gutmadinger Erz als Vertreter des großen badischen Doggererzorkommens galten die Versuche III, IV, V und VI. Die große Zahl der Versuche war insofern begründet, als einerseits die Hütte schon seit Jahren den Abbau dieses Erzes selbst betreibt und große Mengen im Thomasmöller verwendet, andererseits die chemische Zusammensetzung dieses Erzes, sein geringer Metallgehalt, sein großer Anteil an Schlackenbildnern und flüchtigen Bestandteilen sowie der hohe Schwefel- und Alkaliengehalt der Verhüttung technisch und wirtschaftlich Schwierigkeiten bereitet.

Obwohl das Roherz im sauren Betrieb ($p = 0,8$) fast selbstgehend ist und außer zur Verschlackung der Koksasche nur eines geringen Kalkzusatzes bedarf, würde sich doch wegen des hohen Schwefelgehaltes des Erzes ein basisches Schmelzen empfehlen. Diesem steht aber eine weitere Erhöhung des Koksverbrauches und die Gefahr der Bildung alkalischer Ansätze im Wege. Deshalb bleibt doch das saure Schmelzen dieses Erzes das zweckmäßigere.

Versuch III. Die Tatsache, daß für 1 t Roheisen über 5 t Erz notwendig sind (Zeile 7), die dem Ofenschacht die Wärme zur Austreibung von annähernd 1500 kg flüchtiger Bestandteile (Zeile 8) entziehen, läßt den Koksverbrauch mit 1670 kg (Zeile 12) für 1 t Roheisen bei 2550 kg Schlacke nicht zu hoch erscheinen. Ein Wärmeüberschuß an der Gicht ist unter diesen Umständen nicht zu erhoffen (Zeile 13), und eine Verbesserung des Koksverbrauches durch Anwendung von Sauerstoff im Gebläsewind wird bei der Verhüttung des Roherzes nicht zu erreichen sein. Das erzeugte Roheisen (Zeile 30) weist trotz des hohen Siliziumgehaltes noch immer 0,55 % S auf, obwohl durch die Schlacke (Zeile 32) über 80 % des eingebrachten Schwefels entfernt werden. Eine Entschwefelung durch Soda wird dadurch erschwert, daß infolge des niedrigen Kohlenstoffgehaltes der Beginn der Erstarrung viel früher einsetzt und der durch Entschwefelung mit fester Soda verbundene Temperaturverlust das Eisen trotz hinreichend hoher Abstichtemperatur (Zeile 34) dickflüssig macht. Auffallend war weiter, daß auch bei Siliziumgehalt um 2 %, in der Probekokille wie im Sand vergossen, das Roheisen weiß erstarrte. Wenn auch der höhere Schwefelgehalt und der geringe Kohlenstoffgehalt die Graphitausscheidung behindern, sind doch bei anderen Versuchen die Roheisenproben, sowohl im Sand als auch in der Kokille vergossen, bei annähernd gleichem Schwefel- und Siliziumgehalt grau erstarrt. Eine weitere Ursache dieser Erscheinungen des Roheisens aus Gutmadinger Roherz, außer dem niedrigen

Kohlenstoffgehalt, ist anzunehmen, wurde jedoch nicht überprüft.

Versuch IV. Der hohe Anteil an flüchtigen Bestandteilen wies auf die Möglichkeit hin, durch Rösten des Erzes den Koksverbrauch zu senken und durch Erreichen eines Wärmeüberschusses im oberen Teil des Hochofens die Anwendung von Sauerstoff im Gebläsewind möglich zu machen. Nach Rösten des abgießten Roherzes fiel etwa ein Drittel des Röstgutes als Staub an, der erst nach Sinterung dem Hochofen zweckmäßig zugeführt werden kann. Deshalb wurde bei diesem Versuch ein Möller mit zwei Drittel Röstgut und ein Drittel im Drehrohrofen gesintertem Röstgut und die entsprechende Kalkmenge gebrannt, verwendet. Eine physikalische Verbesserung des Möllers wurde jedoch damit nicht erreicht. Der Ofen ging ziemlich schwer und stockend und zeigte Neigung zum Hängen; die Windannahme war gering. Die Koksersparnis war trotz der Verminderung der flüchtigen Bestandteile um etwa 75 % (Zeile 8) und der Verwendung von gebranntem Kalk mit etwa 140 kg gegenüber dem Roherzversuch nicht bedeutend. Die Roheisenerzeugung ging entsprechend der Verschlechterung der physikalischen Eigenschaften des Möllers zurück (Zeile 19). Die erreichte Gichtgastemperatur (Zeile 13) ermöglichte allerdings jetzt die Anwendung von Sauerstoff im Gebläsewind. Bei 26 % Sauerstoff erreichte die Gichtgastemperatur knapp 100° (Zeile 13) und brachte eine Koksersparnis um etwa 230 kg (Zeilen 12 und 14) sowie eine Leistungssteigerung von sogar 48,5 % (Zeilen 19, 20 und 21). Außer der Verbesserung der indirekten Reduktion (Zeile 15) ist auch die Verbesserung der Roheisentemperatur trotz gleicher Analyse gegenüber dem Versuch mit Normalluft bemerkenswert. Der Ofengang war gegenüber dem Vergleichsversuch viel lockerer. Störungen durch Hängen der Beschickung traten nicht auf.

Wie beim Roherzversuch (Versuch III) mußte auch bei diesen Versuchen, wenn auch in geringerem Ausmaß, die Schwierigkeit einer wirksamen Entschwefelung beobachtet werden, während die Möglichkeit der grauen Erstarrung des vergossenen Roheisens etwas erleichtert wurde. Ein Vergleich der Kosten des Brennstoffaufwandes ergibt eine Ersparnis von 2,77 RM/t Roheisen (Zahlentafel 2, Zeile 10) beim Sauerstoffbetrieb gegenüber dem Normalluftbetrieb, wobei die Ersparnis der Betriebskosten durch die fast 50prozentige Erzeugungssteigerung nach Abzug der Kosten des Kapitaldienstes für die Sauerstoffanlage noch nicht berücksichtigt ist.

Versuch V. Die Notwendigkeit, nach Rösten des Roherzes ein Drittel des abgießten Röstgutes sintern zu müssen, legte die Sinterung des gesamten Roherzes nahe. Da leider zu dieser Zeit keine Bandsinter- oder ähnliche Anlage zur Verfügung stand, wurde versucht, das an sich kleinstückige, noch viel Fein enthaltende Gutmadinger Roherz im Drehrohrofen unmittelbar zu sintern. Um ein Durchsintern auch der größeren Stücke zu erreichen, mußte mit der Sinter-temperatur ziemlich hoch gegangen werden, so daß das erzeugte Sintergut nicht einheitlich anfiel und zum Teil schweißschlackenähnliche Eigenschaften und Aussehen aufwies. Daher ist auch verständlich, daß die ungünstigen Reduktionsbedingungen (Zeile 15) gegenüber dem Rösterzversuch mit Normalluft keine Koksersparnis brachte (Zeile 12), wie auch eine Erzeugungssteigerung durch das viel Fein enthaltende Sintergut nicht zu erreichen war (Zeile 19). Der Ofengang war langsam und schwer, ohne daß es aber zu Ofenstörungen durch Hängen der Beschickung kam. Durch weitere Entlastung des Ofenschachtes (Zeilen 8 und 13) konnte die Möglichkeit höherer Sauerstoffanreicherung des Gebläsewindes erreicht werden. Der Koksverbrauch wurde bei fast 27 % Sauerstoff im Gebläsewind um annähernd 280 kg (Zeilen 12 und 14) gesenkt; die damit erreichte Gichtgas-

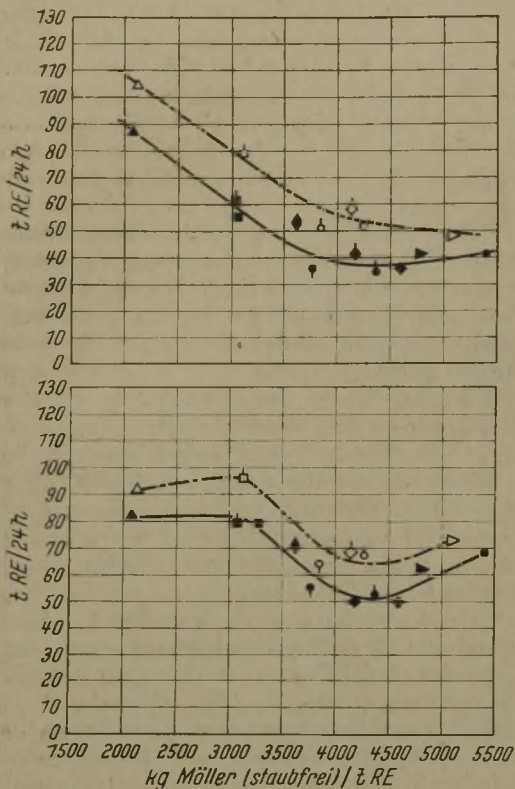
temperatur von 169° hätte auch noch höhere Anreicherung zugelassen. Die Ofenleistung stieg um fast 42 % (Zeilen 19, 20 und 21). Bei den Kosten des Brennstoffaufwandes ergibt sich eine Verbilligung von 4,57 RM/t Roheisen beim Sauerstoffbetrieb (Zahlentafel 2, Zeile 10), die sich noch steigert durch den Gewinn aus der 42prozentigen Leistungssteigerung abzüglich des Sauerstoffkapitaldienstes.

Beim Vergießen des Roheisens dieser Versuche wurden fast die gleichen Erscheinungen bei der Entschwefelung und Erstarrung wie beim Versuch IV festgestellt, wobei sich, wie auch im Versuch IV, das im Sauerstoffbetrieb erblasene Roheisen infolge seiner höheren Temperatur (Zeile 34) günstiger verhielt.

Versuch VI. Der Frage der billigsten Verbüttung des Gutmadinger Roherzes dienten die Versuche VIa und VIb. Unter Verzicht auf einen Kalkzuschlag mit Rücksicht auf die dadurch höheren Koks-kosten sollte ein Vorschmelzeisen erblasen und die Möglichkeit der Erzeugungssteigerung durch Sauerstoffanreicherung trotz vermutlichem Fehlen eines Wärmeüberschusses geprüft werden.

Durch Verringerung des Kalksteinzuschlages und der Schlackenmenge sank der Koksverbrauch um etwa 160 kg gegenüber dem Versuch mit Kalksteinzuschlag (Zeile 12). Der Ofengang war leicht und flott. Die Roheisenerzeugung erreichte die gleiche Höhe wie beim Versuch mit Kalkzuschlag (Zeile 19). Die Gichtgastemperatur (Zeile 13) blieb zu niedrig, um einen größeren Erfolg der Sauerstoffanreicherung erhoffen zu können. Bei 25,1 % Sauerstoff im Gebläsewind ging der Ofen merklich flotter, die Gichtgastemperatur hielt sich weiter auf etwa 100° (Zeile 13), Ofenstörungen traten keine auf. Ein Unterschied gegenüber dem Versuch mit Normalluft war nur am Roheisen und an der Schlacke festzustellen. Sowohl Roheisen als auch Schlacke verloren an Temperatur (Zeile 34), was weniger an der Schlacke als am Roheisen, das noch matter als beim Normalluftbetrieb lief, zu merken war. Trotz einer Schlackenziffer von $p = 0,59$ und 0,58 machte das Ablaufen der Schlacke, die zwar zäh, aber dünnflüssig lief, in beiden Versuchen keinerlei Schwierigkeiten. Der niedrigen Schlackenziffer entsprach die Zusammensetzung des Roheisens (Zeile 30), dessen Schwefelgehalt sich von etwa 1,4 % beim Luftversuch auf 1,8 % beim Sauerstoffversuch erhöhte. Der auffallend niedrige Kohlenstoffgehalt bei beiden Versuchen erreicht mitunter kaum 2 % beim Sauerstoffbetrieb, ein für Roheisen außergewöhnlich niedriger Wert. Demgemäß lag auch der Erstarrungsbeginn bei etwa 1300 bis 1320°, so daß das Roheisen beim Sauerstoffbetrieb bei etwas dünnerem Ablaufen aus dem Ofen fast in den Rinnen erstarrte. Eine Graphitausscheidung und graue Erstarrung trat weder bei einem Vergießen in die Probekokille noch im Sand bis zu 3 % Si auf. Eine Entschwefelung dieses Eisens kommt, wenn diese nicht mit einer Aufkohlung und Temperaturerhöhung begleitet ist, nicht mehr in Frage. Aus der Gichtgastemperatur (Zeile 13) und dem Anteil der indirekten Reduktion (Zeile 15) wird ersichtlich, daß bereits im Normalluftbetrieb die Wärmeausnutzung im Ofen eine vollkommene war. Die Ergebnisse des Sauerstoffbetriebes bestätigten dies. Die geringere eingebrachte Windwärme fehlte im untersten Teil des Ofens. Schlacken- und besonders die Roheisentemperatur sanken stark ab (Zeilen 33 und 34), der Gehalt der Schlacke an Eisenoxydul stieg von 1,69 % beim Luftbetrieb auf 3,04 % beim Sauerstoffbetrieb, der Verlust durch Granalien in der Schlacke von 2,8 % auf 5,7 %. Dadurch erniedrigte sich das Möllerausbringen, das in diesem Fall (Zeile 9) dem Erzausbringen gleich ist, von 20,9 auf 19,7 %. Die Schlackenmenge erhöhte sich um 7,5 %.

Trotz Fehlen einer Koksersparnis stieg die Roheisenerzeugung je Tag durch die Sauerstoffanreicherung



- ▲ Basisches Thomaseisen mit Auslandserz, Normalluftbetrieb
- △ Basisches Thomaseisen mit Auslandserz, Sauerstoffbetrieb
- Saures Thomaseisen, 50% Fe aus Inlandserz, Rohkalk, Normalluftbetrieb
- Saures Thomaseisen, 50% Fe aus Inlandserz, gebr. Kalk, Normalluftbetrieb
- Saures Thomaseisen, 50% Fe aus Inlandserz, gebr. Kalk, Sauerstoffbetrieb
- 100% Gutmadinger Roherz mit Rohkalk, Normalluftbetrieb
- $\frac{2}{3}$ Rösterz + $\frac{1}{3}$ Röstfeinsinter aus Gutmadinger Erz, gebr. Kalk, Normalluftbetrieb
- ◊ $\frac{2}{3}$ Rösterz + $\frac{1}{3}$ Röstfeinsinter aus Gutmadinger Erz, gebr. Kalk, Sauerstoffbetrieb
- ◊ 100% Drehofensinter aus Gutmadinger Roherz, gebr. Kalk, Normalluftbetrieb
- ◊ 100% Drehofensinter aus Gutmadinger Roherz, gebr. Kalk, Sauerstoffbetrieb
- ▶ 100% Gutmadinger Roherz, ohne Kalkzuschlag, Normalluftbetrieb
- ▷ 100% Gutmadinger Roherz, ohne Kalkzuschlag, Sauerstoffbetrieb
- ◆ 100% Wasserafinger Roherz, Rohkalk, Normalluftbetrieb
- ◆ 100% Wasserafinger Roherz, gebr. Kalk, Normalluftbetrieb
- ◊ 100% Wasserafinger Roherz, gebr. Kalk, Sauerstoffbetrieb
- ◊ 100% Geislinger Roherz, Rohkalk, Normalluftbetrieb

Bilder 3 und 4. Einfluß des Möllergewichts auf die Roheisenerzeugung und den Koksübersatz je 24 h.

um etwa 18 % (Zeilen 19, 20 und 21) gegenüber dem Normalluftbetrieb.

Die Verhinderung des Absinkens der Roheisengüte und der Vorteil der Leistungssteigerung durch Anwendung von sauerstoffreicherem Wind könnten durch Zuführung zusätzlicher Wärme, etwa durch Einblasen von hocherhitztem Gichtgas in den unteren Teil des Hochofenschachtes, erreicht werden. Ein solcher Versuch war vorgesehen und wurde leider durch den Ausbruch des Krieges aufgeschoben.

Beim Vergleich der Kosten des Brennstoffaufwandes stellt sich das mit Sauerstoffbetrieb erblasene Roheisen um 0,42 RM/t teurer (Zahlentafel 2, Zeile 10) als beim Normalluftbetrieb, wozu noch der Kapitaldienst für die Sauerstoffanlage hinzukommt. Vermindert oder aufgehoben kann diese Verteuerung durch die verschieden einzuschätzende Leistungssteigerung von 18 % werden.

Versuch VII. Bei der Verhüttung von 100 % Wasserafinger Roherz, einem hochkieseligen Erz aus einem Württemberger Abbau, dessen Rohkalkzuschlag bei einem Schlackenbasengrad von $p = 0,8$ nahezu 1000 kg/t Roheisen beträgt (Zeile 7), konnte vor allem der günstige Einfluß des Kalkbrennens außerhalb des Hochofens auf Koksverbrauch und Leistung dargestellt werden. Trotz einer Schlackenmenge von fast 2200 kg (Zeile 11) und der Austreibung von 400 kg Kalkstein-Kohlensäure bei Versuch VII liegt der Koksverbrauch verhältnismäßig tief, der sich noch nach Verwendung von gebranntem Kalk bei unveränderter Schlackenmenge beim Versuch VIIa um über 200 kg erniedrigt (Zeilen 12 und 14). Der günstige Koksverbrauch in beiden Versuchen wird durch den langsamen Ofengang, der durch die Dichtigkeit des Möllers infolge Zerfalls des Erzes bei höherer Temperatur bedingt ist und durch die gute Reduzierbarkeit (Zeile 15) nur unzureichend erklärt. Bei Versuch VIIa trat eine Verminderung des Koksübersatzes (Zeile 17) und der stündlichen Gasmengen (Zeilen 26, 27 und 28) nicht ein, obwohl man durch die ersparten 200 kg Koks eine Verschlechterung der Gasdurchlässigkeit des Möllers erwarten sollte. Die Roheisenerzeugung stieg demgemäß um etwa 16 % gegenüber Versuch VII. Die bei beiden Versuchen mit Normalluft erhaltene niedrige Gichtgastemperatur (Zeile 13) schien nur eine

kleine Erhöhung der Sauerstoffanreicherung möglich zu machen. Wider Erwarten ging bei 24,2 % Sauerstoff im Gebläsewind (Versuch VIIb) die Gichtgastemperatur nur um etwa 30° zurück, so daß auch ein höherer Sauerstoffanteil im Wind hätte versucht werden können. Eine Erklärung hierfür bietet der nur um 15 kg geringere Koksverbrauch und der höhere Siliziumgehalt des Roheisens. Bei Einhalten der gleichen Höhe des Siliziumgehaltes im Roheisen wie bei den vorhergegangenen Versuchen hätte durch Setzen schwerer Erzgichten die Kokersparnis wesentlich vergrößert und die Gichtgastemperatur weiter gesenkt werden können. Die Erzeugungsleistung stieg im Sauerstoffbetrieb stark an und lag um 40 % höher (Zeilen 19, 20 und 21) als im Versuch VIIa, und sogar um 62 % über Versuch VII.

Der Vergleich der Brennstoffkosten bringt, unberücksichtigt die oben erwähnte mögliche Verbesserung durch die kleine Kokersparnis eine Verbilligung von nur 0,02 RM/t Roheisen im Sauerstoffbetrieb (Zahlentafel 3, Zeile 10), der jedoch die Verbilligung der Erzeugungskosten durch die bedeutende Leistungssteigerung von etwa 40 % gegenübersteht, die auch nach Verringerung durch die Kosten des Kapitaldienstes für die Sauerstoffanlage einen Ueberschuß ergibt. Der natürliche Phosphorgehalt des aus 100 % Wasserafinger Roherz hergestellten Roheisens stellt sich auf etwa 1 % und der niedrige Schwefelgehalt sowie die hohe Temperatur des flüssigen Roheisens ergaben nach Entschwefelung mit Soda ein sehr gutes Gießereis. Ueber die Versuche mit diesem sauer erblasenen Gießereis wurde an anderer Stelle²⁾ berichtet.

Versuch VIII. Die Verhüttung von 100 % Geislinger Roherz, dessen Zusammensetzung die günstigste aller süddeutschen Erzvorkommen ist, erbrachte einen niedrigen Koksverbrauch von 1310 kg, der aber mit Rücksicht auf die geringe Schlackenmenge (Zeile 11) und den geringen Rohkalkzuschlag erwartet werden konnte. Gute Reduzierbarkeit (Zeile 15) und sehr hohe Staubverluste (Zeile 29) kennzeichnen dieses Erz, das durch seinen niedrigen Koksverbrauch bei ziemlich großen Mengen flüchtiger Bestandteile eine zu geringe Gichtgastemperatur aufweist, um erfolgreich den Sauerstoffbetrieb anwenden zu können. Die Roheisenerzeugung mit 54 t/24 h erreicht 62 % der Roheisenerzeugung bei bestem Auslandserzmöller und basischer Schlackenführung. Das erblasene Roheisen ermöglicht durch seinen niedrigen Phosphorgehalt von

²⁾ Paschke, M., und E. Peetz: Gießerei 23 (1936) S. 454/60.

etwa 1 % und günstige Entschwefelung die weitere Verwendung als Gießereisen.

Allgemeine Schlußfolgerungen aus den gesamten Versuchsergebnissen

Bei der großen Anzahl der Verschiedenheiten der untersuchten Erze und Möller in ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften stößt die Einreihung der einzelnen Versuchsergebnisse zwecks allgemein gültiger Schlußfolgerungen für den Hochofenbetrieb, trotz Einhaltung bestimmter gleicher Vorbedingungen, wie gleicher Winddruck bei höchst erreichbarer Windtemperatur, gleicher Schlackenbasizität (mit Ausnahme der Versuche I und VI) doch auf große Schwierigkeiten. Auch der Einfluß nicht feststellbarer Eigentümlichkeiten verschiedener Erze und die Unzahl nicht genau bekannter physikalisch-chemischer Einwirkungen auf den Reduktions- und Schmelzvorgang erschweren eine graphische Darstellung der bei den Versuchen ermittelten Kennzahlen. Auch die Möglichkeit, den Winddruck und die Windtemperatur den physikalischen Eigenschaften des Möllers anzupassen und dadurch günstigere Ergebnisse in dem einen oder andern Fall vielleicht erreichen zu können, konnte nicht untersucht werden.

In den Bildern 3 und 4 soll der Einfluß des staubfreien Möllergewichts auf die Roheisenerzeugung je Tag und den Koksduchrsatz je Tag gezeigt werden. Der erwartete Abfall der Erzeugung mit steigendem Möllergewicht erfährt bei einem Möllergewicht von 3,7 und 4,3 t insofern einen nicht berechtigten Tiefpunkt, da bei diesen Versuchen die Verringerung des Möllergewichts durch Sintern oder Rösten eine starke Verschlechterung der Reduzierbarkeit und der Stückigkeit, d. h. der Gasdurchlässigkeit der Beschickung, brachte, die sich naturgemäß auf die Erzeugungsleistung ungünstig auswirken mußte. Die leistungssteigernde Wirkung der Sauerstoffanreicherung ist, gekennzeichnet durch die obere Kurve, deutlich zu sehen. Auch hier fällt der Versuch Vb durch schlechte Reduzierbarkeit und geringe Stückigkeit des im Drehofen gesinterten Roherzes stark heraus. Bei Versuch VIb kommt die nur geringe Leistungssteigerung durch Fehlen der leistungserhöhenden Wirkung einer Kokersparnis zum Ausdruck.

Infolge der Verschlechterung der physikalischen Eigenschaften bei einem Möller mit 100 % Inlandserz, besonders bei geröstetem und gesintertem Erz, sinkt der Koksduchrsatz/24 h trotz höherem Koksverbrauch je t Roheisen (Bild 4). Die günstige Wirkung eines grobstückigen harten Erzes bei nur halbem Einsatz inländischer Erze zeigt der Koksduchrsatz bei Versuch II, der im Luftbetrieb den Koksduchrsatz bei basischem Thomasmöller mit Auslandserz fast erreicht, durch Anwendung von sauerstoffangereichertem Gebläsewind trotz beträchtlicher Kokersparnis sogar noch übertrifft. Auch im Sauerstoffbetrieb wird das Sinken des Koksduchrsatzes durch die schlechte Möllerbeschaffenheit bei Versuch IV, V und VI sowie im Normalluftbetrieb, wenn auch abgeschwächt, sichtbar. Die Frage, warum es nicht möglich ist, bei höherem Koksverbrauch wenigstens den gleichen Koksduchrsatz wie bei basischem Thomasmöller zu erreichen und damit in der Erzeugungsleistung nur den Anteil zu verlieren, der gemäß dem höheren Koksverbrauch zu erwarten ist, klärt sich durch eine Berücksichtigung der räumlichen Verhältnisse auf. Während bei Versuch I (basischer Thomasmöller) das Raumverhältnis von Koks zu Erz sich wie etwa 2:1 verhält, bei Versuch II (saurer Thomasmöller mit 50 Fe-% aus Inlandserz) noch immer bei etwa 1,5:1 liegt, sinkt das Verhältnis bei 100 % Inlandserz auf etwa 0,9 bis 1,1:1 herab. Die Auswirkung dieser Verschlechterung des Raumverhältnisses zwischen Koks und Erz auf die Erzeugungsleistung wird klar. Bei

einem stückigen, wenn auch leichten Erz wird dieses ungünstige Verhältnis nicht so sehr ins Gewicht fallen (Bild 4) (Vers. III und besonders Vers. II) wie bei einem Erz, das bei hohem Feinanteil sich im Ofenschacht durch frühe Erweichung oder Zerfall bei Temperaturerhöhung auszeichnet. Aus diesen Erwägungen kann gefolgert werden, daß bei Verhüttung eisenarmer Inlandserze vermieden werden soll, Feinerze im Rohzustand zu verhütten, und daß eine Leistungssteigerung nur durch Verwendung grobstückigen Roherzes und von schwerem, gut stückigem, gesintertem Feinerz zu erreichen ist. Die nach Einhalten dieser Bedingungen erreichte Leistungssteigerung kann bestenfalls bis zur Höhe des gleichen Koksduchrsatzes wie beim basischen Thomasmöller gebracht werden. Die gleiche Roheisenerzeugung bei Thomasroheisen aus Auslandserzmöller im Normalluftbetrieb könnte bei Verwendung von Inlandserzen nur durch höchstmögliche Sauerstoffanreicherung zu erreichen sein.

Bild 5 zeigt den Einfluß der Schlackenmenge auf den Koksverbrauch. Wie bereits bei der Einzelbesprechung des Versuches II ausgeführt, liegt der Koksverbrauch infolge der ungünstigen Reduzierbarkeit in diesem Fall viel zu hoch und kommt nicht einmal bei Verwendung von gebranntem Kalk dem der Schlackenmenge entsprechenden Koksverbrauch am nächsten. Bei unvorberitetem Erz und Sauerstoffanreicherung bleibt der Koksverbrauch infolge der erreichten Kokersparnis in einer dem Normalluftbetrieb nahen parallelen Linie. Eine Ausnahme bilden die Versuche VIa und VIb sowie IVb und Vb. Während der an sich niedrige Koksverbrauch je t Roheisen beim Wasseralfinger Roherz (Versuch VI) trotz sehr hohem Kalksteinzuschlag im Normalluftbetrieb bei Verwendung von gebranntem Kalk weiter sehr wesentlich herabgedrückt wird, ändert sich im Sauerstoffbetrieb der Koksverbrauch nur sehr wenig. Außer der günstigen Reduzierbarkeit des Wasseralfinger Roherzes kann für den überraschend niedrigen Koksverbrauch nur noch eine äußerst günstige wärmesparende, vielleicht sogar wärmeabgebende Reaktion der großen Kieselsäuremenge dieses Erzes mit dem Kalkzuschlag zur Schlacke angenommen werden. Die unter Berücksichtigung der großen Schlackenmenge bedeutende Koks-

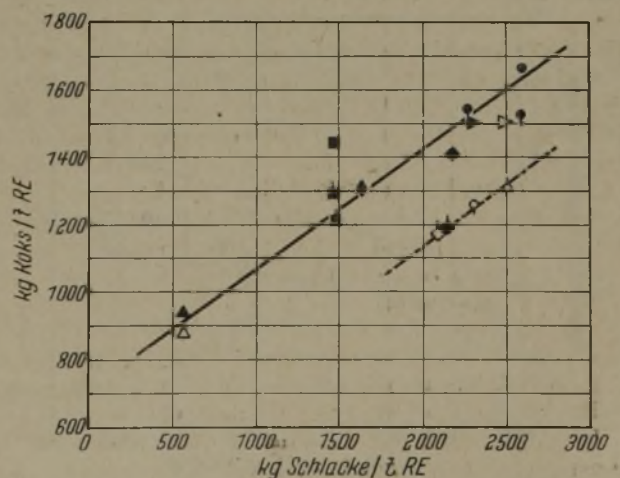


Bild 5. Einfluß der Schlackenmenge auf den Koksverbrauch.

ersparnis bei Versuch IVb und Vb gibt für den Sauerstoffbetrieb eine grundsätzliche Erkenntnis. Bei eisenarmem, an Schlacken und flüchtigen Bestandteilen reichem Erz bietet die Vorbereitung des Erzes durch Rösten oder Sintern große Vorteile. Wird die Stückigkeit hierdurch nicht beeinträchtigt, so kann außer mit einer bedeutenden Leistungssteigerung auch mit sehr großen Kokersparnissen bis etwa 20 % gerechnet werden. Demgemäß überwiegt auch in diesen

beiden Fällen die Gesamtersparnis beim Kostenvergleich des Brennstoffaufwandes ohne Berücksichtigung der Verminderung der Betriebskosten durch die Leistungssteigerung von mehr als 40% die Sauerstoffkosten einschließlich Kapitaldienst bei weitem (Zahlentafel 2, Zeile 10). Abgesehen davon ermöglicht der Sauerstoffbetrieb einen reibungslosen Ofengang, der im Normalluftbetrieb bei Verwendung des aus Gutmadin-

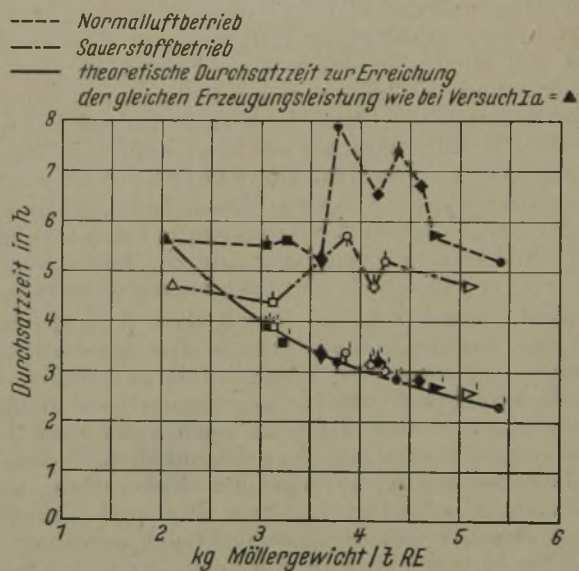


Bild 6. Einfluß des Möllergewichtes auf die Durchsatzzeit.

ger Roherz hergestellten Röst- oder Sintergutes infolge des geringen spezifischen Gewichtes sonst nur schwer unter häufigem Aendern des Winddrucks und der Windtemperatur erreicht werden kann.

Da die Erzeugungsleistung eines Ofens für jeden Möller von der Geschwindigkeit des Durchsatzes abhängt, gibt Bild 6 an, wie weit das Möllergewicht die Durchsatzzeit beeinträchtigt. Soweit die wenigen Punkte einen Schluß ziehen lassen, zeigt sich, daß die Durchsatzzeit bei guter Gasdurchlässigkeit der Beschickung bei steigendem Möllergewicht annähernd gleichbleibt, im Normalluftbetrieb sogar die Neigung zur Verkürzung der Durchsatzzeit besteht. Die

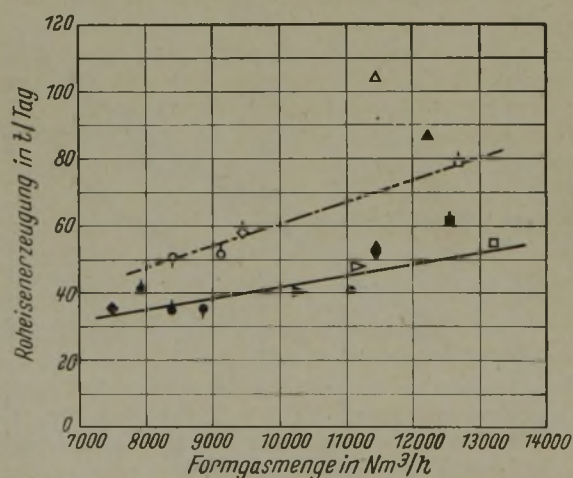


Bild 7. Abhängigkeit der Roheisenerzeugung von der Formgasmenge.

ungünstigen physikalischen Eigenschaften der Möller bei den Versuchen IV, V und VII setzen die Durchsatzzeit sehr stark hinauf und verursachen die niedrige Erzeugung, worauf schon früher mehrfach hingewiesen wurde. Die Sauerstoffanreicherung bewirkt eine weitgehende Verkürzung der Durchsatzzeit, die bei den Möllern IV, V und VII mit ihrer schlechten Gasdurchlässigkeit durch die im Sauerstoffbetrieb geringeren

Casmenen und daher kleineren Widerständen prozentual am größten wird. Die in Bild 6 gezeichnete unterste Linie gibt an, welche Durchsatzzeiten theoretisch notwendig wären, um die im basischen Thomasbetrieb (Versuch Ia) erreichte Leistung auch mit metallärmerem Möller erhalten zu können. Mit steigendem Möllergewicht wird die Durchsatzzeit derart kurz (sie erreicht bei 5,4 t Möllergewicht etwas mehr als 2 h), daß die Zeit für Reduktion und Schmelzung kaum mehr ausreichend sein kann. Mit den derzeit bekannten Mitteln erscheint es daher unmöglich, bei Möllergewichten von 4 bis 6 t auch nur annähernd an die Ofenleistung mit Auslandserzmöller heranzukommen. Wohl bleibt der Weg offen, durch Herabsetzen des Möllergewichts und Möllervolumens durch Vor- und Aufbereiten der Erze und Anwendung höchster Sauerstoffanreicherung die Grenze des Möglichen zu erreichen. Durchsatzzeiten von 3 bis 4 h setzen schon das Vorhandensein einer leichtschmelzbaren und dabei reaktionsfähigen Schlacke voraus, die am zweckmäßigsten eine Schlacken-ziffer von $p = 0,9$ bis $1,0$ haben müßte. Die bei einem Möllergewicht von 3 bis 4 t zu erwartende Schlackenmenge von etwa 1500 bis 2000 kg bringt bei einer Schlacken-ziffer von $p = 0,9$ bis $1,0$ trotz der raschen Durchsatzzeit noch eine genügende Entschwefelung. Die Führung einer stärker basischen Schlacke kann bei einem derart raschen Durchsatz, besonders bei Thomasroheisen, das einen kalt geführten Ofengang verlangt, um den Siliziumgehalt nicht so hoch kommen zu lassen, nur zu Störungen im Ofenbetrieb

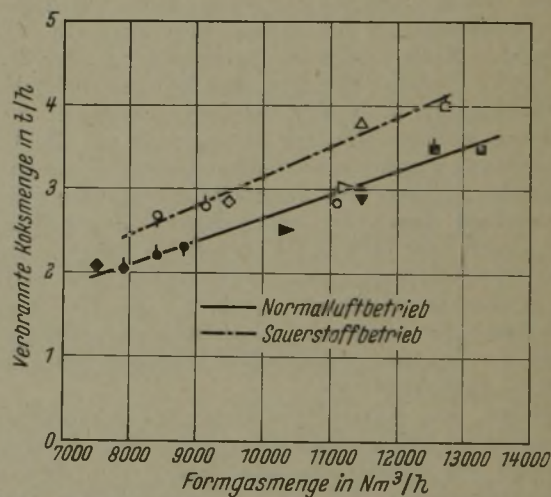


Bild 8. Stündlich verbrannte Koks- und Formgasmenge als Maßstab für die Gasdurchlässigkeit eines Möllers.

führen, da die Schlacke dickflüssig und pappig wird und ihre Reaktionsfähigkeit stark vermindert wird. Wird die Schlacke dagegen sauer gehalten, $p =$ etwa $0,8$, so wird bei dem raschen Ofengang und der damit verursachten geringen Temperatur des Roheisens die Entschwefelung im Ofen nachlassen, und es wird außerhalb des Ofens nur mehr schwer möglich sein, ohne gleichzeitige Temperaturerhöhung des Roheisens die notwendige zweimalige Entschwefelung mit den bisher gebräuchlichen Entschwefelungsmitteln mit gutem Erfolg durchzuführen.

Einen Aufschluß über die Gasdurchlässigkeit, ausgedrückt durch die Formgasmenge je Stunde, der verschiedenen Versuchsmöller und die Abhängigkeit der Erzeugungsleistung von der Formgasmenge je Stunde zeigt Bild 7. Welche Bedeutung außer der Formgasmenge je Stunde dem Koksverbrauch je t Roheisen für die Leistung zukommt, ist durch das völlige Herausfallen der Punkte des Versuchs V sowohl im Normalluft- als auch im Sauerstoffbetrieb gekennzeichnet. Die Erzeugung als Funktion der Formgasmenge je Stunde graphisch darzustellen, scheint nur bei

annähernd gleich großen Koksverbräuchen möglich zu sein, läßt aber dann auch einen guten Vergleich und gute Beurteilung der Stückigkeit oder Gasdurchlässigkeit der Beschickung zu. Für jeden Möller und alle Koksverbrauche ist aber die in der Zeiteinheit, z. B. in 1 h, verbrannte Koks menge ein Maßstab für das Gas aufnahmevermögen einer Beschickungssäule. Bild 8 zeigt das Verhältnis des Koks durchsatzes je Stunde und der Formgasmenge je Stunde, die beide genau dasselbe ausdrücken, zueinander. Während durch ihre Größe die Gasdurchlässigkeit jedes Möllers festgestellt ist, wird in ihrem Verhältnis zueinander die kennzeichnende Wirkung der Sauerstoffanreicherung deutlich sichtbar. Mit gleicher Formgasmenge ist trotz Kokersparnis eine wesentlich größere Koks menge ver-

In Bild 9 ist die Erzeugungsleistung jeder Versuchsgruppe schematisch dargestellt. Die Veränderung in der täglichen Leistung durch Verwendung von gebranntem Kalk statt Rohkalk ist bei den Versuchen II und VII zu ersehen, während Versuch III und VI die Leistung mit Roherz bei Kalksteinzuschlag und ohne Kalksteinzuschlag gegenüber den vorbereiteten Möllern bei den Versuchen IV und V, denen sinngemäß gebrannter Kalk zugesetzt wurde, darlegt. Die große Leistungssteigerung durch Sauerstoffanreicherung wird in dieser Darstellung gut sichtbar, die bei Versuch II und Versuch VII mit 90 % und 66 % an die Leistung im Normalluftbetrieb bei hochwertigem Auslandserz-Thomasmöller (Versuch I) herankommt.

Zusammenfassung

An einer Reihe von Versuchen mit 100 % eisenarmen Inlandserz-, 50 % Fe-Anteil aus Inlandserz und hochwertigem Auslandserz-Möllern ergab die Anreicherung des Gebläsewindes mit Sauerstoff eine hohe Steigerung der Erzeugung und unter Einhaltung bestimmter Vorbedingungen auch wesentliche Kokseinsparungen.

Die Vorbereitung des Möllers durch Rösten oder Sintern und die Verwendung von gebranntem Kalk statt Rohkalk erweisen sich als günstig und notwendig zur Erzielung höchster Wirkung der Sauerstoffanreicherung. Bei Fehlen eines Abgaswärmeüberschusses steht der Erzeugungssteigerung im Sauerstoffbetrieb das Fehlen der Kokersparnis gegenüber, wozu noch eine geringe Verschlechterung der Roheisengüte hinzukommt. Bei dichtem Möller und schlechter Gasdurchlässigkeit erleichtern die geringeren Gasmengen im Sauerstoffbetrieb das Niedergehen der Beschickung und ermöglichen einen reibungslosen Ofengang. Die Grenzen der Sauerstoffanreicherung sind bei Fehlen eines Abgaswärmeüberschusses (wenn dem Schacht nicht zusätzliche Wärme zugeführt wird) oder aber bei sehr gasdurchlässigem Möller, bei Nachlassen der Roheisengüte durch zu raschen Durchsatz erreicht.

Für den Normalluftbetrieb wurde als Ursache für das starke Absinken der Erzeugung beim Verhütten von Inlandserzen außer den großen Schlackenmengen und dem hohen Koksverbrauch das ungünstige Raumverhältnis zwischen Koks und Erz, das die Gasdurchlässigkeit der an sich in ihrer physikalischen Beschaffenheit ungünstigen Inlandserzmöller weiter verschlechtert, festgestellt.

Schon bei geringen Kokseinsparungen erweist sich der Sauerstoffbetrieb nach Abzug der Kosten des Sauerstoffs einschließlich des Kapitaldienstes durch die Leistungssteigerungen von 20 bis 50 % als erheblich billiger.

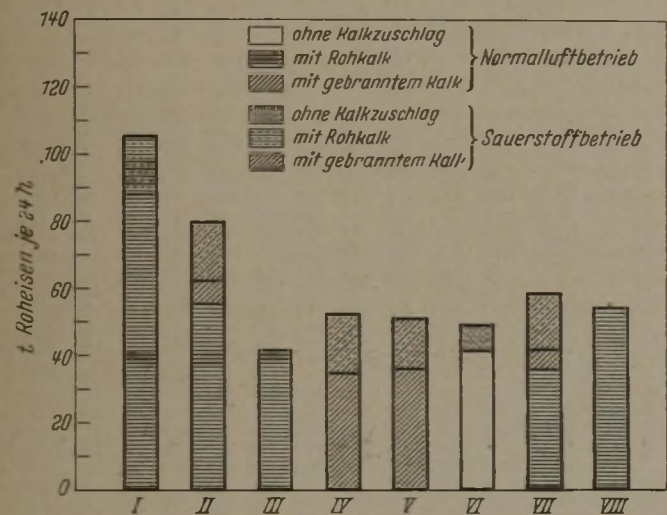


Bild 9. Darstellung der Erzeugungsleistung bei den einzelnen Versuchen.

brannt worden, während sich der Widerstand der Beschickung kaum verändert hatte. Die Bedeutung dieser Wirkung besonders für Möller mit schlechter Gasdurchlässigkeit ist offensichtlich (Versuche IV, V und VII). Bei den Möllern, die schon im Normalluftbetrieb große Gasmengen durchsetzen konnten, wird bei der höchst zulässigen Sauerstoffanreicherung, die noch die gleiche Roheisengüte gewährleistet, die im Normalluftbetrieb erhaltene Formgasmenge im Sauerstoffbetrieb nicht mehr ganz erreicht. Mitbestimmend kann noch die Verschlechterung des Raumverhältnisses Koks:Erz sein, für die die Möller höchster Gasdurchlässigkeit stärker empfindlich sind.

Blindhärteprüfung von Einsatzstählen

Von Hermann Voss

Mitteilung aus der Versuchsanstalt der Deutschen Edelstahlwerke, AG.

[Bericht Nr. 633 des Werkstoffausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.*.]

(Streuung und Vergleich der Ergebnisse bei der Blindhärteprüfung unter Verwendung der sogenannten Normprobe, Rundprobe und Scheibenprobe an 150 Stählen mit 0,15 bis 0,23 % C, höchstens 0,35 % Si, 0,7 bis 1,2 % Mn, 0,9 bis 1,4 % Cr und 0,2 bis 0,3 % Mo.)

Zur Ermittlung der Festigkeitsannahme eines Einsatzstahles nach der Härtung wird in der Praxis die sogenannte Blindhärteprüfung durchgeführt. Hierbei wird ein Probestück bestimmter Abmessungen unter vereinfachten Bedingungen lediglich von der Temperatur der Schlußhärtung abgeschreckt und auf die erreichte Festigkeit geprüft. Der Blindhärteversuch kann auf drei verschiedene Arten durchgeführt werden:

1. Bei der Normprobe wird ein überdrehtes Schmiedestück einer bestimmten Abmessung gehärtet und eine Zerreißprobe aus dem Kern entnommen.
2. Die Rundprobe wird in der Weise durchgeführt, daß man ein meist überdrehtes Probestück einer bestimmten Abmessung härtet, bricht und im Kern auf Brinellhärte prüft.
3. Bei der Scheibenprobe schließlich wird so vorgegangen, daß man von einem Knüppel oder einer Stange einer vereinbarten Abmessung eine Scheibe von der Stärke der zu prüfenden Abmessung ent-

*) Vorgetragen in der Sitzung des Unterausschusses für Wärmebehandlungsfragen am 16. Februar 1943 in Düsseldorf — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664. zu beziehen.

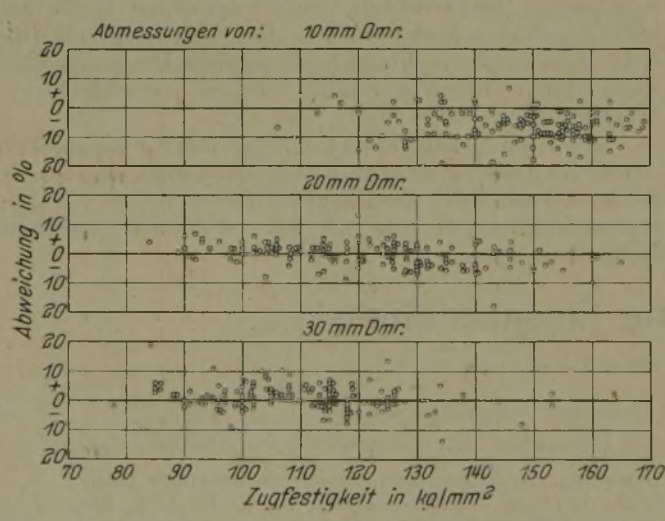
nimmt, diese härtet und auf der Schnittfläche die Brinellhärte feststellt.

Es ist bekannt, daß die Festigkeitsannahme der Chrom-Molybdän- und Chrom-Mangan-Stähle starken Streuungen unterworfen ist¹⁾. Wie sich diese Streuungen bei den drei verschiedenen Arten der Blindhärteprüfung auswirken und wie die Ergebnisse der drei verschiedenen Prüfarten sich gegeneinander verhalten, wurde an Hand von Versuchen mit Chrom-Molybdän-Einsatzstählen geprüft. Um die Streuungen, die sich durch die Schwankungen in der Härtebehandlung leicht ergeben, möglichst auszuschalten, wurden absichtlich keine laufenden Betriebsergebnisse ausgewertet, sondern besondere laboratoriums-mäßig durchgeführte Prüfungen angesetzt. Ihnen zugrunde gelegt wurden 150 Schmelzen der Stahlgüte EC Mo 100 nach DIN-Vornorm 1663 (Stähle mit 0,15 bis 0,23 % C, höchstens 0,35 % Si, 0,7 bis 1,2 % Mn, 0,9 bis 1,4 % Cr und 0,2 bis 0,3 % Mo). Stangenabschnitte von 60 mm vierkant jeder Schmelze wurden bei 900° normalgeglüht, 2 h bei 680° geüht und hieraus Proben zur Durchführung der Norm-, Rund- und Scheibenproben entnommen. Hierbei wurden, um den Einfluß von Ungleichmäßigkeiten im Werkstoff soweit wie möglich auszuschalten, die für die Norm- und die Rundprobe benötigten Prüfabschnitte aus der Randzone der 60-mm-Vierkant-Stangen herausgetrennt. Anschließend wurde bei 830° in Öl gehärtet. Hierbei war die Normprobe für die Abmessung von 10 mm Dmr. bereits als Zerreißprobe ausgebildet, nach der Härtung wurde sie in der Meßlänge auf 8 mm Dmr. geschliffen. Aus den Abmessungen von 20 und 30 mm Dmr. wurde nach der Härtung eine Zerreißprobe von 10 mm Dmr. aus dem Kern gedreht. Aus den 100 mm langen Rundproben wurde nach der Härtung in der Mitte eine 15 mm dicke Scheibe herausgetrennt und die Brinellhärte im Kern geprüft (Prüfbedingungen bei 10 mm Dmr.: H 2.5/187,5/30, bei 20 und 30 mm Dmr.: H 5/750/30). Bei der Durchführung der Blindhärteprüfung durch Scheibenproben wurde so vorgegangen, daß jede Scheibe nach der Härtung 1 mm dünner geschliffen und dann die

Zahlentafel 1. Ergebnisse der Blindhärteprüfung an Chrom-Molybdän-Einsatzstählen

Table with columns: Schmelze Nr., C, Mn, Cr, Mo, Zugfestigkeit in kg/mm² (Normprobe, Rundprobe, Scheibenprobe) and rows 1-75.

1) Zugfestigkeit aus der Brinellhärte mit dem Beiwert 0.35 errechnet.



Bilder 1 bis 3. Abweichungen der Ergebnisse mit der Rundprobe von denen mit der Normprobe.

Brinellhärteprüfung in der Mitte der Scheibe und einmal 15 mm von der Ecke der Scheibe entfernt (tangential gemessen) vorgenommen wurde.

Die ermittelten Ergebnisse sind in Zahlentafel 1 zusammengestellt. Der Vergleich der Ergebnisse für die drei angewendeten Prüfarten für die Festigkeitsannahme von Einsatzstahl wurde in folgender

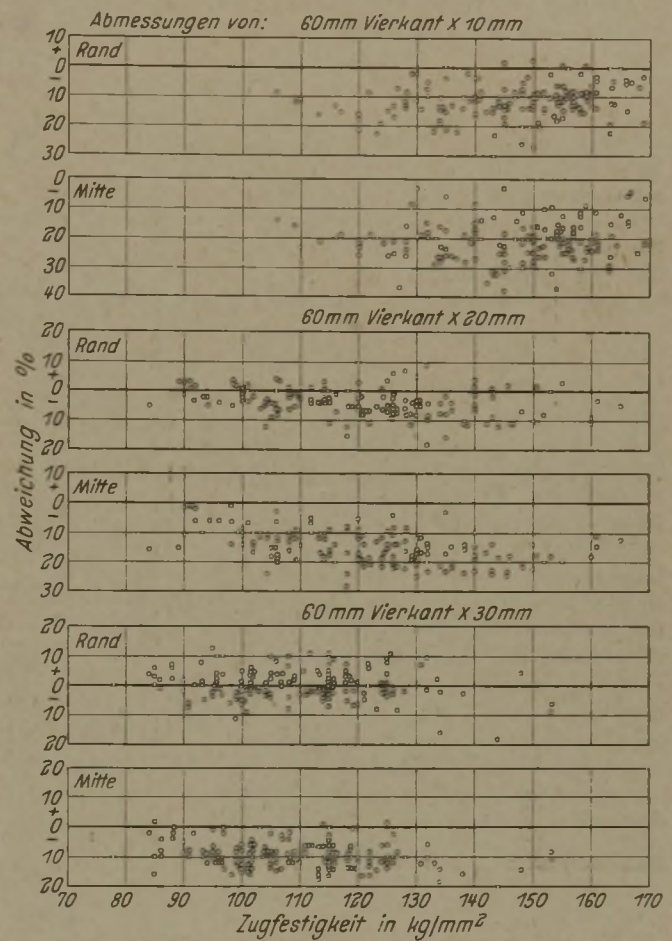
1) Voss, H. und F. Krämer: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 913/20 (Werkstoffaussch. 471).

Weise durchgeführt. In den Bildern 1 bis 3 sind die Abweichungen aufgetragen, die sich bei den einzelnen Abmessungen für die Ergebnisse mit der Rundprobe gegenüber denen mit der Normprobe ergeben haben. Die Abweichungen sind über der Zugfestigkeit bezogen auf eine Nulllinie, je nachdem, ob es sich um positive oder negative Schwankungen gehandelt hat, nach oben oder unten prozentual aufgetragen. In den Bildern 4 bis 6 sind die gleichen

Zahlentafel 1. Ergebnisse der Blindhärteprüfung an Chrom-Molybdän-Einsatzstählen (Schluß)

Reihenfolge Nr.	C				Mn				Cr				Mo				Zugfestigkeit in kg/mm ²																				
	%				%				%				%				Normprobe			Rundprobe ¹⁾			Scheibenprobe ¹⁾														
																	mm Dmr.			mm Dmr.			mm Dmr.														
																	10	20	30	10	20	30	10	20	30												
76	0.19	0.93	1.29	0.25	159	134	121	141	139	120	141	116	129	105	115	101	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30	10	20	30

Ergebnisse noch einmal häufigkeitsmäßig zusammengefaßt. Man erkennt, daß die Abweichungen der Ergebnisse der Rundprobe gegenüber denen der Normprobe bei den Abmessungen von 20 und 30 mm Dmr. ziemlich gleichmäßig um die Nulllinie verteilt liegen; dabei betragen die Schwankungen etwa ± 10%. Da erfahrungsgemäß die Streuung der Ergebnisse vom Zug- und Brinellhärteversuch sich ungefähr ebenfalls in diesen Grenzen bewegt, kann man annehmen, daß andere Einflüsse,

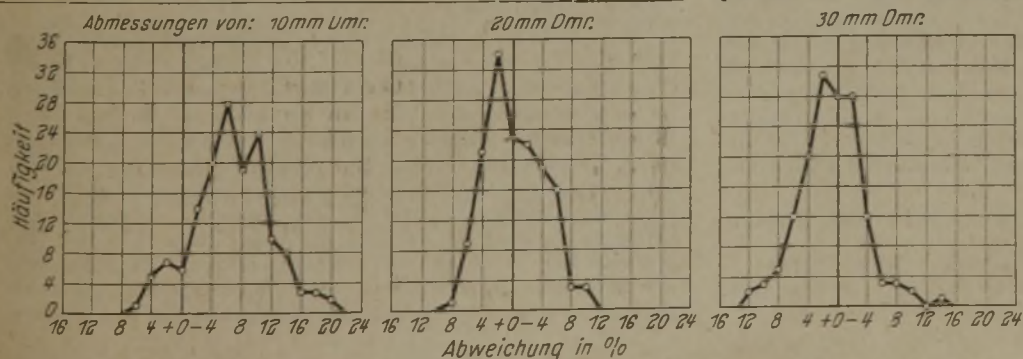


Bilder 7 bis 9. Abweichungen der Ergebnisse mit der Scheibenprobe von denen mit der Normprobe.

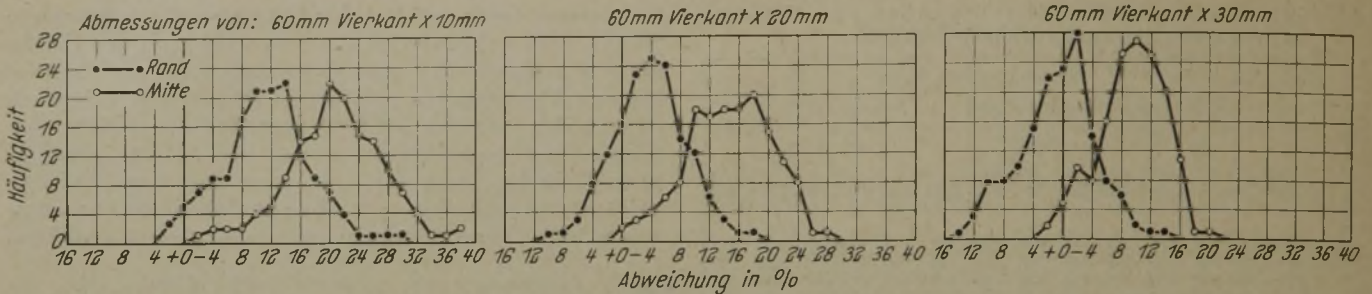
die für den Vergleich zwischen den Ergebnissen der Rund- und denen der Normprobe von Bedeutung sind, nicht vorzuliegen scheinen. Die Mittelwerte der Rundprobe decken sich, wie die Bilder 5 und 6 zeigen, bei den Abmessungen von 20 und 30 mm Dmr. mit denen der Normprobe. Bei der Abmessung von 10 mm Dmr. (Bild 4) liegen die Ergebnisse mit der Rundprobe im Mittel niedriger als die mit der Normprobe. Der Grund hierfür ist darin zu suchen, daß der Zerreißprobenquerschnitt von 10 mm Dmr. zu groß gewählt worden ist. Es ist anzunehmen, daß bei einem Zerreißprobenquerschnitt von 5 mm Dmr. auch für die Prüfabmessung von 10 mm Dmr. sich eine Übereinstimmung in den Mittelwerten von Rund- und Normprobe ergeben hätte.

Vergleicht man die Ergebnisse an der Scheibenprobe mit denen an der Normprobe (Bilder 7 bis 12),

¹⁾ Zugfestigkeit aus der Brinellhärte mit dem Beiwert 0,35 errechnet.



Bilder 4 bis 6. Häufigkeitsauswertung der Abweichungen der Ergebnisse mit der Rundprobe von denen mit der Normprobe.



Bilder 10 bis 12.

Häufigkeitsauswertung der Abweichungen der Ergebnisse mit der Scheibenprobe von denen mit der Normprobe.

so fällt zunächst auf, daß die Streuungen in den Abweichungen der Ergebnisse bei dieser Probenart nicht wesentlich größer als bei der Rundprobe sind. Während bei der Rundprobe die Streubereiche etwa ein Gebiet von 20% umfassen, sind es bei der Scheibenprobe rund 25%. Hiervon sind 20% wieder auf den Unterschied in den Prüfarten (Zug- und Brinellhärteversuch), die restlichen 5% auf die Verschiedenartigkeit der Probenform (Rundabmessung und Scheibe) zurückzuführen. Für die Abmessung von 30 mm Dmr. liegt die Spitze der Häufigkeit der im Rand der Scheiben ermittelten Werte bei -2% , sie deckt sich also fast mit der Nulllinie. Der Mittelwert für die in der Mitte der Scheiben gefundenen Werte liegt bei -10% . Da auch bei den Abmessungen von 10 und 20 mm Dmr. die in der Mitte der Scheiben gefundenen Werte stark nach der negativen Seite von der Nulllinie abweichen, empfiehlt es sich, diesen Wert bei der Beurteilung wegzulassen und den weiteren Vergleich nur noch mit den Werten vorzunehmen, die tangential gemessen 15 mm vom Rand entfernt ermittelt wurden. Für diese liegt bei der Abmessung von 20 mm Dmr. die Häufigkeitsspitze bei -4% und bei der Abmessung von 10 mm Dmr. bei -10 bis 14% . Während bei der Abmessung von 30 mm Dmr. die Werte der Scheibenprobe also mit denen der Normprobe vergleichbar sind, wird mit kleiner werdender Abmessung bei der Scheibenprobe ein

niedrigerer Wert für die Blindhärte gefunden als bei der Normprobe.

Man könnte nun annehmen, daß hierin ein Nachteil der Scheibenprobe zu erblicken ist. Wenn man aber bedenkt, daß ein wichtiges Anwendungsgebiet der legierten Einsatzstähle die Zahnräder sind, kommt man zu folgender Ueberlegung. Zahnräder haben meist Formen, die mehr denjenigen der Scheibe als der eines Rundstabes entsprechen. Die am fertigen Zahnrad gefundenen Kernfestigkeitswerte werden sich daher stets besser mit denen der Scheibenprobe als denen der Rundprobe vergleichen lassen.

Zusammenfassung

Drei verschiedene Prüfarten zur Bestimmung der Festigkeitsannahme von legierten Einsatzstählen bei der Härtung werden untereinander in Vergleich gesetzt, die Normprobe, die sogenannte Rundprobe und die sogenannte Scheibenprobe. Die Ergebnisse der Scheibenprobe weisen ein etwas größeres Streufeld gegenüber denen der Normprobe als die der Rundprobe auf. Die Ergebnisse der drei Prüfarten sind bei der Abmessung von 30 mm Dmr. vergleichbar, bei kleineren weichen diejenigen der Scheibenprobe zu geringeren Festigkeitswerten ab. Diese Tatsache muß beim Vergleich der Ergebnisse dieser drei Prüfarten Berücksichtigung finden.

Umschau

Kaltverfestigung und Alterung von Stahl

Die Weiterverfolgung einer von J. H. Andrew und E. M. Trent¹⁾ gemachten Beobachtung, daß durch Kaltverformung Ausscheidungen wieder in Lösung gebracht werden können, sowie das in vieler Hinsicht gleichartige Verhalten eines gehärteten und eines kaltverfestigten Stahles führten J. H. Andrew²⁾ zu der Annahme, daß bei jeglicher Kaltbearbeitung von Stahl, wie z. B. Kaltwalzen, Drahtziehen, Kaltpressen und einigen mechanischen Prüfverfahren, durch Temperaturerhöhung in den Gleitflächen Austenit gebildet werde, dessen teilweiser Zerfall die Ursache der beim Kaltbearbeiten entstehenden Verfestigung sei. Als Beweis hierfür führen J. H. Andrew und H. Lee³⁾ folgende Versuchsergebnisse und Beobachtungen an.

Es werden Wärmeausdehnungsmessungen an 38 mm langen Stäbchen aus kaltgezogenem unlegiertem Stahl mit 0,03 bis 0,6% C durchgeführt; über die Herstellungs- und Versuchsbedingungen werden keine näheren Angaben gemacht. Der Verlauf der Erhitzungskurven zeigt zwischen 100 und 300° eine mit steigendem Kohlenstoffgehalt und zunehmender Verformung immer ausgeprägter werdende Unregelmäßigkeit (Bild 1). Aus dem ähnlichen Verlauf der Ausdehnungskurven des kaltgezogenen Werkstoffs und der von Temperaturen um A_3 abgeschreckten Proben (Bild 2) schließen Andrew und Lee, daß die von ihnen beobachteten Verkürzungen in beiden Fällen von

dem Zerfall des kubischen Martensits herrühren. Der Martensit in den kaltgezogenen Proben soll durch Ueberschreiten der α - γ -Umwandlung in den Gleitflächen während des Ziehens entstanden sein. Ferner werden weitere Verkürzungen der kaltbearbeiteten Proben im Temperaturgebiet um 600° beobachtet, die unabhängig vom Kohlenstoffgehalt sind, jedoch mit steigender Kaltverformung bei niedrigeren Temperaturen einsetzen und von den Verfassern in Zusammenhang mit der Rekristallisation gebracht werden.

Weiterhin vergleichen Andrew und Lee die absoluten Längen a (Bild 2) der vorher auf gleiches Maß gebrachten Dilatometerstäbchen bei der Temperatur des A_{c1} -Punktes. Restaustenit enthaltende Proben sollen sich infolge der mit der Austenitumwandlung verbundenen Verlängerung stärker ausdehnen als Proben, die nur Martensit enthalten. Auf Grund dieser Betrachtungsweise kommen die Berichtiger zu dem Schluß, daß in einem kaltgezogenen Stahl mit 0,6% C ebenso wie in einem von 1150° in Öl abgelöschten Stahl mit 1,2% C mehr Restaustenit verblieben sei als in einem kaltverformten Stahl mit nur 0,15% C oder einem von 1100° in eisgekühlter Natronlauge abgeschreckten über-eutektoidischen Stahl.

Wärmetönungskurven (inverse-rate curves) der kaltverformten sowie der abgeschreckten Proben zeigen in beiden Fällen u. a. eine Umwandlung im Temperaturbereich von 380 bis 565° an, die mit einer Wärmeabgabe verbunden ist und mit steigender Kaltverformung ausgeprägter wird. Die Verfasser sind der Ansicht, daß diese durch die Wärmetönung angezeigte exotherme Umwandlung durch den Zerfall von Austenit, verbunden mit Erholungsvorgängen, bedingt ist. Als Stütze für den angenommenen Austenitzerfall sehen sie eine Härtezunahme der kaltbearbeiteten Proben um 10% nach einem Anlassen zwischen 200 und 400° an sowie die Änderung der Thermo-

¹⁾ J. Iron Steel Inst. 138 (1938) S. 241/88; vgl. Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 461/62.

²⁾ J. West Scotl. Iron Steel Inst. 46 (1938) S. 51/59.

³⁾ J. Iron Steel Inst. 145 (1942) S. 153/89, s. a. Iron Coal Tr. Rev. 145 (1942) S. 37/38 u. 152/53.

kraft im Bereich um 300° bei Verwendung eines geglähten und eines kaltgezogenen Drahtes als Thermoelementes.

Ferner werden einige Beobachtungen bei Zugversuchen an einem Stahl mit 0,08% C, dessen Korngröße durch Rekrystallisieren verändert wurde, mitgeteilt. Danach ist die Gleichmaßdehnung für alle Korngrößen konstant, während der Fließbereich an der Streckgrenze zuerst mit steigender Korngröße ansteigt und sich dann einem gleichbleibenden Endwert nähert. Weiterhin wurde festgestellt, daß die Zugfestigkeit mit wachsender Länge des Fließbereiches zunimmt, woraus geschlossen wird, daß die Zerreißfestigkeit von Vorgängen während des Fließens an der Streckgrenze abhängt. Nach Ansicht von Andrew und Lee soll sich beim Dehnen an der Streckgrenze γ -Eisen auf den Gleitflächen bilden, das sich sofort wieder in α -Eisen umwandelt. Bei einem kohlenstoffarmen Stahl soll demnach die bei der α - γ -Umwandlung infolge kristallographischer Verschiedenheit der Formen entstehende Verzerrung der α -Eisenteilchen zu der Verfestigung beitragen, während bei kohlenstoffhaltigem Stahl der beim teilweisen Zerfall des Austenits entstehende Martensit die Ursache der Kaltverfestigung sein soll. Der Verbleib von Restaustenit ist nach Andrew und Lee selbst nach einer Be-

Permeabilität von Eisendrähten durch dünne Ueberzüge eines nichtmagnetischen Metalls beträchtlich erhöht wird.

Zur Erklärung der obenerwähnten Härtesteigerung kaltbearbeiteter Stähle nach einem Anlassen bei 200 bis 350° als eine Umwandlung von Restaustenit gehen die Verfasser kurz auf die Alterung durch Wärmebehandlung und durch Kaltverformung ein. Ihrer Ansicht nach ist das Anlassen in der Blauwärme nach einer Kaltbearbeitung darum nicht als Alterungsbehandlung zu betrachten, weil sie als Urheber der Alterung in obigem Sinne das Eisenkarbid ansehen, das nach Glühen bei diesen Temperaturen in einer für die Alterung unwirksamen Form ausgeschieden und zusammengeballt ist. Die Härtesteigerung nach einer Abschreck- oder Reckalterung bei Zimmertemperatur soll nach Andrew und Lee allein auf das Ausscheidungsbestreben von Eisenkarbid zurückzuführen sein. Nach einer Wärmebehandlung unterhalb A_1 mit anschließender Lagerung bei Raumtemperatur wird keine echte Ausscheidung, sondern nur eine vorbereitende Sammlung der Fe_3C -Moleküle angenommen. Die in diesem Vorbereitungsstadium der Aushärtung zu beobachtende Härtesteigerung soll größer sein als nach einer wirklichen feingewirkten Ausscheidung, wie sie von den Verfassern bei einem kaltbearbeiteten oder von oberhalb A_{c3} abgeschreckten und bei 20° gealterten Stahl angenommen wird. Als Träger der Uebersättigung wird das α -Eisen angesehen.

Auf die angeführten Versuchsergebnisse stützt sich die Kaltverfestigungsannahme von Andrew und Lee. Sie baut also hauptsächlich auf der in England weitverbreiteten Ansicht auf, daß beim Gleiten in dünnen Atom-schichten Temperaturen entstehen sollen, die nach G. T. Beilby⁵⁾ und T. F. Russell⁶⁾ bis zum Schmelzpunkt gehen können. Im Falle der Kaltbearbeitung nehmen die Verfasser an, daß die beim Gleiten in den Gleitebenen erzeugte Wärme genügt, um die α - γ -Umwandlung herbeizuführen und Kohlenstoff in Lösung zu bringen. Ohne Zweifel kann bei Gleiten in dünnen Schichten eine Temperatur entstehen, die höher als die meßbare mittlere Temperatur des Versuchsstückes ist. Für diese Vermutung spricht u. a. die Beobachtung von N. Dawidenkow und J. Mirolubow⁷⁾, daß in kohlenstoffhaltigem Stahl durch schlagartiges Stauchen eine dünne harte Martensitschicht erzeugt werden kann. Ferner haben neuere Untersuchungen von R. Glocker⁸⁾ die Vorstellung von Beilby, wonach eine amorphe Schicht beim Polieren, ebenso wie beim Gleiten, durch rasche Abkühlung kleinster kurzzeitig aufgeschmolzener Bereiche entstehen kann, an Wahrscheinlichkeit gewinnen lassen. Wie hoch jedoch die wirkliche Temperatur ist, ist unbekannt und dürfte sich nach E. Houdremont⁹⁾ auch theoretischen Berechnungen entziehen. Die Versuche von Andrew und Lee, die nach Untersuchungen des Berichterstatters in einigen wesentlichen Punkten nicht wiederholbar waren, sind jedenfalls kein zwingender Beweis für die Annahme, daß beim Kaltverformen in dünnen Gleitschichten die Temperatur der α - γ -Umwandlung überschritten wird. Die Aufstellung einer neuen Kaltverfestigungshypothese für Stahl scheint außerdem unnötig; denn abgesehen davon, daß sie die Verfestigungserscheinungen von umwandlungsfreien Metallen nicht erklären kann, hat sich die bisherige Anschauung der Kaltverfestigung als Folge von Gitterzerrungen gut bewährt. Mit Hilfe der „alten“ Theorie läßt sich auch zwanglos erklären, warum ein gehärteter unlegierter Stahl in vieler Hinsicht ein ähnliches Verhalten wie der kaltbearbeitete zeigt, indem man den Martensit als stark verspannten Ferrit ansieht. Die Fragestellung von Andrew und Lee, warum die Kaltbearbeitung von Stahl einen in mancher Hinsicht ähnlichen Endzustand wie das Abschrecken erzeugt, erscheint deshalb abwegig. Die mitgeteilten Versuchsergebnisse und Schlußfolgerungen zwingen keineswegs, von der üblichen Anschauung über die Kaltverfestigung abzugehen. Gleichwohl sollte man den beim Gleiten möglichen Temperaturerscheinungen, da sie auch in anderer Hinsicht bedeutungsvoll sein können, einige Aufmerksamkeit widmen.

Kurt Dies.

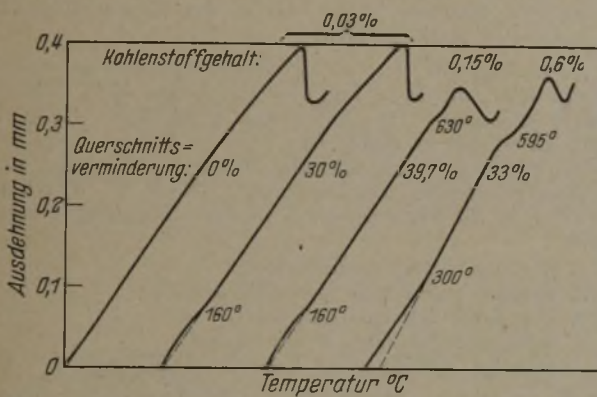


Bild 1. Kaltverformte Stähle.

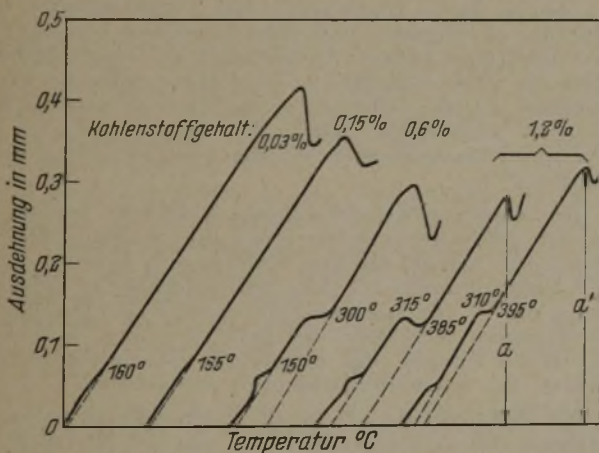


Bild 2. Abgeschreckte Stähle.

Bilder 1 und 2. Wärmeausdehnung kaltverfestigter und abgeschreckter Stahlproben beim Anlassen.

lastung bis zur Fließgrenze durch Ausdehnungsmessungen im Temperaturbereich von 200 bis 380° nachweisbar. Die nach dem Erhitzen auf diese Temperatur festgestellte Verlängerung der Meßstäbchen soll erheblich größer sein, wenn das Prüfstück bis zur Bruchgrenze belastet war. Es wird angenommen, daß der Bruch von unlegierten Stählen in den Gleitebenen eines flächenzentrierten Gitters eintritt.

Als weiteren Beweis für die Entstehung von Austenit während des Fließens wird die Änderung der magnetischen Permeabilität einer Zugprobe beim Zerreißen angeführt. Während des Fließens in Höhe der Streckgrenze und zum Teil auch nach Beginn der Einschnürung wurde eine relative Erhöhung der Permeabilität beobachtet, die auf die Bildung von dünnen unmagnetischen Austenitschichten auf den Gleitflächen zurückgeführt wird. Gestützt wird diese Ansicht durch Versuche von T. F. Wall⁴⁾, der nachgewiesen hat, daß die

4) Nature 133 (1934) S. 949.

5) Aggregation and Flow of Solids, London 1921.

6) J. Iron Steel Inst. 107 (1923) S. 497/513.

7) Technical Physics of the U.S.S.R., 1935, S. 281/98.

8) Schriften der Deutschen Akademie der Luftfahrtforschung 1942, H. 52.

9) Techn. Mitt. Krupp, A: Forsch.-Ber., 2 (1939) Anhang S. 5.

Der Stand der Steinkohlenveredlung

(Schluß zu Seite 756)

Vergasung

Der Gasverbrauch ist in schnellem Steigen begriffen; immer größere Mengen Koks werden daher der Vergasung zugeführt, um vor allem den Bedarf der Industrie, namentlich der Synthesewerke, an Schwach- und Synthesegas zu decken. Aus sortentechnischen Gründen können weitere Anforderungen nicht allein durch die Vergasung von Hochtemperaturkoks gedeckt werden. Zwar sind beträchtliche Einsparungen nach S. Qvarfort¹⁴²⁾ im Kokereibetrieb bei Koks-Schwachgas-Unterfeuerung dadurch möglich, daß der Generatorbeschickung — je nach der Bauart des Gaserzeugers und der mittleren Kokskörnung — bis zu 25 % Koksgrus zugemischt wird, ohne daß hierbei ein erhebliches Sinken des Durchsatzes, des Vergasungswirkungsgrades oder der Wirtschaftlichkeit eintritt, doch gewinnt aus dem genannten Grunde die Vergasung der Steinkohle immer größere Bedeutung¹⁴³⁾.

Ihre Entwicklung spiegelt sich in zahlreichen Patenten und Veröffentlichungen wider, über die A. Thau¹³⁸⁾ 144) in einem mit zahlreichen Schrifttumsangaben versehenen Aufsatz über die neuzeitliche Entwicklung der Vergasung fester Brennstoffe zusammenfassend berichtet hat, während W. Gumz¹⁴⁵⁾ besonders auf die Entwicklungsaussichten eingegangen ist. Die chemischen Fragen der Vergasungstechnik erscheinen heute weitgehend geklärt, so daß Vergasungsvorgänge mit genügender Genauigkeit — auch beim Vorliegen von Ungleichgewichtszuständen — vorausberechnet werden können¹⁴⁶⁾. Die Schaffung derartiger theoretischer Grundlagen ist besonders wichtig für die Staubvergasung in der Schwebe, deren Bedeutung wiederholt hervorgehoben wurde¹⁴⁷⁾. Besonders beachtenswert ist heute die Vergasung von Kohlen, die meist mit Teergewinnung verbunden ist und damit eine Vorentgasung erforderlich macht. Hier ist das Pintsch-Hillebrand-Verfahren zu nennen, mit dem auf den Hamburger Gaswerken ein Versuch mit Steinkohle gemacht wurde, über den F. Stief¹⁴⁸⁾ berichtet. Besonders geeignet für die Schwelvergasung ist die nichtbackende Steinkohle Oberschlesiens. K. Skroch¹⁴⁹⁾ vergleicht die dort befindlichen Anlagen technisch und wirtschaftlich und unterstreicht die Bedeutung der Schwelvergasung für die Beheizung von hüttenmännischen Oefen und Kokereien. Für die Herstellung von Synthesegas soll sich das Verfahren der Viag, Wien, gut eignen; das Verfahren wird seit einigen Jahren in Italien auf Stickstoffwerken angewandt. Ein Weg, den steigenden Gasbedarf nicht allein aus den für die Entgasung geeigneten Kohlsorten zu decken, ist durch die restlose Vergasung gegeben, deren Ziele auf einer diesem Thema gewidmeten Sondertagung der deutschen Gas- und Wasserfachmänner K. Traenckner¹⁵⁰⁾ klar zeichnete, während A. Rettenmaier¹⁵¹⁾ die Verfahren, besonders das Thyssen-Galocsy-Verfahren, A. Thau¹⁵²⁾ die mit Wärmezufuhr von außen arbeitenden Verfahren schilderte, von denen das nach Didier-Bubiag hervorgehoben wird. Aussichten besonderer Art bietet die Sauerstoff-Druckvergasung fester Brennstoffe, über die F. Danulat¹⁵³⁾

berichtet, da sie dem Gasabsatz angepaßt werden kann und ohne weiteres ein normgerechtes Stadtgas liefert. Dieses kann aus Wassergas auch durch unvollständige Konvertierung und anschließende Methanisierung des restlichen Kohlenoxyds hergestellt werden¹⁵⁴⁾. Ueber die Konvertierung liegen Betriebserfahrungen der Potsdamer Anlage¹⁵⁵⁾ vor, während die Entfernung des Kohlenoxyds aus Gasen durch Verflüssigung, Auswaschung, Konvertierung oder Methanisierung allgemein unter erschöpfender Angabe des Schrifttums von F. Schuster¹⁵⁶⁾ behandelt wurde. Die für manchen Betrieb so störende Ansatzbildung in Generatoren wird durch eine Arbeit von W. Lange¹⁵⁷⁾ mit der Bildung von Siliziumsulfiden erklärt; als Gegenmaßnahme wird eine zweckentsprechende Zufuhr von Luft und Wasserdampf hinter dem Feuerungsbett empfohlen.

Immer größere Bedeutung gewinnt die Vergasung fester Brennstoffe für den Betrieb von Kraftwagen. Infolge des erhöhten Bedarfs an flüssigen Treibstoffen für Kriegszwecke ergab sich die Notwendigkeit, den Einsatz fossiler Brennstoffe im Fahrzeugbetrieb erheblich auszuweiten¹⁵⁸⁾. Im Hinblick auf die zur Verfügung stehenden Holz-mengen mußte sich das Augenmerk auf möglichst teerfreie und teearme Magerkohlen (Anthrazite) und Schwelkoks richten¹⁵⁹⁾. Darüber hinaus dürfte das Braunkohlenbrikett eine wichtige Rolle spielen.

Aufbauend auf den an ortsfesten Anlagen gesammelten Erfahrungen, wurde in langwieriger Arbeit eine Reihe von Generatorbauarten für Fahrzeuge geschaffen. Diese Entwicklung dürfte in absehbarer Zeit zu einem gewissen Abschluß gelangen, wenn man die Hauptanforderungen an die fossilen Kraftstoffe berücksichtigt. Nach H. Finkbeiner¹⁶⁰⁾ ist die Eignung eines solchen Brennstoffes bedingt durch:

1. einen geringen Aschengehalt,
2. möglichst geringen Schwefelgehalt,
3. eine hohe Reaktionsfähigkeit,
4. möglichst geringen Restteergehalt,
5. günstige Abrieb- und Feuerbeständigkeit.

Die Bereitstellung aschearmer Kraftstoffe setzt im allgemeinen besondere aufbereitungstechnische Maßnahmen voraus. Von den in Frage kommenden drei Vergasungsarten (aufsteigende, absteigende und Querstromvergasung) ist die letzte gegenüber hohem Aschengehalt am empfindlichsten. Allgemein werden hierbei 5 % als obere zulässige Grenze angesehen; für die anderen liegt die obere Grenze bei rund 10 %. Im übrigen wird durch Wasserdampfzusatz die Bildung von Schlacken Kuchen auf ein erträgliches Maß herabgemindert¹⁶¹⁾.

Der Schwefelgehalt der fossilen Kraftstoffe bereitet wegen der auftretenden Korrosionen die größten Schwierigkeiten. Die Einführung von NaReinigern bringt zwar gewisse Verbesserungen mit sich, stellt jedoch keine endgültige Lösung dar¹⁶²⁾. Zusätze von Raffloermasse zum Waschwasser des Reinigers verbessern die Entschwefelung; bemerkenswert ist die Tatsache, daß es gelungen ist, die schädigenden Einflüsse der Siliziumverbindungen auszuschalten.

Die Reaktionsfähigkeit fossiler Kraftstoffe ist neben der stofflichen Beschaffenheit abhängig von der Porigkeit und Oberflächenbeschaffenheit. Ein zu grobstückiger Brennstoff ist im allgemeinen nachteilig, während ein zu kleines Korn zur Flugstaubbildung neigt. Mit Ausnahme der Holzkohle ändern fast alle Brennstoffe ihre Oberflächenbeschaffenheit unter der Einwirkung höherer Temperaturen, wobei die Reaktionsfähigkeit sinkt. Das vielfach benutzte Merkmal für die technische Reaktionsfähigkeit von festen Kraftstoffen, die

¹⁴²⁾ Monatsbull. schweiz. Ver. Gas- und Wasserfachm. 19 (1939) S. 157/62.

¹⁴³⁾ Ruß, E.: Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 694/98 u. 713/17 (Wärmestelle 296).

¹⁴⁴⁾ Brennstoff- u. Wärmewirtsch. 23 (1941) S. 89/96.

¹⁴⁵⁾ Vortragsveranstaltung der Hauptausschüsse für Forschungswesen des Bergbau-Vereins in Essen am 30. Oktober 1940. Essen 1940. S. 157/74.

¹⁴⁶⁾ Traustel, S.: Feuerungstechn. 29 (1941) S. 105/14; Traustel, S., und A. Reuter: ebenda, S. 159/61; Traustel, S.: Feuerungstechn. 30 (1942) S. 225/31; Zeise, H.: ebenda, S. 25/29 u. 231/34.

¹⁴⁷⁾ Thau, A.: Brennstoff- u. Wärmewirtsch. 23 (1941) S. 89/96 u. 108/16. Gumz, W.: s. Fußnote 145, a. a. O., S. 172/74. Fitz, W.: Feuerungstechn. 30 (1942) S. 117.

¹⁴⁸⁾ Gas- u. Wasserfach 83 (1940) S. 1/6. Vgl. Keppeler, G.: Chem. Fabrik 12 (1939) S. 457/62.

¹⁴⁹⁾ Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 557/63 (Wärmestelle 282).

¹⁵⁰⁾ Gas- u. Wasserfach 84 (1941) S. 461/63.

¹⁵¹⁾ Gas- u. Wasserfach 84 (1941) S. 473/77. Einzelne Verfahren: Oel u. Kohle 38 (1942) S. 457/65; vgl. Paschke, M.: Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 934/35.

¹⁵²⁾ Gas- u. Wasserfach 84 (1941) S. 509/14; Oel u. Kohle 38 (1942) S. 665/67.

¹⁵³⁾ Gas- u. Wasserfach 84 (1941) S. 549/52; über rechnerische Erfassung der Vergasungs- und Spaltvorgänge s. Leye, A.: Gas- u. Wasserfach 83 (1940) S. 669/72 u. 688/91.

¹⁵⁴⁾ Gerdes, H. C.: Gas- u. Wasserfach 84 (1941) S. 485/92.

¹⁵⁵⁾ Ristow, K.: Gas- u. Wasserfach 84 (1941) S. 138/42.

¹⁵⁶⁾ Chem. Fabrik 14 (1941) S. 31/38.

¹⁵⁷⁾ Glückauf 76 (1940) S. 410/13.

¹⁵⁸⁾ Schell, A. v.: Autom.-techn. Z. 43 (1940) S. 443/44. Schanze: Autom.-techn. Z. 43 (1940) S. 445/50. Schell, A. v.: Vierjahresplan 4 (1940) S. 790; Köster, K.: Kraftstoff 16 (1940) S. 186/90.

¹⁵⁹⁾ Lang, K.: Z. VDI 83 (1939) S. 472/73. Untersuchungen über die Vergasung von Anthrazit, Steinkohlen-Hoch- und -Tiefteperaturkoks im Fahrzeuggenerator. D.-Ing.-Diss. Techn. Hochschule Aachen 1938. Berlin 1938. (Aus „Berichte der technisch-wissenschaftlichen Sachverständigenausschüsse des Reichskohlenrates“. D. 66.)

¹⁶⁰⁾ Z. VDI 85 (1941) S. 591/99.

¹⁶¹⁾ Wohlschläger, H.: Feuerungstechn. 26 (1938) S. 102/06.

¹⁶²⁾ Lessnig, R.: Feuerungstechn. 28 (1940) S. 73/82.

Angabe des Zündpunktes, hat nach R. Heinze, M. Mar-der und E. Rammner¹⁶³⁾ nur bedingten Wert. Durch Vergleich praktischer Vergasungsversuche an Fahrzeuggas-erzeugern mit denen von Zündpunktuntersuchungen wurde festgestellt, daß zwischen Vergasungsverhalten und Vergasungselastizität einerseits sowie Zündpunkt der Vergasungsstoffe andererseits nur gütmaßige Beziehungen bestehen.

Die bei der Vergasung fossiler Kraftstoffe gebildete Teermenge übt auf die Verschmutzung der Rohrleitungen, der Mischdüsen, der Ansaugleitungen und der Kanäle im Motor sowie wegen des Verklebens der Ventile eine bedeutsame Wirkung aus. Je nach der Höhe des Teergehaltes der Brennstoffe sind entsprechende Maßnahmen zur Beseitigung oder zur Vermeidung von Teersätzen erforderlich. Ansätze in Rohrleitungen, Mischdüsen und Kanälen im Motor müssen von Zeit zu Zeit ausgebrannt werden. Zur Vermeidung von Ansätzen werden Schlußreiniger in Form von Holzwolle- oder Delbog-Filtern oder auch Stoßplattenabscheider mit Erfolg benutzt. Die beste Lösung zur Vermeidung von Teersätzen dürfte zweifellos die Aufspaltung der Teerbestandteile im Gaserzeuger darstellen. Nach dem derzeitigen Stande der Technik ist der Gaserzeuger mit absteigender Vergasung hierzu am besten geeignet.

Nach R. Lessnig¹⁶⁴⁾ ist der Anthrazitgasbetrieb bezüglich des Verbrauches und der Kosten überaus wirtschaftlich, da Vergasungs- und Motorwirkungsgrad sehr hoch liegen. Die Brennstoffpreise liegen dagegen niedriger als bei Holz und wesentlich niedriger als bei flüssigen Treibstoffen. Dasselbe trifft für Steinkohlenschwelmkoks und Braunkohlenbriketts zu. Die Wirtschaftlichkeit des Generatorbetriebes ist jedoch außer von der Höhe der Brennstoffkosten im wesentlichen von der Lebensdauer der Anlagenteile abhängig.

Einen Ueberblick über die bisher vom Generalbevollmächtigten für das Kraftfahrwesen genehmigten und im praktischen Einsatz bewährten Bauarten von Fahrzeug-Gaserzeugeranlagen gibt W. Heller¹⁶⁵⁾. Ueber Erfahrungen mit verschiedenen festen Kraftstoffen berichtet Schanze¹⁶⁶⁾. Während die Vorreinigung des Generatorgases im allgemeinen befriedigend gelöst ist, bereitet die Feinreinigung noch immer Schwierigkeiten¹⁶⁷⁾.

Neben den in den eroberten Ostgebieten auftretenden Aufgaben der Wiederaufwältigung der Grubenbaue und Inangasetzung der Förderung spielt die unterirdische Kohlenvergasung eine ebenso wichtige Rolle. Je nach Teufe, Mächtigkeit, Einfallen und Beschaffenheit des Nebengesteins haben sich aus der großen Anzahl von Vorschlägen und Versuchsmethoden¹⁶⁸⁾ zunächst drei Verfahren als anwendungsfähig erwiesen¹⁶⁹⁾:

1. Das Strömungsverfahren, das vorzugsweise bei steiler Lagerung der zu vergasenden Flöze angewandt wird.

Hierbei wird durch Bohrlöcher und tonlägige Schächte oder Bohrungen, die am unteren Ende durch eine Sohlstrecke miteinander verbunden sind, das Vergasungsmittel eingedrückt und das erzeugte Gas abgesaugt.

2. Das Spaltgaserzeugerverfahren, das an erster Stelle für flach gelagerte Flöze Anwendung findet.

Bei dieser Art der Vergasung wird zwischen zwei parallel laufenden Strecken eine Anzahl von Bohrlöchern niedergebrought, wobei diese Spalten nacheinander, soweit erforderlich, selbsttätig in den Vergasungsvorgang eingeschaltet werden.

3. Das Filtrationsverfahren, das durch Ausbrennen oder Ausgasen einer Höhlung am Fuß zweier von Tage aus niedergebroughter Bohrlöcher, eine Trocknung und dadurch Ribbildung in der Kohle gekennzeichnet ist.

Hierbei werden die gebildeten Spalten als Vergasungskanäle benutzt, ohne daß eine Bohrarbeit unter Tage notwendig wird.

¹⁶³⁾ Feuerungstechn. 28 (1940) S. 49/54.

¹⁶⁴⁾ Feuerungstechn. 29 (1941) S. 87/91.

¹⁶⁵⁾ Autom.-techn. Z. 43 (1940) S. 455/59 u. 543/45; 44 (1941) S. 37/39 u. 126/29.

¹⁶⁶⁾ Autom.-techn. Z. 45 (1942) S. 44/45.

¹⁶⁷⁾ Kohlepp., A.: Autom.-techn. Z. 45 (1942) S. 388/94.

¹⁶⁸⁾ Rakoski, H.: Kohle u. Erz 36 (1939) Sp. 37/42 u. 75/80. Tschuchanowa, O. A.: Shurnal Technitscheskoi Fiziki 9 (1939) S. 295/304.

¹⁶⁹⁾ Gumz, W.: Feuerungstechn. 28 (1940) S. 273/75. Tschuchanow, S. F., u. M. Ja. Ssagaïdak: Iswestija Akademii Nauk SSSR. Otdelenije Technitscheskich Nauk 1939, Nr. 8, S. 3/18. Tschernyschew, A. B.: Iswestija Akademii Nauk SSSR. Otdelenije Technitscheskich Nauk 1939, Nr. 9, S. 17/26.

Die unterirdische Kohlenvergasung eröffnet dem Bergmann, dem Energiewissenschaftler wie auch dem Chemiker ein weites Betätigungsfeld. Je nach der Art des Verfahrens und der Anwendung des Vergasungsmittels kann Schwachgas oder Kraftgas mit etwa 1200 kcal/m³ oder Wassergas mit einem Heizwert bis zu 2000 kcal/m³ erzeugt werden.

Steinkohlenschwelung

Erhöhte Bedeutung hat in den letzten Jahren aus mancherlei Gründen die Schwelung der Steinkohle gefunden. Ihrem großtechnischen Einsatz ist nunmehr der Weg geebnet. Abgesehen von der wehrwirtschaftlichen Bedeutung, ist damit auch in kohlenwirtschaftlicher Hinsicht die Lösung eines Sortenproblems in Aussicht gestellt. Für die Schwelung kommen bekanntlich an erster Stelle nicht- oder schwachbackende Gasflammkohlen in Betracht. Die Kohle kann als Feinkohle, und zwar geschüttet oder gestampft, als Brikett oder als Nußkohle zur Abschwelung gelangen. Hinsichtlich der Schwelöfen sind drei Formen der Schwelung zu unterscheiden: die Schwelung in Stahlschwelöfen, in keramischen Öfen und in Spülgasöfen. Die zur ersten Gruppe gehörenden Verfahren der Brennstofftechnik und nach Krupp-Lurgi sind gekennzeichnet durch die Anwendung schmaler Kammern bis zu 120 mm Breite, in denen eine kurze Garungszeit bis zu 3 h, eine schonende Gewinnung des Schweltees infolge der hier möglichen Entgasungstemperatur von 600° und ein höherer Heizwert des erzeugten Schwelgases gewährleistet werden. Die Öfen werden in unterbrochenem Betrieb ohne Anwendung von Spülgas gefahren. Zur zweiten Gruppe gehören die Verfahren von Didier, Koppers und Otto, die ununterbrochen mit oder ohne Spülgas betrieben werden. Beide Gruppen werden als Heizflächenverfahren bezeichnet. Die keramischen Öfen haben eine größere Kammerbreite bis zu 400 mm; zur Schwelung dienen nur die oberen zwei Drittel der Ofenhöhe, während das untere Drittel zwecks Nachentgasung stärker beheizt werden kann. Um den Durchsatz je Kammer auf eine zufriedenstellende Höhe zu bringen, werden bei der Schwelung in keramischen Öfen je Tonne Einsatzgut bis zu 300 m³ Spülgas (Eigengas) durchgeleitet, womit ein normgerechtes Stadtgas erzielt wird.

Im Gegensatz zu diesen Verbundverfahren wird bei den Spülgasverfahren die Wärmeübertragung nur durch Spülgas (Verbrennungsgas) bewirkt. Hier sind die Verfahren von Lurgi und Kollergas zu erwähnen. Die hierbei gewonnenen Schwelteeere haben einen für Schwelteeer besonders hohen Pechgehalt. Die Menge des durch Verbrennung eines Teiles der Schwelgase erzeugten Spülgases beträgt bis zu 1000 m³ je Tonne Einsatzkohle. Der Heizwert des Schwelgases hängt von der Menge der zugemischten Verbrennungsgase ab und ist im allgemeinen erheblich niedriger als bei dem Heizflächenverfahren. Zur Erhöhung des Schwelgaseheizwertes sind in neuerer Zeit Bestrebungen im Gange, die Verbrennung unter Zuhilfenahme von reinem Sauerstoff durchzuführen.

Die Aufarbeitung der Steinkohlenschwelteeere richtet sich nach den herzustellenden Oelsorten. Sie kann destillativ (Röhrenöfen) oder durch eine Verbindung einer destillativen und selektiven Aufarbeitung (anorganische und organische Lösungsmittel) durchgeführt werden. Bei der letztgenannten Arbeitsweise fallen vorzugsweise hochwertige Erzeugnisse, wie z. B. Phenole, Dieselöl und Heizöl, an.

Mit den Eigenschaften der auf verschiedene Weise gewonnenen Schwelteeere beschäftigt sich A. Thau¹⁷⁰⁾, während W. Demann¹⁷¹⁾ Untersuchungen über die Mischbarkeit von Heizölen vorgenommen hat. Die gegenüber den Heizflächenöfen schlechteren Eigenschaften der Spülgaschwelteeere (hohe Werte für Stockpunkt, Viskosität und Gehalt an sauren Ölen, schlechte Lagerbeständigkeit) beruhen nach A. Jäppelt und A. Steinmann¹⁷²⁾ auf zu kurzer Erhitzungsdauer; durch Nacherhitzung der aus dem Schwelöfen abziehenden Dämpfe auf z. B. 370° konnte eine wesentliche Verbesserung erzielt werden, die unter besonderen Bedingungen¹⁷³⁾ sogar zur Heizölgüte führte.

Je nach Körnung, Restgehalt an flüchtigen Bestandteilen und Aschengehalt kann der erzeugte Schwelmkoks im Hausbrand, in Fahrzeuggeneratoren und an Stelle von Hoch-

¹⁷⁰⁾ Teer u. Bitumen 39 (1941) S. 171/73, 179/81, 191/93, 199/201.

¹⁷¹⁾ Glückauf 76 (1940) S. 61/68.

¹⁷²⁾ Brennst.-Chemie 20 (1939) S. 281/86.

¹⁷³⁾ Jäppelt, A., und A. Steinmann: Glückauf 75 (1939) S. 596/601.

temperaturkoks in Gaserzeugern Verwendung finden. Der Koksgrus spielt eine gewisse Rolle bei den Sinterverfahren in der Hüttenindustrie. Im übrigen werden die vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten für Steinkohlenschwelkoks von E. Rammeler¹⁷⁴⁾ unter Anführung reichhaltigen Schrifttums beschrieben.

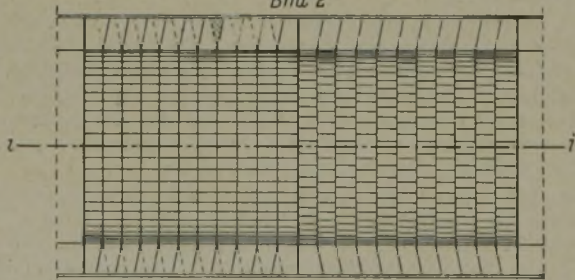
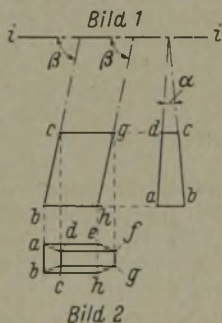
Die theoretische Grundlage der Steinkohlenschwelung behandelt ausführlich L. Kremser¹⁷⁵⁾, wobei besonders die in der Kohle während des Erhitzens auftretenden physikalischen und chemischen Vorgänge sowie die Gründe für die Abweichungen der Analyseergebnisse vom praktischen Schwelteerausbringen berücksichtigt werden. H. Leider¹⁷⁶⁾ untersuchte die Schweleignung verschiedener Kohlen, die von besonderer Bedeutung für die oberschlesischen Verhältnisse sind. In einem Vortrag „Verkokung und Verschwelung“ geht A. Jenkner¹⁷⁷⁾ auf die Verfahren der Brennstofftechnik nach Krupp-Lurgi, Kollergas und Lurgi ein, wobei der Einfluß der Kohlenart auf Menge und Zusammensetzung des Teeres, Leichtöls und Gases hervorgehoben wird, während W. Demann¹⁷⁸⁾ den derzeitigen Stand der Stein- und Braunkohlenschwelung und ihre Beziehung zur deutschen Energiewirtschaft eingehend darlegt.

Eine Verbindung der Schwelung mit Hydrierung und Druckextraktion stellt die Druckschwelung nach E. Blümner dar, die nach Angaben des Erfinders bei Einsatz von Gasflammkohle Ausbeuten von 60% Koks, 10% Benzin, 6% Mittelöl und 8% Schweröl aufweisen soll; bei Verarbeitung ascheärmer Kohle ist auch bei diesem Verfahren, das demnächst auf einer Versuchsanlage erprobt wird, die Herstellung von Elektrodenrohstoffen gegeben.

Wolfram Scheer und Paul Lameck.

Patentbericht

Kl. 24 k, Gr. 502, Nr. 734 184, vom 22. Januar 1941, ausgegeben am 9. April 1943. Oesterreichische Magnesit AG. Radenthein in München. (Erfinder: Dipl.-Ing. Rudolf Hauenschild und Dipl.-Ing. Rudolf Maurer in München.) *Gewölbe für Industrieöfen, insbesondere für Drehrohr- oder Trommelöfen.*

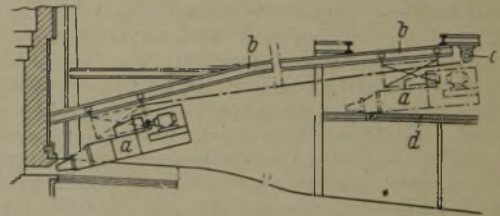


Der in Bild 1 im Grund-, Auf- und Seitenriß dargestellte Keilstein hat zwei trapezförmige, in zueinander parallelen Ebenen liegende Stirnflächen $a b c d$ und $e f g h$, welche die Längsachse i des Ofens oder des Gewölbes in einem schiefen Winkel β schneiden. Bei der Vermauerung liegen die Steine mit ihren rhombischen Seitenflächen $a d e f$ und $b c g h$, die dem Gewölbewinkel α entsprechend zueinander geneigt sind, aneinander. Bild 2 zeigt einen Längsschnitt durch einen Drehrohröfen, wobei die linke Bildhälfte die Verbandbauweise zeigt, die dadurch entsteht, daß eine Steinreihe mit zur Ofenachse nach links und die daran

anschließende Steinreihe mit nach rechts geneigten Stirnflächen verlegt ist. Bei der in der rechten Bildhälfte gezeigten Ringbauweise liegen die Steine Ring für Ring in einer Richtung geneigt.

Kl. 18 a, Gr. 403, Nr. 734 222, vom 11. Februar 1940, ausgegeben am 10. April 1943. H. A. Brassert & Co. in Berlin-Charlottenburg. (Erfinder: Karl Weinle in Berlin-Charlottenburg.) *Aufhängevorrichtung für fahrbare Stichlochstopfmaschinen.*

Die Stichlochstopfmaschine a ist an einer Fahrbahn b aufgehängt, die eine solche Neigung zum Ofen hin hat, daß das Eigengewicht der Maschine die Verwendung der bisher er-



forderlichen, am Ofen angebrachten Spann- und Andrückvorrichtungen entbehrlich macht und die Maschine lediglich durch Nachlassen des von der Trommel c ablaufenden Zugseiles von der Hilfsbühne d zum Stichloch fährt.

Kl. 40 b, Gr. 16, Nr. 734 392, vom 1. Dezember 1933, ausgegeben am 15. April 1943. Zusatz zum Patent 633 300 [vgl. St. u. E. 46 (1936) S. 1370]. Fried. Krupp AG. in Essen. (Erfinder: Dr.-Ing. Hans Schrader in Essen.) *Werkstoffe für Schneid- und Arbeitswerkzeuge.*

Die Legierung des Hauptpatentes erhält zusätzlich 3 bis 5% Cr; ferner kann der Gehalt an Kohlenstoff auf 1% und der Gehalt an Wolfram auf 35% erhöht werden. Die Legierung wird zwecks Aushärtung von 800 bis höchstens 1000° abgeschreckt und auf 400 bis 700° angelassen.

Kl. 18 b, Gr. 10, Nr. 734 504, vom 28. August 1935, ausgegeben am 17. April 1943. Französische Priorität vom 27. Mai 1935. Société d'Electro-Chimie, d'Electro-Metallurgie et des Aciéries Electriques d'Ugine in Paris. *Verfahren zum Erschmelzen von Stählen, die nach der Erstarrung eine bestimmte gewünschte Korngröße aufweisen.*

Die fertige Stahlschmelze wird von der Schlacke befreit und eine dünnflüssige, eisenoxydularme Schlacke unter guter Durchmischung mit dem Stahlbade aufgegeben. Unmittelbar vor oder nach dem Schlackenwechsel erfolgt die Zugabe von mehr als 0,05% Silizium und/oder Mangan als Desoxydationsmittel. Schließlich werden zur Erzielung einer im voraus gewünschten Korngröße (Mac-Quaid-Korngröße) genau bestimmte Mengen Vanadin, Titan oder vor allem Aluminium zugegeben, wobei die erzielte Korngröße mit der Menge der Zugabe abnimmt.

Kl. 18 d, Gr. 200, Nr. 734 547, vom 10. Juni 1936, ausgegeben am 24. April 1943. Kohle- und Eisenerforschung G. m. b. H. in Düsseldorf. (Erfinder: Dr. Franz Eisenstecken in Dortmund.) *Verwendung von Chrom-Kupfer-Stahl zur Herstellung von Oeltanks und Oelrohren.*

Die durch anaerobe Bakterien verursachte Korrosion an Oeltanks oder Oelrohren wird durch Verwendung eines Stahles oder Gußeisens mit 0,2 bis 0,8% Cr und 0,2 bis 1% Cu stark unterbunden.

Kl. 18 c, Gr. 800, Nr. 734 839, vom 23. Mai 1941, ausgegeben am 29. April 1943. Zusatz zum Patent 731 409 (vgl. St. u. E. 1943, S. 524). Fried. Krupp AG. in Essen. (Erfinder: Dr. phil. Hermann Fahlenbrach in Essen-Steele und Dr. phil. nat. Heinz Schlechtweg in Essen.) *Verfahren zur Erzielung einer konstanten Permeabilität im Bereich kleiner Felder bei Eisen-Chrom-Legierungen und deren Verwendung.*

Zur Erzielung einer gleichbleibenden Permeabilität im Bereich kleiner Felder wird die im Hauptpatent beschriebene Legierung bei 500 bis 300°, vorzugsweise in Schutzgas geglüht und nach der Glühung an Luft rasch abgekühlt.

Kl. 40 b, Gr. 14, Nr. 734 854, vom 1. April 1934, ausgegeben am 29. April 1943. Heraeus-Vacuum-Schmelze AG. in Hanau. *Verwendung von Chrom-Eisen- und Chrom-Nickel-Legierungen für Heizleiter.*

Die Hitzebeständigkeit von Legierungen, z. B. für Heizelemente, auf der Grundlage Chrom-Eisen, Chrom-Nickel oder Chrom-Eisen-Aluminium, gegebenenfalls mit Gehalten an Molybdän, Wolfram, Kobalt, wird durch Zusatz von sel-

¹⁷⁴⁾ Gas- u. Wasserfach 85 (1942) S. 468/74.

¹⁷⁵⁾ Oel u. Kohle 37 (1941) S. 827/39.

¹⁷⁶⁾ Feuerungstechn. 27 (1939) S. 329/37.

¹⁷⁷⁾ Chem. Fabrik 12 (1939) S. 163/66.

¹⁷⁸⁾ Gas- u. Wasserfach 85 (1942) S. 375/81.

tenen Erdmetallen, besonders Cer in Höhe von 0,02 bis 1,2 % verbessert. Der Zusatz von Cer erfolgt zweckmäßig als Cer-Mischmetall zur Schmelze.

Kl. 48 d, Gr. 4⁰¹, Nr. 734859, vom 11. April 1940, ausgegeben am 29. April 1943. Dr. Herbert Luckmann in Göttingen. (Erfinder: Dr. Herbert Luckmann in Göttingen.) *Verfahren zur Erzeugung von Schichten auf Eisen und Eisenlegierungen.*

Schutzschichten auf Eisen und Eisenlegierungen, die durch Eintauchen in wäßrige, 0,3- bis 3%ige Oxalsäurelösung, gegebenenfalls in Gegenwart von Beschleunigern, erzielt werden, erhalten größere Dicke, bessere Haftfestigkeit und gröberes Gefüge, wenn der Lösung Netzmittel zugesetzt werden, z. B. 0,02 % isopropyl-naphthalinsulfonsaures Natrium (Nekal) oder 0,01 % Natriumsalz des Kondensationsproduktes von Isäthionsäure mit Oelsäure (Ipegon A).

Kl. 18 c, Gr. 3²⁵, Nr. 734902, vom 1. März 1940, ausgegeben am 30. April 1943. Junkers Flugzeug- und Motorenwerke AG. in Dessau. (Erfinder: Dipl.-Ing. Ernst Rossow in Dessau.) *Verfahren zur Beseitigung oder Vermeidung der Anlaßsprödigkeit nitrierter Werkstücke aus molybdänfreiem Stahl.*

Molybdänfreie Stähle verlieren durch langdauernde Erwärmung bei 500 bis 550 °, wie sie für eine Nitrierbehandlung erforderlich ist, ihre Kerbzähigkeit und werden spröde. Zur Vermeidung dieser Anlaßsprödigkeit werden die Stähle nach dem Nitriervorgang auf eine über der Nitriertemperatur, jedoch unter dem Umwandlungspunkt liegende Temperatur, vorzugsweise auf 580 bis 650 ° erwärmt und anschließend rasch abgekühlt.

Buchbesprechungen

Schimpke, Paul, Prof. Dr.-Ing., Direktor der Staatl. Akademie für Technik, Chemnitz, und Ober-Ing. Hans A. Horn, Direktor der Schweißtechnischen Lehr- und Versuchsanstalt Berlin: **Praktisches Handbuch der gesamten Schweißtechnik.**

3., neubearb. und verm. Aufl. Berlin: Springer-Verlag. 8°. Bd. 2: Elektrische Schweißtechnik. Mit 401 Textabb. u. 30 Tab. 1943. (VII, 314 S.) 14 RM.

Die vorliegende 3. Auflage des zweiten Bandes dieses viel benutzten Handbuches trägt durch Umarbeitung und Erweiterung auf 314 Seiten Umfang den seit dem Erscheinen der beiden ersten Auflagen¹⁾ erfolgten Neu- und Weiterentwicklungen auf dem Gebiete des elektrischen Schweißens Rechnung. Ueber neue Verfahren, wie das Ellira-, das Elin-Hafergut, das Weibel- oder Fesa- und das Kaell-Verfahren, wird, wenn auch kurz, ebenso berichtet wie über Weiterentwicklungen bei den älteren Verfahren und den dabei gegebenenfalls verwendeten Zusatzwerkstoffen, vor allem für die automatische Schweißung. Die Ausführungen des Buches über die Grundlagen, die Einrichtungen und die anzuwendende Technik bei den verschiedenen elektrischen Schweißverfahren wie auch über die wichtigsten Anwendungsgebiete sind in ihrer knappen und klaren Darstellungsform wieder besonders ansprechend.

Erweiterungen haben die Abschnitte über Schweißspannungen, die Konstruktion und Berechnung geschweißter Bauteile und die Güte der Schweißnaht und ihre Prüfung erfahren. Nicht ganz einverstanden ist der Besprecher mit verschiedenen Ausführungen über die Schweißbarkeit unlegierter und legierter Sonderstähle, von denen einige herausgegriffen werden sollen. Die Richtigkeit der Angabe, daß ein unlegierter Stahl St 70.11 leichter schweißbar sei als ein Stahl St 60.11, muß bei Annahme gleicher Herstellungsweise dieser Stähle bestritten werden, und sie deckt sich auch nicht mit den praktischen Erfahrungen. Die Praxis lehrt weiter, daß Stähle mit Siliziumgehalten über 1,5 % nicht als „nicht schweißbar“ anzusehen sind, sondern bei Verwendung geeigneter Zusatzwerkstoffe u. U. sehr wohl geschweißt werden können. Niedriggekohte Manganstähle werden nicht ausschließlich autogen geschweißt, sondern in sehr erheblichem Umfang auch elektrisch, wobei aber die Verwendung von Sonderelektroden Voraussetzung ist. Die Angabe auf S. 222, daß bei perlitischen Stählen der Perlit beim Abschrecken in Martensit übergehe, ist wohl nur als ein Satzfehler anzusehen. Bei der Wichtigkeit, die der Schweißarbeit verschieden zusammengesetzter Stähle für den Ausfall der Schweißarbeit zukommt, wäre es zu empfehlen, hierüber doch etwas eingehender zu berichten, wie auch die

Aufzählung wichtiger Normen und Vorschriften in dem Buch etwas zu kurz gekommen ist.

Das Buch gehört in die Hand jedes Schweißfachmannes, und die gemachten Hinweise auf Verbesserungsmöglichkeiten können seinen Wert in keiner Weise beeinträchtigen.

Karl Ludwig Zeyen.

Josch, Karl: Gußeisen als Baustoff.

Mit 33 Abb. Stuttgart: Franckh'sche Verlagshandlung (1943). (79 S.) 8°. 3,60 RM.

Die vorliegende Schrift hat nach dem Vorwort des Verfassers die Aufgabe, dem durch die erfolgreiche Entwicklung anderer metallischer Werkstoffe und unzulängliche Unter- richtung über den gegenwärtigen Stand etwas in Mißachtung geratenen Werkstoff Gußeisen auf Grund der in den letzten Jahrzehnten erreichten Erkenntnisse und Gütesteigerungen die ihm mit Recht gebührende Stellung zuzuweisen. Es wird dabei deutlich abgerückt von den Gußwarenerzeugern, die von dem Hauch des Fortschrittes nicht berührt wurden.

Unter Verzicht auf alle nicht zur Kenntnis des neuzeitlichen Baustoffes Gußeisen erforderlichen Angaben, wie Herstellungsverfahren, Einrichtungen, Hilfsstoffe usw., bringt der Verfasser eine umfassende Darstellung der Möglichkeiten beim Erschmelzen, Vergießen und durch Nachbehandlung sowie der damit erzielten Eigenschaften. Durch diese Einschränkung war es möglich, auf nur 70 Druckseiten das gesamte Gebiet zu umfassen, einschließlich der metallurgischen Grundlagen. Wenn durch die zahlreichen Schrifttumsnachweise auch die darin enthaltenen, nicht in Erfüllung gegangenen Erwartungen mit aufgenommen sind, so tut dies keinerlei Abbruch, weil sie zur Kenntnis des Entwicklungsvorganges erforderlich sind. Es wäre jedoch erwünscht, in einer neuen Auflage beizufügen, inwieweit Versuche und Vorschläge zu einer praktischen Anwendung geführt haben.

Wie schnell die Entwicklung vor sich geht, ergibt sich aus der inzwischen bekanntgegebenen Neufassung des grundlegenden Normblattes für Gußeisen DIN 1691, deren Vorbereitung der Verfasser bei Abschluß der Handschrift im Oktober 1942 leider nur andeuten konnte.

Das Erscheinen des handlichen, für den gedachten Zweck von jedem nicht benötigten Beiwerk befreiten, mit voller Beherrschung des Stoffes geschriebenen Werkes ist um so mehr zu begrüßen, als es zu einer Zeit größten Werkstoffbedarfs und weitgehender Umstellnotwendigkeit zur Verfügung gestellt wird. Eine ausgedehnte Verbreitung wäre besonders in Verbraucherkreisen erwünscht, um einestils mit überholten Anschauungen aufzuräumen, besonders aber um die erzielten Fortschritte in der Gütesteigerung des Gußeisens und die damit gegebenen Möglichkeiten nutzbar zu machen.

Karl Pardun.

Schönleben, Eduard: **Fritz Todt. Der Mensch, der Ingenieur, der Nationalsozialist. Ein Bericht über Leben und Werk.**

Mit zahlreichen Bildern. Oldenburg: Gerhard Stalling. 1943. (116 S.) 4°. Geb. 5,60 RM.

Zum zweiundfünfzigsten Geburtstag von Fritz Todt, am 4. September 1943, legte der Verfasser dieses Buch vor, das dem Menschen, dem Ingenieur, dem Nationalsozialisten Fritz Todt gerecht werden soll; er nennt es selbst: „Ein Bericht über Leben und Werk“. Mit tiefer Ergriffenheit wird jeder, der dem zu früh Vollendeten je im Leben nähergekommen ist, diese Darstellung lesen, die ihm noch einmal klar vor Augen führt, welchen unersetzlichen Verlust Deutschland durch den Heimgang von Fritz Todt erlitten hat.

Wundervolle Bilder ergänzen das Werk, das die überragende Persönlichkeit heraustreten läßt durch ihr Streben, ihr Wirken und ihre Taten, im großen wie im kleinen.

Mit tiefem Dank legt man das Buch aus der Hand, das nur von einem Manne geschrieben und zusammengestellt werden konnte, der wie der Verfasser im Leben und Schaffen unserem Fritz Todt sehr nahegestanden hat.

Wirtschaftliche Rundschau

Bezirksgruppe Moselland

der „Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie“

Im Zuge der Anpassung an die bestehenden gebietlichen Einteilungen hat der Leiter der Reichsvereinigung Eisen, Kommerzienrat Dr. Hermann Röchling, in seiner Eigenschaft als Leiter der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie mit 1. Oktober 1943 die „Bezirksgruppe Moselland der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie“ ins Leben gerufen. In ihr sind

¹⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 47 (1927) S. 246. und 55 (1935) S. 899.

sämtliche Eisenhüttenwerke des Gaus Moselland zusammengefaßt, angefangen von den auf dem Minetteerz liegenden Hüttenwerken Luxemburgs im Westen bis zu den bei ihren Siegerländer Erzen gelegenen Hütten im Osten. Sie gehörten bisher zum Teil der Bezirksgruppe Luxemburg, zum Teil der Bezirksgruppe Nordwest der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie an.

Diese neue Bezirksgruppe der Eisen schaffenden Industrie besteht aus den bezirklichen Untergruppen Luxemburg und Westerwald.

Zum Leiter der Bezirksgruppe Moselland wurde Hüttenbesitzer Hans Hahl (Rodingen, Moselland) berufen. Die Leitung der Gruppe Luxemburg behält Generaldirektor Dr.-Ing. E. h. Al. Meyer (Arbed, Luxemburg). Die Leitung der neugebildeten Untergruppe Westerwald wurde Hüttendirektor Neizert (Rasselstein, Neuwied) übertragen. Geschäftsführer der Bezirksgruppe Moselland und der bezirklichen Untergruppen Luxemburg und Westerwald ist Dr. H. Enmendorfer.

Errichtung des Schmiedestahl-Verbandes, G. m. b. H., in Essen

Im Rahmen der Organisationsvereinfachung, die im Kartellbereich der Eisen schaffenden Industrie durch die Errichtung der Eisen- und Stahlwerksgemeinschaft in der Reichsvereinigung Eisen mit ihren Gruppenverbänden an Stelle des früheren Stahlwerksverbandes mit seinen Verkaufsverbänden durchgeführt wurde, ist nunmehr auch eine Zusammenfassung und Vereinfachung bei den Sonderverbänden in Essen erfolgt, die Schmiedestahlerzeugnisse erfassen. Die Deutsche Stahlgemeinschaft G. m. b. H., Essen, ist in Liquidation getreten und ihr bisheriger Geschäftsführer Dr. Heinrich Niebuhr, Essen, zum Abwickler bestellt worden. Die Rechtsnachfolgerin der Stahlgemeinschaft wurde

der neu errichtete Schmiedestahl-Verband, G. m. b. H., Essen. In den neuen Schmiedestahl-Verband wurden die Deutsche Stahlgemeinschaft, die jetzt die Abteilung rollendes Eisenbahnzeug darstellt, und die Schmiedestückvereinerung, aus der die Abteilung Schmiedestücke gebildet wurde, zusammengefaßt. Geschäftsführer des Schmiedestahl-Verbandes bleiben die bisherigen Geschäftsführer der beiden zusammengeschlossenen Verbände, Dr. Heinrich Niebuhr und Direktor Gustav W. Muthmann, beide in Essen.

Die Eisenerzförderung der Wabana-Gruben

Die Förderung von Eisenerzen auf den Wabana-Gruben in Bell Island betrug 1942 1 200 000 t gegen 950 000 t im Vorjahr. Die Ausfuhr wird mit 980 000 t (1941: 1 235 000 t) angegeben.

Die Rohstahlerzeugung der Vereinigten Staaten von Amerika im ersten Halbjahr 1943

Die Rohstahlerzeugung der Vereinigten Staaten betrug im ersten Halbjahr 1943 40 345 000 t gegen 38 619 000 t in der entsprechenden Zeit des Vorjahres. Monatliche Ergebnisse liegen bis April vor. Danach entwickelte sich die Rohstahlerzeugung wie folgt:

	1943	1942	1941
	(in 1000 t)		
Januar	6 735	6 464	6 285
Februar	6 192	5 916	5 659
März	6 958	6 707	6 470
insgesamt 1. Vierteljahr	19 885	19 087	18 414
April	6 690	6 461	6 130

Die Leistungsfähigkeit der Stahlwerke wurde im Januar mit 96,8 %, im Februar mit 98,5 %, im März mit 100,0 % und im April mit 99,3 % ausgenutzt.

Vereinsnachrichten

Eisenhütte Südost,

Bezirksverband des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NS.-Bund Deutscher Technik, Leoben

Samstag, den 30. Oktober 1943, 17 Uhr, findet im Hörsaal I der Montanistischen Hochschule zu Leoben ein

Vortragsabend

statt, bei dem Dr. Richard Kieffer, Metallwerk Plansee, Reutte, über Vergleich der Eigenschaften von gesinterten und geschmolzenen Metallen und Metallegierungen sprechen wird. Anschließend wird ein Schmaltonfilm „Titanit“ vorgeführt.

Am gleichen Tage findet im Eisenhütten-Institut der Montanistischen Hochschule um 14.30 Uhr eine Sitzung des Fachausschusses für Siemens-Martin-Stahlöfen der Eisenhütte Südost statt, zu der die beteiligten Herren gesondert eingeladen worden sind.

Ab 19 Uhr zwanglose kameradschaftliche Zusammenkunft im Grandhotel in Leoben.

Aenderungen in der Mitgliederliste:

<i>Bauer, Richard</i> , Dipl.-Ing., Oberingenieur, Hattingen (Ruhr); Wohnung: Kasino	27 015
<i>Billigmann, Peter</i> , Direktor, stellv. Vorstandsmitglied, Wetter (Ruhr); Wohnung: Kaiserstraße 11	21 008
<i>Bock, Ernst</i> , Dipl.-Ing., Betriebschef, Peine; Wohnung: Gerhardstraße 7	30 011
<i>Broel, Wilhelm</i> , Dipl.-Ing., Betriebsdirektor i. R., Bischhagen über Heiligenstadt (Eichsfeld)	04 008
<i>Bruhn, Harald</i> , Dr.-Ing., Betriebsleiter, Mülheim (Ruhr); Wohnung: Bismarckstraße 43	35 071
<i>Budde, Carl</i> , Direktor, Brackwede (Westf.), Postfach	78/79;
Wohnung: Bahnhofstraße 29	09 011
<i>Bundt, Hugo</i> , Ingenieur, Koblenz-Ehrenbreitstein, Mühlental 23	37 060
<i>Eiberle, Kurt</i> , Dipl.-Ing., Betriebsdirektor, Rombach (Westmark); Wohnung: Hüttenstraße 17	34 049
<i>Engel, Friedrich Wilhelm</i> , Direktor, stellv. Vorstandsmitglied, Dortmund; Wohnung: Wiesnerstraße 4	38 341
<i>Frenz, Gustav</i> , Dr.-Ing. E. h., Betriebsführer und Vorstandsmitglied, Kattowitz (Oberschles.), Ludendorffstraße 3; Wohnung: Gleiwitz, Hotel Haus Oberschlesien	18 029
<i>Gisner, Heinrich</i> , Hüttenleiter, Meerer Busch (Post Bude- rich bei Düsseldorf), Ahornstraße 1	28 053

Contermann, Walter, Dr. phil., Siegen, Adolf-Hitler-Str. 80
08 028

Grobweischede, Julius, Betriebsdirektor a. D., Schwetzingen, Markgrafenstraße 19

Hattingen, Heinrich, Direktor, Vorstandsmitglied, Düsseldorf-Oberkassel, Luegallee 7

Heimann-Kreuser, Karl, Direktor, Köln, Werderstraße 9; Wohnung: Köln-Braunsfeld, Voigtelstraße 11

Hilgenstock, Fritz, Dipl.-Ing., Betriebsleiter, Trzynietz (Oberschles.); Wohnung: Werkstraße 335

Hoffmann, Adolf, Ingenieur, ABmannshausen, Rhein-Hotel

Hübschen, Ludwig, Direktor und stellv. Vorstandsmitglied; Wohnung: Homburg (Saar), Bismarckstraße 24

Keppeler, Otto, Dipl.-Ing., Prokurist, Essen; Wohnung: Essen-Hügel, Auf dem Hügel (Gästehaus)

Klose, Wolfgang, Dipl.-Ing., Saarbrücken 3, Rotenbergstr. 10

Kopaja, Ludwig, Oberdirektor, Prag II, Beethovenstraße 55

Lamarche, Walter, Dr.-Ing., Düsseldorf-Oberkassel; Wohnung: Weddigenstraße 89

Loewe, Ernst, Betriebsführer, Altleiningen (bei Grünstadt) Nr. 118; Wohnung: Nr. 137

Lurk, Fritz, Baden-Baden, Kreuzstraße 6; Wohnung: Am Paradies 6

Palme, Franz, Betriebsdirektor a. D., Wickrath (Niers), Bismarckstraße 15

Peter, Fritz, Dr. techn., Dipl.-Ing., Wartberg (Mürztal)

Neue Mitglieder:

Burghard, Rolf O., Direktor, Essen, Kruppstraße 10; Wohnung: Düsseldorf-Oberkassel, Rheinallee 157

Knöpper, Florenz, Prüf-Ingenieur, Bochum; Wohnung: Clemensstraße 21

Köhn, Otto, Dipl.-Kfm., Hayingen (Westm.); Wohnung: Spitalstraße 32

Mann, Rudolf Arthur, Ing., Resita (Rumänien), Str. Cloșca 27

Martin, Eduard, Gerichtsassessor a. D., Prokurist, Düsseldorf 1; Wohnung: Düsseldorf 10, Hallbergstraße 2

Nouak, Horst, stud. rer. met., Breslau-Guentherbrücke über Breslau 1, Rigaer Straße 129—131

Pârau, Nicolae, Ing., Betriebsingenieur, Resita (Banat/Rumänien); Wohnung: Str. General Dragalina 67