

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 23

10. Juni 1943

63. Jahrgang

	Seite		Seite
Betriebliche Maßnahmen beim Sintern von Eisenerzen. Von Karl Kintzinger in Gelsenkirchen	453	Umschau	463
Elektro-Lufthammer und mit Dampf oder Prebluft betriebener Hammer unter besonderer Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit. Von Franz Knorr in Leverkusen-Schlebusch (Schluß)	456	Feuerfeste Zustellung für Lichtbogenöfen. — Leistungssteigerung in Walzwerken durch Betriebs- und Leistungsüberwachung. — Einige Ergebnisse der englischen Drahtseilforschung.	
		Wirtschaftliche Rundschau	467
		Vereinsnachrichten	467

Betriebliche Maßnahmen beim Sintern von Eisenerzen.

Von Karl Kintzinger in Gelsenkirchen.

[Bericht Nr. 215 des Hochofenausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.*.]

(Laboratoriumsversuche zur Steigerung der Sinterleistung durch Erhöhen des Unterdrucks und durch Kalkzusatz zur Erzmischung. Bestätigung der Ergebnisse durch Großversuche. Vorteile der Verhüttung von kalkhaltigem Sinter im Hochofen.)

Vor etwa zehn Jahren gab es verhältnismäßig wenig Sinteranlagen; es waren nach heutigen Begriffen meistens kleine Einheiten. Verfügbar zum Sintern waren viele Abbrände, schwedische und andere Konzentrate, weiter manche gutartigen Feinerze, so daß die Möglichkeit guter Erzmischungen und somit annehmbare Leistungen der Sinteranlagen gegeben waren.

Mit der Aufgabe der Verhüttung der eisenarmen deutschen Erze, die zum großen Teil mulmig sind, ist die Frage der Aufbereitung und Sinterung dieser Erze aufgetaucht. Die Ergebnisse auf den Sinterbändern waren nicht befriedigend, die Leistung je m² Saugfläche und 24 h lag um 18 t. Infolgedessen herrschte bei den Sinterfachleuten die Anschauung, daß die Leistung einer Sinteranlage zwangsläufig durch die Art und Beschaffenheit der zu sinternden Erze gegeben sei.

Zahlentafel 1. Leistung von Sinterbändern je m² Saugfläche und 24 h.

Werk	Leistung je m ² Saugfläche und 24 h
A	17 bis 20 t je nach Erzmischung
B	18 bis 20 t je nach Erzmischung
C	12 bis 20 t je nach Erzmischung
D	18 t
E	26,7 t im Jahresdurchschnitt 1938
	28,2 t im Jahresdurchschnitt 1939
	25,4 t im Jahresdurchschnitt 1940
F	24 bis 27,5 t je nach Erzmischung

Bei den Sinteranlagen, die mit Kalksplitt als Decklage arbeiten, ist die Bandleistung ohne Decklage angegeben.

Zahlentafel 1 gibt die Leistung der Sinterbänder eines großen deutschen Konzerns je m² Saugfläche und 24 h wieder. Die Werke A, B und C verarbeiten größtenteils Erzmischungen mit eisenarmen deutschen Feinerzen; die Werke E und F sind ältere Anlagen, die Stahleisensinter mit seit langen Jahren eingefahrenen Erzmischungen ohne eisenarme deutsche Feinerze herstellen.

Aber die Werke E und F haben außerdem jedes eine Besonderheit. Das Werk E sumpft die Feinerze, besonders die

*) Vorgetragen in der 50. Sitzung des Hochofenausschusses am 21. August 1942. — Sonderabdrucke sind zu beziehen vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664.

Abbrände, mischt sie, wenn notwendig, zur gleichmäßigen Durchnässung mittels Greifer und erreicht dadurch eine gute Krümelung der Feinerze. Zur Verarbeitung wird die auf 10 t abgewogene Erzmischung einschließlich Brennstoff, der in der kleinen Größenordnung von 10 zu 10 kg zugeteilt werden kann, in einem Rapsmischer 10 min lang durchgemischt und kommt dann in den Aufgabebunker. Auf diese Weise wird Nässe- und Brennstoffgehalt der Mischung genauestens eingehalten und das Ganze tadellos durchmischt.

Das Werk F arbeitet mit zwei Gebläsen an einem in zwei Hälften unterteilten Band und hat so die doppelte Luftmenge je m² Saugfläche gegenüber den anderen Anlagen.

Die übrigen Werke wiegen die einzelnen Feinerze und den Brennstoff nicht ab, sondern teilen sie mit Drehteller und Abstreifer zu. Die Durchmischung und Wasserzugabe geschieht in einer kurzen Mischtrommel, der meistens ein Knollenbrecher vorgeschaltet ist. Wegen der höheren Kosten ist die Anlage wie Werk E nur einmal ausgeführt worden; das Arbeiten mit mehreren Gebläsen am unterteilten Band hat bislang wenig Verbreitung gefunden.

Bei der Betrachtung aller dieser Verhältnisse ergab sich gebieterisch die Forderung, das Gebiet der Sinterung erneut anzupacken und Mittel und Wege ausfindig zu machen, um die großen Leistungsunterschiede der einzelnen Anlagen zu beseitigen oder wenigstens stark zu mildern. Zu diesem Zweck wurden gemeinsam mit der Lurgi, Gesellschaft für Chemie und Hüttenwesen in Frankfurt, die ihre Versuchsanstalt zur Verfügung stellte und auch die benötigten Erweiterungen der Versuchseinrichtungen vornahm, dahingehende Laboratoriumsversuche unternommen.

Die gemeinsamen Laboratoriumsversuche auf der Sinterpfanne hatten sich zunächst auf die Erhöhung des Saugzugs erstreckt, und zwar wurde mit einem Unterdruck von 600 bis 1600 mm WS gearbeitet. Das Ergebnis war ein verschiedenes Verhalten der einzelnen Feinerze und Erzmischungen, wobei nicht so sehr die Körnung als besonders das metallurgische Verhalten ausschlaggebend war. Bei den Salzgitter-Erzen z. B. ergab sich praktisch keine Leistungssteigerung durch erhöhten Unterdruck, andere Erzmischungen dagegen, die auch während des Brennens

locker und porig blieben, wiesen starke Leistungssteigerungen auf. Bei diesen Tastversuchen ergab sich so je nach Beschaffenheit der Erzmischungen ein regelloses Bild. Aber eins wurde hierbei festgestellt: Als Grenze der Saugzugerhöhung konnte 1200 mm WS angesehen werden, darüber hinaus war keine wesentliche Leistungssteigerung mehr festzustellen.

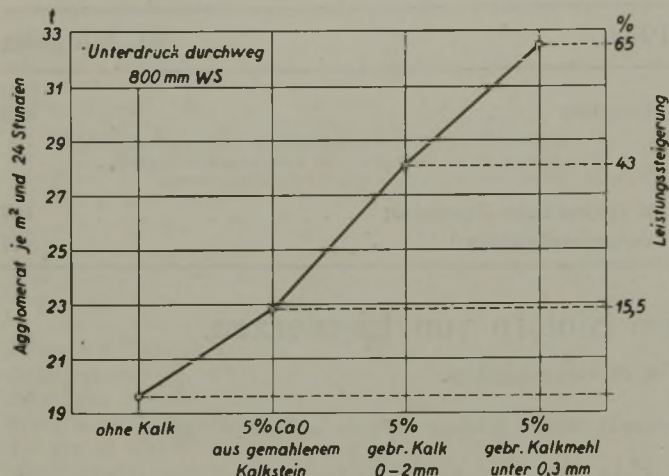


Bild 1.

Einfluß verschiedener Kalke auf die Sinterleistung.

Während diese Versuche liefen, wurde der Gedanke der Kalkzugabe beim Sintern erwogen und dann auch durchgeführt. Bild 1 gibt die Versuchsergebnisse mit Kalkzusatz bei einer Erzmischung wieder, die zu 20% aus Schweden-Konzentrat, 30% aus Gichtstaub und 50% aus deutschen Feinerzen bestand, wozu ein Rückgutzusatz von 20% kam. Bei den Versuchen wurde der Unterdruck unverändert auf 800 mm WS gehalten. Eine jeweils gleiche Gewichtsmenge von 5% CaO aus gemahlenem Kalkstein oder gebranntem Kalk von 0 bis 2 mm oder gebranntem Kalkmehl unter 0,3 mm wurden der Erzmischung zugesetzt. Auf der Abszisse ist die Erzmischung ohne und mit den verschiedenen Zuschlägen eingetragen, auf der Ordinate links die auf Grund der Versuche errechneten Tonnen Sinter je m² Saugfläche und 24 h, rechts die Leistungssteigerung in Hundertteilen. Während die Grundmischung eine Leistung von 19,7 t Sinter je m² Saugfläche und 24 h ergab, stieg sie bei Zusatz von 5% CaO aus gemahlenem Kalkstein auf 22,9 t, entsprechend 15,5% Leistungssteigerung, bei 5% CaO als gebrannter Kalk mit einer Körnung von 0 bis 2 mm auf 28,1 t oder 43% Mehrleistung und schließlich bei Zusatz von 5% CaO in gebranntem Kalkmehl unter 0,3 mm auf 32,5 t oder 65% höhere Leistung.

Ein weiterer Versuch mit einer Grundmischung aus

- 25 % Gällivare B,
- 20 % Gichtstaub,
- 15 % Pegnitz-Erz,
- 40 % Fortuna-Konzentrat

bei einem Rückgutzusatz von 20% ohne und mit Zusatz von 6% gebranntem Kalkmehl und mit Saugzugerhöhung brachte die in Bild 2 zusammengestellten Ergebnisse. Gearbeitet wurde mit einem Gebläse von 600, 900 und 1200 mm WS Unterdruck und sehr großer Luftmenge je m² Saugfläche. Auf der Abszisse sind die mittleren Unterdrücke in mm WS eingetragen, auf der Ordinate links die auf Grund des Versuchs errechneten Tonnen Sinter je m² Saugfläche und 24 h, rechts die Leistungssteigerung in Hundertteilen. Die untere Kurve zeigt die Leistungssteigerung durch eine Saugzugerhöhung, die mit dem Gebläse von 1200 mm WS bis 30% ansteigt, die obere Kurve die Leistungssteigerung bei gleich-

zeitiger Saugzugerhöhung und Zusatz von Kalkmehl, wobei sich mit einem Gebläse von 1200 mm WS bei einer Leistung von 40 t je m² Saugfläche und 24 h eine Leistungssteigerung von 103,8% ergibt.

Auf Grund dieser Ergebnisse haben die oben genannten einzelnen Sinteranlagen Großversuche kleineren und größeren Ausmaßes mit Kalkzusatz auf ihren Bändern durchgeführt. Hierbei konnte selbstverständlich nur mit den vorhandenen Gebläsen gearbeitet werden, die einen verhältnismäßig schwachen Unterdruck und eine geringe Luftmenge je m² Saugfläche haben. Die Werke A, B und C (Zahlentafel 1) — also die Sinteranlagen, die deutsche Feinerze verarbeiten und eine geringe Leistung je m² Saugfläche und 24 h haben — erreichten bei 6 bis 7% Kalkzusatz Leistungssteigerungen von 36%. Um nun die Leistungsfähigkeit des Bandes auch mit größerer Luftmenge je m² Saugfläche zu untersuchen — wenn auch hierbei nicht einmal annähernd die Luftmengenverhältnisse der Kleinversuche erreicht werden konnten — machte Werk B Kurzversuche dahingehend, daß auf dem Band nur gesintert und heiß abgeworfen wurde unter Verzicht der Kühlung des Sinters auf dem Band. Auf diese Weise wurden Leistungssteigerungen von 50% und mehr erzielt, ein Zeichen, daß auch auf den Betriebsbändern mit leistungsfähigeren Gebläsen größere Leistungssteigerungen erzielbar sind. Das gleiche Werk machte auch Versuche mit Branntkalk verschiedener Körnung, und zwar mit Düngekalk, der eine Körnung von 0 bis 3 mm hatte, und Baukalk mit einer Körnung unter 0,3 mm. Im Gegensatz zu den Kleinversuchen auf der Sinterpfanne waren bei den Großversuchen auf dem Sinterband mit feinst gemahlenem Baukalk keine höheren Leistungen zu erzielen als bei dem größeren Düngekalk. Da sich der Preis des gemahlenen Kalkes nach dem

Feinheitsgrad richtet, ist diese Feststellung sehr wichtig. Ob mit noch gröber gemahlenem Kalk gearbeitet werden kann, müssen weitere Versuche ergeben. Entgegen allen diesen Versuchsergebnissen bei der Sinterung unter Zusatz von Branntkalk stehen die Versuche bei Werk E. Diese ergaben ein ganz regelloses Bild. Leistungssteigerungen von 10 und 19% in einzelnen Versuchsabschnitten standen Minderleistungen bis zu 8% in anderen Versuchsabschnitten gegenüber.

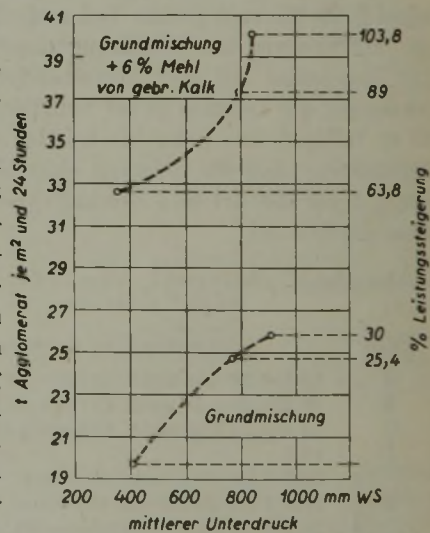


Bild 2. Unterdruck und Sinterleistung.

Der kalkhaltige Sinter ist von guter mechanischer Beschaffenheit. Der von einigen Werken beobachtete größere Anfall an Rückgut ist nicht von Bedeutung, da das Rückgut im Kreislauf immer wieder zur Sinterung auf das Band zurückgeht. Ein scharfes Sintern zur Erzielung bester mechanischer Beschaffenheit ist bei dem kalkhaltigen Sinter nur mit Vorteilen verbunden, da die sich bildenden Kalziumsilikate und Eisenkalziumsilikate und -aluminat eine für den Hochofen fertige dünnflüssige Schlacke darstellen. Bekanntlich sind die beim scharfen Sintern ohne Kalk ent-

stehenden Eisensilikate schwer reduzierbar und bedingen einen höheren Koksverbrauch. Ueber den Brennstoffverbrauch beim Sintern mit Kalkzusatz ergaben die bisherigen Versuche noch kein einheitliches Bild.

Bei der Besprechung aller dieser Versuche ist eine eindeutige Erklärung für die bei Werk E aufgetretene regellose wechselnde Wirkung des Kalkzusatzes vorläufig noch nicht gefunden worden. Jedoch aus dem Umstand, daß auch bei diesen Versuchen in gleicher Weise wie bei den Kleinversuchen in der Versuchsanstalt der Lurgi und bei den Großversuchen auf den Sinterbändern der anderen Werke sich der Unterdruck beim Sintern mit Kalkzusatz stark verringerte, ist zu folgern, daß auch bei Werk E die Erzmischung bei Kalkzusatz eine bessere Krümelbildung erfuhr und auch während des Sinterns lockerer und poriger blieb als beim Sintern ohne Kalkzusatz. Bestätigt wird dies auch aus den Temperaturmessungen des Forschungsinstituts, die ein bedeutend schnelleres Fortschreiten der Glühzone beim Sintern mit Kalkzusatz als ohne Kalkzusatz ergaben. Es ist möglich und wahrscheinlich, daß die geringe Gebläseleistung — geringer Unterdruck und kleine Luftmenge je m² Saugfläche — eine Erhöhung der an sich sehr guten Leistung des Werkes E nicht zuläßt. Um dies festzustellen, werden Kleinversuche auf einer Sinterpfanne durchgeführt, wobei die gleiche Möglichkeit beliebig großer Unterdruckhöhe und Luftmenge je m² Saugfläche gegeben sein wird wie bei den Kleinversuchen in der Versuchsanstalt der Lurgi.

Naturgemäß erhebt sich die Frage nach den Gründen der erhöhten Sinterleistungen bei dem geringen Kalkzusatz. Zunächst wirkt sich der Kalkzusatz günstig auf die physikalische Beschaffenheit der Erzmischung aus, da diese durch gute Krümelbildung eine Auflockerung erfährt. Dies wurde sowohl bei den Kleinversuchen in der Versuchsanstalt der Lurgi als auch durch planmäßige Krümelversuche eines Werkes nachgewiesen. Weiter geht der Kalk vollständig in Lösung — es ließ sich in keinem kalkhaltigen Sinter freier Kalk nachweisen — und bildet Verbindungen, die auch während des Sintervorganges die Erzmischung locker und porig erhalten. Ueber die mineralogischen Untersuchungen der Sinter zur Kennzeichnung der einzelnen Verbindungen hat F. Hartmann¹⁾ berichtet, hier sei nur auf diese Arbeit hingewiesen.

Auf Grund aller bis jetzt gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen aus dem Schrifttum und eigenen Arbeiten sind folgende Schlußfolgerungen gezogen worden:

Neben dem bedeutenden Einfluß der physikalischen Verhältnisse der Erzmischung sind Unterdruckhöhe und Luftmenge je m² Saugfläche von wesentlicher Wirkung auf die Leistung der Sinterbänder. Ferner ist die beim Sintervorgang sich bildende flüssige Schlacke durch die Höhe ihres Schmelzpunkts und den Grad ihrer Dünn- oder Zähflüssigkeit maßgebend für eine auch in der Sinterphase locker und porig bleibende Mischung und somit für die Leistung des Sinterbandes. Zur Erzielung von Höchstleistungen sind demnach die Feinerze nach diesen Grundsätzen zu möllern, gegebenenfalls unter Zugabe von Zuschlägen, z. B. Kalk. Gebrannter Feinkalk wirkt wesentlich auf die Krümelung der Mischung ein und begünstigt somit die Gasdurchlässigkeit der Mischung.

Zur völligen Klärung aller dieser Fragen werden in der bereits oben erwähnten Versuchs-Sinterpfanne planmäßige Versuchsreihen mit allen zur Verfügung stehenden Feinerzarten durchgeführt.

Man macht nun den Sinter nicht als Selbstzweck, sondern zur Verhüttung im Hochofen. Bei seinen Großver-

suchen der Sinterung mit Kalkzusatz hat daher Werk B während der Dauer eines Monats Verhüttungsversuche mit kalkhaltigem Sinter im Hochofen durchgeführt. Bei Gießereiroheisen wurde ein Möller mit 50% des Eisens aus kalkhaltigem Sinter gesetzt, der 42,24% Fe, 0,26% Mn, 0,436% P, 17,22% SiO₂, 13,00% CaO, 6,5% Al₂O₃, 2,07% MgO enthielt. Dabei ergaben sich wesentliche Merkmale und Ergebnisse einer solchen Möllerrführung. Nach kurzer Versuchszeit war der ganz gleichmäßige Ofengang auffallend und blieb es auch während des ganzen Verhüttungsversuchs. Im Lauf der Versuche wurde der Basengrad der Schlacke (CaO:SiO₂), die bei den sonstigen Möllern bei 1,4 bis 1,5 liegt, auf 1,3 bis 1,2 und schließlich auf 1,1 gesenkt, ohne daß der Schwefelgehalt im Gießereiroheisen anstieg. Somit ergibt sich die Möglichkeit, mit saurer Schlacke ein schwefelarmes Gießereiroheisen zu erblasen, welches nach dem Abstich nicht entschweifelt zu werden braucht. Als Folge aller dieser Vorgänge war eine Kokersparnis und eine entsprechende Erzeugungssteigerung zu verzeichnen. Im Versuchsmonat hatten die auf Gießereiroheisen gehenden Hochofen bei einem Einsatz von 29,03% des Eisens aus armen deutschen Eisenerzen praktisch den gleichen Koksverbrauch und die gleiche Tagesleistung wie in den Jahren 1935 bis 1937 mit den damals üblichen Auslandserzmöllern ohne Sinter.

Zahlentafel 2. Deckung des Eiseninhalts im Gießereiroheisen-Möller (in % Fe).

Erzsorten	1935/36	1936/37	1939/40	Sept. 41
Schwedenerze	31,44	33,72	20,34	28,57
Normandie- und Wabanaerze	16,11	19,22	1,94	3,81
Mittelmeer-Erze	25,75	16,11	3,02	—
Minette	16,03	14,91	4,89	—
Inlandserze	6,10	9,53	16,04	13,38
Schlacken und Abbrände	4,09	3,36	4,21	0,76
Drehofen-Agglomerat . .	—	2,63	5,48	—
Bandsinter	—	—	39,86	49,92
Schrott und Späne	0,48	0,52	4,22	3,56
	100,00	100,00	100,00	100,00

Zur Erläuterung dessen mögen die vorliegenden Tafeln dienen: Zahlentafel 2 gibt die Zusammensetzung des Möllers in den einzelnen Zeitabschnitten, ausgedrückt in % Fe, wieder. In den Jahren 1935/36 und 1936/37 bestanden die Gießereiroheisen-Möller zu rund einem Drittel des Eisens aus Kaptens-Erz, rund einem Drittel des Eisens aus Normandie-, Wabanaerz und Minette als Phosphorträgern, das letzte Drittel waren phosphorarme weiche Mittelmeererze, etwas Inlandserz, Schlacken und Abbrände. Im Kriegsjahr 1939/40 haben sich die Merkmale des Möllers vollständig geändert. 45% des Eisens im Möller stammen aus Drehrohrofensinter und hauptsächlich Bandsinter, die zum größten Teil aus eisenarmen deutschen Erzen und Gichtstaub hergestellt sind. Sie bilden mit den stückigen Inlandserzen, die 16% des Möllereisens ausmachen, die Phosphorträger, so daß Normandiererze und Minette in nur geringen Mengen gesetzt werden konnten. An Kaptens-Erz sind 20% des Eisens im Möller verblieben, der Rest bestand aus etwas Mittelmeererz, Schlacken, Abbränden und Schrott, um den Phosphorgehalt im Gießereiroheisen I herunterzudrücken.

Der Versuchsmöller im Monat September 1941 bestand, wie bereits früher erwähnt, zu rd. 50% des Eisens aus kalkhaltigem Bandsinter, der wie im Jahre 1939/40 zum größten Teil aus eisenarmen deutschen Erzen und Gichtstaub hergestellt wurde. Der Bandsinter war gleichfalls mit den stückigen Inlandserzen, die rd. 13% des Möllereisens ausmachten, der Phosphorträger. Das letzte Drittel des Möller-

¹⁾ Stahl u. Eisen 63 (1943) S. 393, 98 (Hochofenaussch. 214).

eisens bestand hauptsächlich aus Kaptens-Erz (rd. 28%), etwas Normandierz und Spänen. Der Schlackenanteil war Siemens-Martin-Schlacke als Manganträger.

Das in den einzelnen Zeitabschnitten erblasene Gießereiroheisen hatte die gleiche Durchschnittsanalyse, und zwar 2,9% Si, 0,55 bis 0,58% Mn, 0,75 bis 0,85% P und 0,020% S.

Zahlentafel 3. Vergleichszahlen für Gießereiroheisen.

	Erz-	Möller-	Schlacken- menge kg/t Roh- eisen	Basengrad der Schlacke CaO : SiO ₂	Koks- verbrauch kg/t Roheisen	Erzeugung t/24 h
	ausbringen %	ausbringen %				
1935/36	49,86	43,06	560	1,54	1095	415
1936/37	49,11	43,12	608	1,57	1100	391
1939/40	42,27	35,73	916	1,40	1227	350
Sept. 41	42,33	39,01	867	1,25	1110	403

Zahlentafel 3 gibt die Vergleichszahlen für das in den einzelnen Zeitabschnitten erblasene Gießereiroheisen wieder. In den Jahren 1935/36 und 1936/37 betrug das Erzausbringen annähernd 50%, das Möllerausbringen rd. 43%. Die Schlackenmenge je t Roheisen lag bei 600 kg, der Basengrad der Schlacke, ausgedrückt in dem Verhältnis CaO:SiO₂, bei 1,55. Der Koksverbrauch je t Gießereiroheisen betrug 1100 kg und die Roheisenerzeugung je 24 h und Ofen etwas über 400 t. Im Jahre 1939/40 sank das Erzausbringen auf 42,3%, das Möllerausbringen auf 35,7%. Die Schlackenmenge je t Roheisen stieg um ein Drittel auf 916 kg, der Basengrad der Schlacke ging auf 1,4 zurück, da bei der größeren Schlackenmenge mit längerer Schlacke gefahren werden konnte, ohne daß der Schwefelgehalt im Roheisen stieg. Der Koksverbrauch erhöhte sich auf 1227 kg und die Erzeugung je 24 h und Ofen sank entsprechend auf 350 t. Im Geschäftsjahr 1939/40 war der Anteil des Eisens im Möller aus armen deutschen Erzen 28,16%, also etwa in gleicher Höhe wie in dem Versuchsmonat September 1941, in dem der Anteil des Eisens im Möller aus armen Inlands-erzen 29,03% betrug. Im Versuchsmonat blieb das Erzausbringen wie im Jahre 1939/40 bei 42,3%, das Möllerausbringen betrug jedoch 39%, da ein wesentlicher Anteil des Kalksteins als Kalziumoxyd, also ohne Kohlensäure, im kalkhaltigen Sinter enthalten war, und weiter infolge Führens einer längeren Schlacke weniger Kalkstein gesetzt wurde. Aus diesem Grunde war auch die Schlackenmenge je t Roheisen mit 867 kg niedriger als im Jahre 1939/40, obgleich der Möller etwas mehr eisenarme deutsche Erze enthielt. Der Basengrad der Schlacke lag im Monatsdurchschnitt bei 1,25; schon oben war erwähnt worden, daß im Lauf des Verhüttungsversuchs eine immer längere Schlacke geführt wurde, indem der Basengrad von 1,4 über 1,3 bis 1,2 auf 1,1 gesenkt wurde. Der Koksverbrauch je t Roheisen betrug 1110 kg und war somit praktisch gleich dem Koksverbrauch in den Jahren 1935/36 und 1936/37 mit den damaligen Auslandserzmöllern. Die Erzeugung je 24 h und Ofen betrug 403 t und entsprach der Friedenserzeugung.

Gegenüber dem Kriegsjahr 1939/40 war der Koksverbrauch 10% niedriger, die Erzeugung 15% höher.

Die Gründe für die Vorteile von kalkhaltigem mehr oder weniger selbstgehendem Sinter im Möller sind einleuchtend. Man braucht nur zurückzudenken an die alten Hüttenleute, die den kalkhaltigen Roteisenstein Flußeisenstein nannten. Der selbstgehende Sinter mit seiner bereits fertigen Schlacke gibt die denkbar günstigsten Bedingungen zur Schlackenbildung, und zwar in gleicher Weise über den gesamten Ofenquerschnitt verteilt. Dies muß zu einem gleichmäßigen Ofengang innerhalb des ganzen Ofenumfangs führen. Ein gleichmäßiger Ofengang aber bewirkt stets eine Koksersparnis, einen verringerten Gichtstaubentfall und damit verbunden eine Erzeugungssteigerung.

Eine Brennstoffersparnis muß sich auch schon dadurch ergeben, daß keine Wärme für das Austreiben der Kohlensäure aus dem Kalkstein benötigt wird. Im Gegensatz zur Aufgabe von gebranntem Kalk ist bei selbstgehendem Sinter keinerlei Verschlämmung und Aufnahme von Kohlensäure an der Gicht zu befürchten, da kein freier Kalk im kalkhaltigen Sinter enthalten ist. Weiter sind an sich die Vorteile kalksteinarmer Möller bekannt und von P. Reichardt²⁾ klassisch nachgewiesen.

Zur Frage des Sinterns von Eisenerzen sei darauf hingewiesen, daß die Sinteranlagen eine Einrichtung sind, die nicht nur dazu dienen soll, Feinerze stückig zu machen, sondern darüber hinaus eine metallurgische Vorbereitung des Sinters vorzunehmen, um den Ofengang nicht nur physikalisch, sondern auch chemisch zu beeinflussen.

Der Sinter ist durch den Umstand, daß beim Sintern ein Erz mit praktisch beliebig gewünschter Zusammensetzung hergestellt werden kann, ein wesentliches Mittel zur Einflußnahme auf die Schlackenbildung in der Rast und im unteren Schacht und weiter zur Beseitigung von Störungspunkten im Wärmehaushalt des Hochofens gemäß der Stufenbilanz nach dem Vorschlag von Reichardt²⁾.

Zusammenfassung.

Nicht befriedigende Ergebnisse beim Betrieb von Sinteranlagen haben die Durchführung von Laboratoriums- und Großbetriebsuntersuchungen über die Möglichkeiten zur Verbesserung der Sinterleistung veranlaßt. Als Mittel zur Erreichung dieses Zieles haben sich die Erhöhung des Unterdrucks auf etwa 1200 mm WS und der Zusatz von gebranntem Feinkalk zur Erzmischung erwiesen. Die Aufgabe der Sinteranlage ist nicht nur das Stückigmachen von Feinerzen, sondern auch die metallurgische Vorbereitung des Möllers. Unter diesen Umständen bringt die Verhüttung von kalkhaltigem Sinter Vorteile im Hochofenbetrieb, die sich besonders in einem gleichmäßigen Ofengang, verringertem Koksverbrauch und höherer Ofenleistung auswirken.

²⁾ Arch. Eisenhüttenw. 1 (1927/28) S. 77/101 (Hochofenaussch. 83).

Elektro-Lufthammer und mit Dampf oder Preßluft betriebener Hammer unter besonderer Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit.

Von Franz Knorr in Leverkusen-Schlebusch.

[Bericht Nr. 174 des Walzwerksausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT. — Schluß zu S. 437.]

Der Dampfhammer (Lufthammer).

Seit der Erfindung des Dampfhammers in den Jahren 1839 bis 1841, also vor 100 Jahren, ist, wenn auch mit wechselndem Erfolg, so doch stetig, an seiner Bauart und an

der Verbesserung seiner Wirtschaftlichkeit gearbeitet worden. Von vielen Firmen wurde der Bau von Dampfhammern im Laufe der Zeit aufgenommen und auch nach Jahren wieder aufgegeben. So sind eine ganze Anzahl von Häm-

mern entstanden, die O. Fuchs⁴⁾ eingehend beschrieben hat, so daß sich ein Eingehen auf die einzelnen Merkmale im allgemeinen erübrigt.

Das Anwendungsgebiet des Dampfhammers ist so weit gespannt wie das Schmiedewesen überhaupt. Es hat sich aber gezeigt, daß in der Praxis doch noch viele Umstände von ausschlaggebender Bedeutung für die Wirtschaftlichkeit sind, die aus dem vorhandenen Schrifttum nicht hervorgehen.

Für selbsttätig arbeitende Hämmer bis 2000 kg Fallgewicht hat sich die einfache Schiebersteuerung nach wie vor behauptet, während für handgesteuerte Hämmer von 1000 kg Fallgewicht aufwärts Ventilsteuerungen vorgezogen werden. Dabei werden die selbsttätig gesteuerten Hämmer vorwiegend für Arbeiten mit größeren Schlagserien verwendet. Da die Lässigkeitsverluste beim Kolbenschieber größer als bei Ventilsteuerungen sind, ist dort, wo die zu bewältigende Arbeit es irgendwie ermöglicht, die Ventilsteuerung vorzuziehen.

Wie in der bereits erwähnten Veröffentlichung dargetan, stoßen die Feststellungen oder Messungen von genauen Dampfverbrauchszahlen für Schmiedehämmer auf große Schwierigkeiten. Die fünf Haupteinflüsse, welche diese Schwierigkeiten verursachen, sollen hier im Zusammenhang mit den noch folgenden Darlegungen noch einmal aufgeführt werden:

1. Die Größe der Dampffüllungen beim Schlagen wechselt mit der Schlagstärke.
2. Die Schlagserien für die einzelnen Schmiedestücke liegen unregelmäßig in der Zeit verteilt.
3. Der Einfluß des Rohrnetzes mit seinem Druckabfall und Wärmeverlust ist bedeutend und eine unangenehme Beigabe.
4. Die durch vorgeschrittenen Verschleiß auftretenden Lässigkeitsverluste beeinflussen den Verbrauch erheblich.
5. Die wechselnden Gesenkhöhen und die veränderliche Höhe des Schmiedestückes verändern den effektiven Hub des Bären und damit die schädlichen Räume.

Handelt es sich nun um Schmiedestücke, die sich in der Betriebszeit in gleicher Weise wiederholen, z. B. Gesenkarbeiten unter Gesenkoberdampfhammern, Vorschmieden von Gesenkrohlingen unter Freiformschmiedehämmern, Ausrecken von Stäben usw., so treten Schlagserien für jedes Stück in Erscheinung, die sich in der Zeit mit einiger Annäherung gleichmäßig verteilen. Auch wiederholt sich die Stärke der Schläge innerhalb der Schlagserie für jedes dieser Stücke ziemlich gleichmäßig, so daß auch die Größe der Füllungen im Mittel gleichgesetzt werden kann. Für diese Arbeiten kann der Dampfverbrauch mit der nötigen Genauigkeit ermittelt werden.

Ganz anders verhält es sich jedoch mit dem Dampfverbrauch eines Freiformschmiedehammers, welcher handelsübliche Freiformschmiedestücke in Einzelanfertigung verarbeiten muß. Hier kann im allgemeinen von einer Gleichmäßigkeit des Dampfverbrauches, bezogen auf die Zeit, keine Rede mehr sein, da Zahl und Stärke der Schläge fortwährend mit jedem Stück wechseln.

Da diese Umstände bis heute übersehen wurden und die Lehren der Dampfmaschine immer die stille Voraussetzung für die Beurteilung der Güte eines Dampfhammers bildeten, können die veröffentlichten Verbrauchswerte für Freiformschmiedehämmer nur eine grobe Annäherung darstellen. Denn alle diese angegebenen Werte beziehen sich auf die größte Schlagleistung je Zeiteinheit. Daß damit für die Praxis wenig erreicht wurde, dürfte klar sein.

Außerdem wurde eine verhängnisvolle Beurteilung über die wirtschaftlichen Eigenschaften des Dampfhammers von Lindner¹⁾ dadurch ausgelöst, daß er in seinen 1901 veröffentlichten Untersuchungen die Dampfdruckstände im Zylinder beim Arbeitsspiel außer Ansatz ließ. Er kam zu dem Ergebnis, daß eine PS_i-h für einen Dampfhammer etwa 80 kg Dampf erfordere. Alle in den folgenden Jahren erscheinenden Abhandlungen setzten in der Beurteilung der Wirtschaftlichkeit und im Vergleich zwischen den einzelnen Hammerarten diesen Wert als feststehend und richtig voraus, so lange, bis 1911 Fuchs²⁾ in seinen „kinematographischen Untersuchungen an Hämmern“ nachwies, daß der von Lindner veröffentlichte Wert zu hoch sei. Lindner⁵⁾ hat eine Berichtigung dahingehend vorgenommen, daß für den Dampfhammer etwa 30 kg Dampf je PS_i-h genügen. Dieser Wert gilt also für selbsttätiges Dauerschlagen mit größter Schlagstärke je Zeiteinheit; dabei ist auf Schläge mit Teilstärke, die beim Freiformschmieden häufig nötig sind, und im Zusammenhang damit auf die reduzierten Zylinderfüllungen keine Rücksicht genommen. Um den Nachweis der veränderten Füllungen für die Schläge mit Teilstärke zu erbringen und vor allen Dingen zu veranschaulichen, wurden die aus Bild 9 zu ersehenden Füllungsschaubilder aufgenommen.

Im Schmiedebetriebe arbeiten die Hämmer und besonders die Freiformschmiedehämmer nicht gleichmäßig. So kommt es, daß in den Schmieden mit mehreren Hämmern, wo auch noch andere mit Dampf betriebene Maschinen stehen, sich der Dampfverbrauch zu starken Belastungsspitzen zusammenhäuft. Werden die Hämmer nun mit Preßluft betrieben, so muß die Verdichteranlage der größten vorkommenden Belastungsspitze gewachsen sein. Da die Verdichteranlage in ihrer Größe aber aus wirtschaftlichen Gründen dieser Belastungsspitze nicht angepaßt werden kann, wird der notwendige Ausgleich mit eingeschalteten Windkesseln erreicht. Auch kann die Wirtschaftlichkeit der Preßluftanlagen durch Erwärmen der Preßluft durch Ausnutzung der Abwärme der Schmiedehämmer verbessert werden. Gegenüber diesen Preßluftanlagen hat der Betrieb mit Dampf einige Vorteile und Nachteile. So hat der Dampfkessel den Vorzug, daß er sich in der Dampfabgabe den Belastungsspitzen viel elastischer anpassen kann, da die Leistung des Kessels bei abnehmendem Betriebsdruck schnell anwächst. Er ist also viel anpassungsfähiger als der mit gleichbleibender Fördermenge arbeitende Luftverdichter. Aus diesem Grunde haben sich mittlere, große und größte Hammeranlagen mit Dampftrieb behauptet.

Muß aber mit einem einzelnen Hammer oder nur mit einem Teil der Hämmer einer Schmiede zur Zeit der Betriebsruhe gearbeitet werden, dann muß der für einen oder wenige Hämmer viel zu große Kessel in Betrieb genommen werden. Hier ist dann bei Dampftrieb das Arbeiten mit erhöhten Unkosten verbunden, da die Kesselleistung in keinem Verhältnis zum Verbrauch steht. Auch noch andere Nachteile müssen beim Dampftrieb in Kauf genommen werden.

Bei mit Dampf betriebenen Kraftanlagen ist es allgemein üblich, den Kessel so nahe wie irgend möglich an die Turbinen oder Dampfmaschinen heranzurücken. In Hammeranlagen ist dies nicht möglich, weil sich hier der Verbrauch auf eine viel größere Anzahl von Maschinen erstreckt und außerdem die notwendigen Platzverhältnisse viel größere Abstände erfordern. Hierdurch beträgt in Schmieden die Länge der Frischdampfleitungen nicht selten bis zu 1 km und darüber. Diese Leitungen sind die Ursache stetiger

⁴⁾ Fuchs, O.: Schmiedehämmer. Berlin 1922.

⁵⁾ Z. VDI 55 (1911) S. 1168.

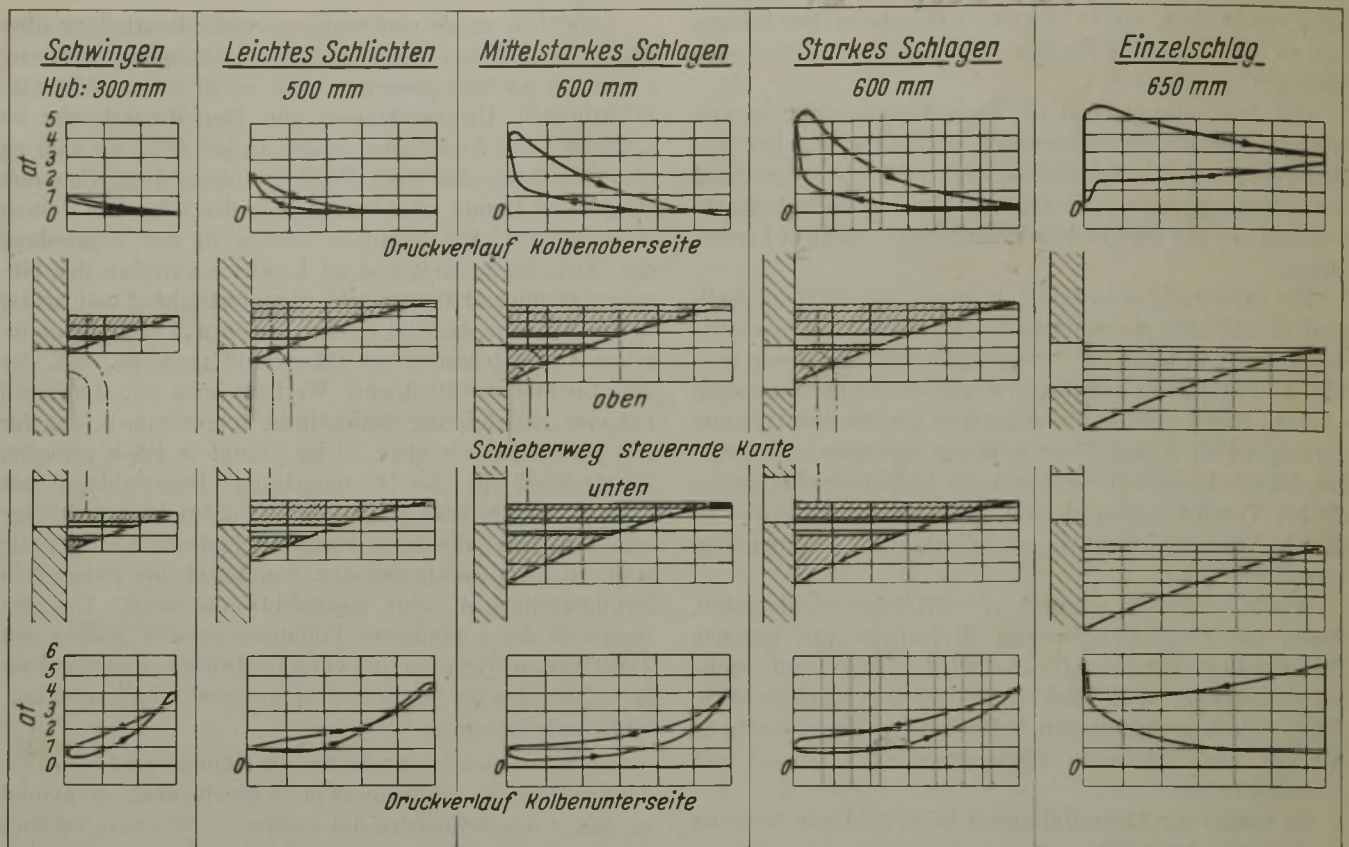


Bild 9. Füllungsschaubilder eines 500-kg-Dampfhammers.

Verluste, denn sie geben laufend Wärme ab. Mit jeder Wärmeinheit, die aber dem Dampfe entzogen wird, ist ein unverhältnismäßig großer Volumenschwund verbunden, wie aus jeder Dampftafel hervorgeht. Hält man sich vor Augen, daß die Dampfsäule bei der unregelmäßigen Betriebsweise oft minutenlang stillsteht, so wird es nicht überraschen, wenn am Hammer ein Gemisch von Wasser und Dampf ankommt, das nur noch einen Teil des vom Kessel erzeugten Dampfes darstellt. Die Volumenverluste durch Wärmeabgabe und der Druckabfall in den Leitungen werden noch vergrößert durch die vielen Ecken, Ventildurchgänge und Krümmungen in den Leitungen. So darf die Vermutung ausgesprochen werden, daß der Gesamtverlust in den Leitungen bei Sattdampftrieb in manchen Schmieden 40 bis 50 % des vom Kessel erzeugten Dampfes beträgt. Es ist sehr fraglich, ob es überhaupt möglich ist, die Leitungsverluste in einer Schmiede unter 25 bis 30 % zu senken.

Es sollte deshalb jeder Betrieb wenigstens auf eine ordentliche Wärmeisolierung der Dampfleitungen bedacht sein. Ferner soll der Kessel so nahe wie irgend möglich an die Hammeranlage herangerückt werden.

Bei Dampftrieb müssen die Hämmer immer eine längere Zeit — etwa $\frac{1}{2}$ bis 1 h — angewärmt werden. In dieser Zeit werden beträchtliche Mengen Dampf verbraucht, besonders weil auch in dieser Zeit die Lässigkeiten des Hammers und die Leitungsverluste ihren Anteil an Dampf erfordern. Ähnliche Verluste treten auch für das Schmieden mit Zwischenpausen, die beim Freiformschmieden häufig groß sind, in Erscheinung. In den Zwischenpausen müssen die Hämmer auf Temperatur gehalten werden. Werden dagegen die Hämmer in den Pausen abgestellt, so sinkt die Temperatur schnell ab, und bei einer erneuten Inbetriebnahme müssen sie mehr oder weniger, je nach Länge der Pause, neu angewärmt werden. Es ergibt sich hieraus, daß eine mit Dampf betriebene Hammeranlage um so wirtschaftlicher arbeitet, je größer die Ausnutzung der Schmiede ist.

Diese Verluste treten bei Betrieb des Hammers mit Preßluft und auch bei Elektrolufthämmern nicht in Erscheinung; hier sind die Hämmer stets betriebsbereit.

Die Wirtschaftlichkeit einer durch Sattdampf betriebenen Maschine wächst mit dem zur Anwendung gebrachten Betriebsdruck. Da beim Hammer aber nur beim stärksten Schlag mit ungedrosseltem Dampf gearbeitet wird und bei Schlägen mit Teilstärke immer mehr oder weniger, je nach Schlagstärke, der Dampf gedrosselt werden muß, kann der Betriebsdruck nicht voll ausgenutzt werden.

Außerdem sind beim Sattdampftrieb die Niederschläge im Zylinder von starkem Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit. Je gründlicher das Kondensat aus dem Zylinder entfernt wird, um so weniger werden die Zylinderwände zum Wärmeaustausch herangezogen; denn bei der Berührung der Zylinderwand mit Kondensat ist der Wärmeaustausch über das Arbeitsspiel sehr groß, während bei der Berührung der Wand mit trockenem Dampf der Wärmeaustausch sehr träge ist. Nun sind aber die Entwässerungen der Zylinder und Leitungen bei dem rauhen Hammerbetrieb häufig Ursache stetiger Verluste, da diese sich oft in einem mangelhaften Betriebszustand befinden. Es gibt schlecht gewartete Hammeranlagen, in denen die Kondenshähne die ganze Betriebszeit offenstehen. Auf diese Weise können die Entwässerungsverluste größer sein als der Verbrauch an Arbeitsdampf.

Werden ferner die Zylinderdurchmesser so groß bemessen, daß eine auf das Fallgewicht bezogene übermäßige Schlagstärke möglich ist, so entstehen mit wachsendem Zylinderdurchmesser größere Abkühlungsflächen, die den Wärmeverlust begünstigen, also die Niederschläge vergrößern. Hieraus ist zu folgern, daß übermäßige Zylinderdurchmesser die Kondensverluste durch Wärmeaustausch der größeren Fläche wegen steigern, die bei Schlägen mit Teilstärke notwendigen Drosselungen ebenfalls vergrößern, also die Ausnutzung des Dampfes und damit die Wirtschaftlichkeit verschlechtern.

Bei Verwendung von Heißdampf wächst die Leistungsfähigkeit des Kessels, da sich beispielsweise für Dampf von 10 bis 12 atü und rd. 300° das ursprüngliche Sattedampfvolumen um etwa 25 % vergrößert. Ferner tritt eine Beseitigung oder starke Verringerung der Niederschlagsverluste ein, da auch bei der für Schläge mit Teilstärke nötig werdenden Drosselung der Dampf im Zylinder noch trocken bleibt und deshalb der Wärmeaustausch über das Arbeitsspiel noch träge ist. Hier ist Voraussetzung, daß der Dampf auf dem oft langen Wege vom Kessel zum Hammer noch nicht erheblich an Wärmeinhalten verloren hat, daß also die Rohrleitungen sorgfältig gegen Wärmeverluste geschützt sind. Da der Heißdampf dünnflüssiger als Sattedampf ist, macht das Dichthalten der Stopfbuchsen, Flanschen und Kolbenringe im rauhen Schmiedebetriebe auch häufig größeren Aufwand an Arbeit nötig.

Die bewegten Teile des Hammers, also Kolbenringe, Ventile, Arbeitskolben und Stopfbuchse, weisen nach entsprechender Betriebszeit Verschleiß auf. So wurde ein Hammer nach längerer Betriebszeit beobachtet. Beim Hochhalten des Bären kam am Auspuff ein ununterbrochener Dampfstrom heraus, der wenigstens so stark war wie der Auspuffdampf beim stärksten Reihenschlag, so daß durch diese Lässigkeitsverluste die Ausnutzung des am Hammer ankommenden Dampfes auf 25 bis 30 % sank. Wird nun der Abdampf mittels Sammelleitung abgeführt, daß also der Auspuff der einzelnen Hämmer nicht beobachtet werden kann, so muß von Zeit zu Zeit eine entsprechende Prüfung stattfinden.

In den meisten Fällen werden dann alle die hier angeführten Verluste den Verbrauchseigenschaften des Dampfhammers zugeschrieben, jedoch mit Unrecht. Wie durch sorgfältige Wartung eine gute Ausnutzung des Betriebsmittels möglich ist, zeigt das folgende Beispiel. In einem oberschlesischen Werk ist ein 6000-kg-, ein 3000-kg- und ein 1500-kg-Freiformschmiedehammer mit einer Preßluftanlage von 28 m³ angesaugter Luft/min in angewärmtem Zustande in laufendem Betrieb. Dies würde bedeuten, daß bei Dampftrieb diese Anlage ohne Wärme- und Kondensverluste mit 1000 bis 1200 kg Dampf/h_{mittel} in Betrieb gehalten werden könnte.

Selbstverständlich spielt der Ausnutzungsfaktor des Hammers eine wesentliche Rolle beim Energieverbrauch, wovon noch die Rede sein wird.

Zusammengefaßt ergibt sich:

1. Eine möglichst gedrängte Anlage mit kurzen Leitungen ist das günstigste für den Dampftrieb. Da in Gesenkschmieden die Aufstellung der Hämmer auf kleinem Raume möglich ist, sind dort die Leitungsverluste durchweg kleiner als in Freiformschmieden mit ihrer aufgelockerten Aufstellung.

2. Da im Dampftrieb die Leitungsverluste ihrer Größe nach bestehen bleiben, gleichgültig ob alle oder nur wenige Hämmer arbeiten, steigt die Wirtschaftlichkeit mit der Ausnutzung. Da in Gesenkschmieden der Ausnutzungsfaktor der Schmiede allgemein höher ist als in Freiformschmieden, ist auch in den Gesenkschmieden der Prozentsatz der Leitungsverluste, bezogen auf die Kesselleistung, kleiner.

3. Der Prozentsatz der Anwärmeverluste der Leitungen und der Hämmer wird bei ununterbrochenem Betrieb, also Tag- und Nachtschicht, kleiner.

4. Ueberhitzter Dampf vermindert je nach Höhe der Ueberhitzung und Länge der Leitungen mehr oder weniger die Niederschlagsverluste in den Arbeitszylindern.

5. Aus den vorstehenden Punkten ergibt sich die Bedeutung einer guten Wärmeisolierung der Dampfleitungen für die Wirtschaftlichkeit.

6. Die Entwässerungen und Lässigkeiten der Hämmer erheischen eine regelmäßige Prüfung.

7. Bei Preßluftantrieb trägt die Vorwärmung der Preßluft wesentlich zur verbesserten Wirtschaftlichkeit bei.

8. Bei Einzelaufstellung oder bei Aufstellung mit übertrieben großen Abständen ist der Elektrolufthammer oder der mit vorgewärmter Preßluft betriebene Dampfhammer dem Dampftrieb überlegen.

Gegenüberstellung der wirtschaftlichen Merkmale des Elektrolufthammers und des selbsttätig gesteuerten Dampfhammers.

Da die Arbeitsweise beider Maschinen in mehreren Punkten voneinander abweicht, und gerade diese Arbeitsweise bei der Vielfältigkeit der an einen Freiformschmiedehammer gestellten Aufgaben für die Wirtschaftlichkeit von Einfluß ist, sollen diese Unterschiede gegenübergestellt werden.

1. Reihenschläge. Die minutliche Schlagzahl bleibt beim Elektrolufthammer vom leichtesten bis zum stärksten Reihenschlag gleich, wenn der Antrieb mit normalen Motoren erfolgt. Die Zeit, die dem Schmied zum Wenden oder Drehen des Schmiedestückes unter dem Lufthammer zwischen den Reihenschlägen zur Verfügung steht, ist unabhängig von der Schlagstärke.

Beim vollselbsttätig arbeitenden Dampfhammer wächst die minutliche Schlagzahl mit der Schlagstärke, so daß gegenüber den leichten Schlichtschlägen bei den stärksten Schlägen eine Steigerung von 25 bis 30 % erreicht wird. Je nach den zur Verarbeitung kommenden Arbeitsstücken kann die Steigerung der Schlagzahl für starke Schläge von Bedeutung sein, besonders wenn Querschnitte des Rohlings schnell durch eine lange Schlagserie heruntergeschmiedet werden sollen.

Die Zeit, die dem Schmied unter dem Dampfhammer zum Wenden oder Drehen des Schmiedestückes zwischen den Reihenschlägen zur Verfügung bleibt, wird mit wachsender Schlagstärke kleiner. Außerdem kann beim Dampfhammer im Reihenschlag durch „pumpenartige“ Bewegung des Handhebels der Ausschlag des Steuerschiebers und damit die Oberdampfzuführung vergrößert werden. Hierdurch wird die Schlagleistung und entsprechend der Dampfverbrauch vergrößert. Diese Gangart wird am besten mit „halbselbsttätig“ bezeichnet. Beim Dampfhammer läßt sich also die Schlagstärke des normalen Reihenschlages durch entsprechende Bewegungen des Handhebels steigern, während dies beim Elektrolufthammer nicht der Fall ist.

2. Handgesteuerte Einzelschläge. Mit dem Lufthammer können handgesteuerte Einzelschläge gegeben werden, die aus dem durchlaufenden Spiel des Pumpenkolbens durch entsprechende Bewegungen des Handhebels „herausgeschält“ werden. Es gehört einige Übung dazu, geht aber nach kurzer Übungszeit leicht und sicher und ist im übrigen um so leichter, je größer der Hammer ist. Für den stärksten Einzelschlag steht ein Arbeitsvermögen zur Verfügung, das durch den größten Arbeitsbetrag des vom Pumpenkolben geförderten Luftvolumens begrenzt ist. Die größte Stärke eines einzelgesteuerten Schlages mit dem Lufthammer entspricht dem stärksten Reihenschlag.

Der Dampfhammer gestattet durch eine entsprechende Bewegung des Steuerschiebers, die Oberdampfzuführung für einen Einzelschlag gegenüber dem Reihenschlag bedeutend größer zu machen. Es ist also mit dem Dampfhammer möglich, Einzelschläge zu geben, die erheblich stärker sind als der stärkste vollselbsttätig gegebene Reihenschlag.

3. Setzschlag. Gemeint ist hier ein einzelner Schlag mit anschließendem Festhalten des Schmiedestückes unter Oberdruck auf den Bärkolben über das Eigengewicht des Bären hinaus.

Mit dem Elektrolufthammer ist das anschließende Festhalten des Schmiedestückes nach dem Schlag höchstens mit dem Eigengewicht des Bären möglich, während dies beim Dampfhammer durch Festhalten des Steuerschiebers in der Endstellung leicht möglich ist. Es ist zwar möglich, eine Lufthammerausführung, die das Geben von Setzschlägen gestattet, zu entwickeln, und sie ist auch schon durchgeführt worden; jedoch wird dadurch der ganze Hammer kompliziert. Der Wert des Setzschlages scheint zeitweise in der Praxis überschätzt worden zu sein, denn in vielen hundert Ausführungen von Lufthämmern für alle erdenklichen Arbeiten sind keine nach dieser Richtung auftretenden Schwierigkeiten bekannt geworden. Sollte aber in Sonderfällen der Setzschlag unbedingt nötig werden, dann ist der Dampfhammer dem Elektrolufthammer überlegen.

Die Unkosten für die im Laufe der Betriebszeit durch fortschreitenden Verschleiß nötig werdenden Ersatzteile sind für beide Hammerarten nicht sehr verschieden. Beim Lufthammer gehören zu den bewegten, also verschleißenden Teilen der Bärkolben mit Zylinder, der komplette Pumpenantrieb mit Pumpenkolben und dessen Zylinder. Die Steuer- teile werden, wie bereits gesagt, nur zur Veränderung der Schlagstärke bewegt, so daß an diesen der Verschleiß äußerst gering ist. Es sind zwar zwei Kolben mit Kolbenringen abzudichten, da aber der Betriebsdruck, von dem der Verschleiß der Kolbenringe und Zylinderwände abhängig ist, sehr gering ist, hält sich auch deren Verschleiß in niederen Grenzen.

Der Dampfhammer hat nur den Verschleiß für einen Arbeitszylinder mit Kolben aufzuweisen. Da die Betriebsdrücke aber erheblich größer sind, ist auch der Verschleiß entsprechend größer, besonders der Kolbenringe. Außerdem ist zu beachten, daß die gesamte Steuerung mit jedem Schläge, entsprechend dem Schieberausschlage, bewegt wird und entsprechenden Verschleiß aufweisen muß.

Beide Hammerarten lassen sich bei vorgeschrittenem Verschleiß mit geringen Kosten überholen, so daß der Betriebszustand wieder neuwertig wird.

Im Bild 10 sind die Energieverbrauchswerte für Luft- hammer und mit Preßluft betriebenen Dampfhammer in Abhängigkeit von der Hubhöhe, der Schlagzahl je Minute und der Schlagleistung je Schlag, gemessen an Bleizylindern, dargestellt. Wie ersichtlich, fällt die Antriebsleistung des Elektrolufthammers mit sinkender Schlagleistung nicht so stark ab wie beim Dampfhammer mit Kaltluftantrieb, so daß der Dampfhammer bei leichten Schlichtschlägen bis zur Stärke von etwa 33 % der größten Schlagstärke dem Elektrolufthammer überlegen ist. Für Schläge von 33 bis 100 % der Schlagstärke ist der Elektrolufthammer günstiger. Dies wird auch durch die Füllungsschaubilder beider Hämmer bestätigt. Im Bild 10 sind auch die Verluste an kalter Preßluft, die am fabrikneuen Dampfhammer festgestellt wurden, enthalten. Das Verhältnis der Antriebsleistung wird bei Benutzung von angewärmter Preßluft noch wesentlich besser, und die strichpunktierte Linie zeigt den errechneten Kraftverbrauch für eine Temperatur von rd. 180° einschließlic Hammeverluste.

Der Wirkungsgrad beider Maschinen über die gesamte Schlagstärke ist aus dem letzten Teil des Schaubildes zu ersehen. Unter Wirkungsgrad ist verstanden der Quotient aus der am Bleizylinder gemessenen Schlagarbeitsleistung

in PS und der vom Motor aufgenommenen Antriebsleistung in PS.

Es fällt auf, daß der Wirkungsgrad des Dampfhammers im letzten Teil der Schlagstärke abfällt. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die Expansionsarbeit der Preßluft über ein gewisses Maß der Füllungsgröße nicht mehr voll ausgenutzt werden kann. Diese Schaubilder ergeben, daß es nicht angeht, nur die größte Schlagstärke zum Vergleich des Energieverbrauches beider Maschinen heranzuziehen, da bei Freiformschmiedearbeit der Anteil der Schläge mit Teilstärke sehr wesentlich ist.

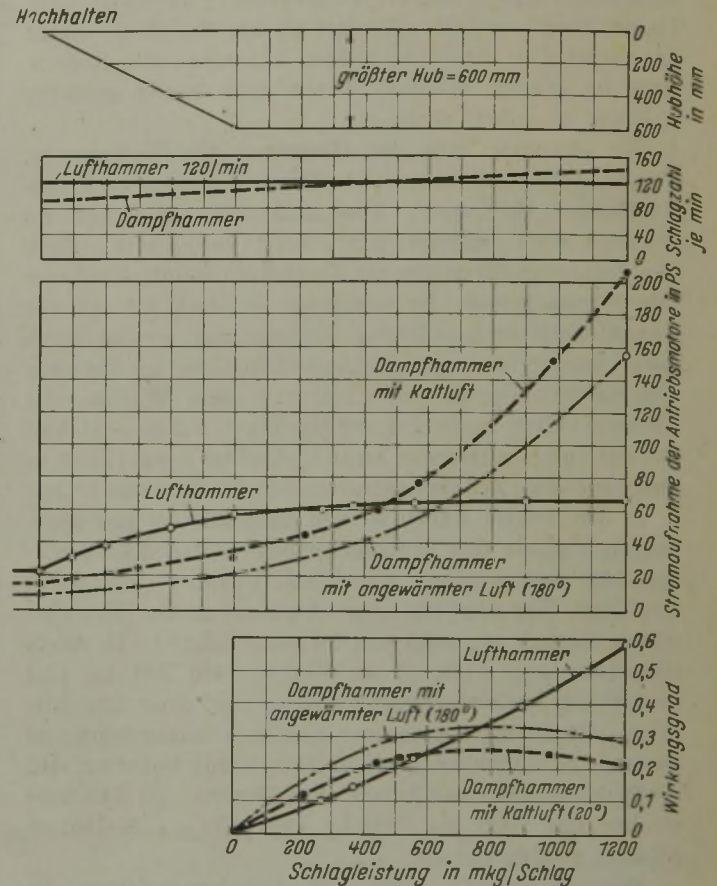
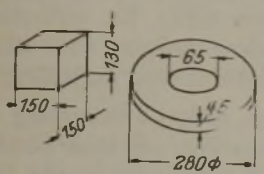
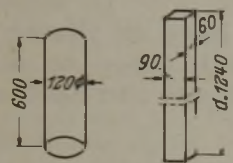
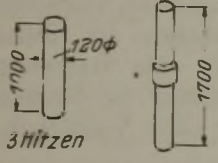


Bild 10. Kraftverbrauch der Antriebsmotoren, Wirkungsgrade von elektrisch betriebenen Lufthammer und mit Preßluft betriebenen Dampfhammer in Abhängigkeit von Hubhöhe, Schlagzahl und Schlagstärke. (Wirkungsgrad = Schlagleistung auf Blei in PS, Stromaufnahme des Motors in PS.)

Dies wird noch unterstrichen durch die in *Zahlentafel 1* aufgeführten Schmiedebeispiele, aus denen die ermittelten Verbrauchswerte der Antriebsleistung im Schmiedebetriebe deutlich hervortreten. Aus einer größeren Anzahl der verschiedensten Schmiedestücke wurden drei Stücke so ausgewählt, daß für das erste und zweite Stück vorwiegend starke Schläge, beim dritten Stück ein größerer Prozentsatz leichter und mittelstarke Schläge nötig waren. Eine größere Streuung unter den allgemein üblichen Freiformschmiedestücken in dem Prozentsatz der Schläge mit Teilstärke ist nicht zu erwarten. Außerdem war die Verschmiedung der drei Stücke äußerst schnell, so daß auch eine Steigerung des Verbrauches je Zeiteinheit nicht mehr erwartet werden kann. Nimmt man aus den drei Beispielen der einzelnen Antriebsarten den Mittelwert, so ergeben sich die Verbrauchswerte für den

Elektrolufthammer	34,5 PS
Dampfhammer mit Kaltluftantrieb	63,0 PS
Dampfhammer mit Warmluftantrieb	44,5 PS
Dampfhammer mit Dampf antrieb 298 kg Dampf am Hammereinlaß,	

Zahlentafel 1. Energieverbrauch von Schmiedehämmern.

Rohling und Schmiedestück	Hammerart	Schmiedezeit min	Schläge je Stück	Schläge					Hochhalten 0 %	Energieverbrauch PS	Faktor Stromverbrauch	Faktor Schläge
				20 %	30 %	50 %	80 %	100 %				
 <p>Festigkeit 110 kg/mm², mäßig warm</p>	Elektrolufthammer	9	267	—	—	50	—	217	813	33,5	100	0,248
	Dampfhammer mit Kaltluft 20° . . .	9	267	—	—	50	—	217	813	58,0	173	0,248
	Dampfhammer mit Warmluft 180° .	9	267	—	—	50	—	217	813	40,7	122	0,248
	Dampfhammer mit Dampf	Sattdampf 7 atü einschließlich 25 % Niederschlag im Zylinder etwa 275 kg Dampf/h am Einlaß des Hammers										
 <p>Festigkeit 60 kg/mm², mäßig warm</p>	Elektrolufthammer	9	365	—	—	66	—	299	715	38,0	100	0,295
	Dampfhammer mit Kaltluft 20° . . .	9	365	—	—	66	—	299	715	74,5	195	0,295
	Dampfhammer mit Warmluft 180° .	9	365	—	—	66	—	299	715	52,0	136	0,295
	Dampfhammer mit Dampf	Sattdampf 7 atü einschließlich 25 % Niederschlag im Zylinder etwa 355 kg Dampf/h am Einlaß des Hammers										
 <p>Festigkeit 60 kg/mm², mäßig warm</p>	Elektrolufthammer	25	1145	107	228	226	235	349	1855	32,5	100	0,37
	Dampfhammer mit Kaltluft 20° . . .	25	1145	107	228	226	235	349	1855	56,7	174	0,37
	Dampfhammer mit Warmluft 180° .	25	1145	107	228	226	235	349	1855	41,0	126	0,37
	Dampfhammer mit Dampf	Sattdampf 7 atü einschließlich 25 % Niederschlag im Zylinder etwa 265 kg Dampf/h am Einlaß des Hammers										

oder im Verhältnis:

- Elektrolufthammer = 1
- Dampfhammer mit Kaltluftantrieb = 1,82
- Dampfhammer mit Warmluftantrieb = 1,285

Da die Strom- oder Dampfkosten fast in jeder Schmiede anders sind, sie auch starken Wechselwirkungen der Zeit unterworfen sind, muß hier von einem Beispiel einer Kostenrechnung abgesehen werden.

Aus Zahlentafel 1 geht weiter hervor, daß der Ausnutzungsfaktor eines einzelnen Freiformschmiedehammers zwischen 0,25 und 0,37 liegt, d. h. beim Arbeiten eines Freiformschmiedehammers werden von der größtmöglichen Schlagzahl 25 bis 37 % ausgenutzt, und 75 bis 63 % werden zum Wenden und Handhaben des Schmiedestückes benötigt.

Es erhebt sich im Anschluß an diese Ueberlegungen die Frage nach dem Ausnutzungsfaktor einer Schmiede insgesamt. Dabei ist einleuchtend, daß der Ausnutzungsfaktor einer Schmiede von Fall zu Fall von vielen Umständen abhängig ist.

Einige der häufigsten Einflüsse sind:

1. Beschäftigungsgrad der Schmiede.
2. Schulung des Schmiedepersonals.
3. Größe der vorkommenden Schmiedestückreihen.
4. Leistungsfähigkeit der Anwärmlöfen.
5. Leistungsfähigkeit und Kraftreserven der Schmiedehämmer.
6. Für Gesenkschmieden. Grad der Vollkommenheit, mit welchem die neuen Gesenke hergestellt werden, d. h. ob es mehr oder weniger häufig vorkommt, daß neu angefertigte Gesenke nach dem ersten Einbau wieder aus-

gebaut werden müssen, um Nacharbeiten vornehmen zu können.

7. Die Geschwindigkeit, mit welcher Ausbesserungen und Störungen an Hämmern beseitigt werden.

Eine Großanlage für Gesenkarbeiten wurde so untersucht und der Ausnutzungsfaktor der Anlage mit 0,79 bis 0,82 festgestellt. Dieser Faktor der Schmiede darf als außerordentlich hoch angesehen werden. Eine weitere Steigerung wird voraussichtlich nicht mehr möglich sein. So gehört es zur Seltenheit, daß in dieser Schmiede ein neu angefertigtes Gesenk oder Schnittwerkzeug der Abgratpressen zwecks Nacharbeit ausgebaut werden muß. Ferner sind die zur Verarbeitung kommenden Stückreihen durchweg groß. Für jede Schicht sind an den großen Hämmern zwei Schmiede eingesetzt, die sich laufend in regelmäßigen Abständen ablösen, um Uebermüdungen im letzten Teile der Schicht nach Möglichkeit zu vermeiden. Bei einem 1000-kg-Hammer wurde das Tempo so gesteigert, daß der Hammer rund 3000 Schläge je Stunde macht, die laufend aufrechterhalten werden können, d. h. der Ausnutzungsfaktor des Hammers liegt bei 0,47.

In Freiformschmieden ist es nicht möglich, eine Gesetzmäßigkeit in der Ausnutzung zu erzielen. Jedoch dürfte der Ausnutzungsfaktor der Schmiede hier mit 40 bis 50 % im Durchschnitt als gut bezeichnet werden. Mit sinkendem Ausnutzungsfaktor der Schmiede sinkt auch der Prozentsatz des wirklich verbrauchten Arbeitsdampfes gegenüber der erzeugten Dampfmenge, da der prozentuale Anteil aller Dampfverluste nicht mit dem Arbeitsdampf in gleichem Maße sinkt. So bleiben z. B. die Rohrleitungsverluste ihrer Größe nach bestehen, gleichgültig ob viele oder wenige Hämmer arbeiten.

Ob grundsätzlich Dampf- oder Preßlufthammer oder der Elektrolufthammer aufgestellt werden sollen, hängt vom jeweiligen Preise der Hämmer und des Betriebsmittels am Aufstellungsplatze ab. Dabei ist klar, daß mit dem Wachsen der Leerzeiten der Elektrolufthammer überlegen ist. Gleichzeitig darf nicht übersehen werden, daß der Elektrolufthammer mit vorgeschrittenem Verschleiß in seiner Schlagleistung abfällt, wobei die Antriebsleistung kaum sinkt, während der Dampfhammer mit vorschreitendem Verschleiß seine Schlagleistung hält, aber größere Antriebsenergie erfordert.

Zum Schlusse sei noch eine allgemeine Betrachtung über die Hammergröße angestellt.

Es ist allgemein bekannt, daß die in den Schmieden zur Verarbeitung kommenden Stahlsorten in den letzten Jahrzehnten stetig härter wurden. Früher wurden fast ausschließlich weiche, unlegierte Stähle verschmiedet, und nur selten kam ein Schmiedestück aus hartem oder legiertem Stahl zur Verarbeitung. Diese Verhältnisse haben sich im Laufe der Jahre gründlich geändert. In der Mehrzahl der Schmieden sind heute die meisten Schmiedestücke aus härterem Stahl.

Mit dem Härterwerden des Stahles wuchs auch die Anstrengung der Schmiedehämmer. So ist es zu erklären, daß viele Hämmer mit der Zeit eine laufende, unzulässige Ueberanstrengung zu ertragen hatten. Die Folge war, daß viele Hämmer frühzeitig zerstört wurden, da sich eine solche Ueberanstrengung auf die Dauer keine Maschine gefallen läßt. Auch beim Freiformschmiedehammer und nicht nur beim Gesenkhammer wächst die Anstrengung, wenn der Hammer seine Arbeit nicht schnell genug bewältigen kann. Diese Betrachtungen mögen an einem einfachen Beispiel verdeutlicht werden. Das Ausrecken eines langen Knüppels aus einem kurzen dicken Rohling geht im ersten Teil des Schmiedens mit größerem Hammer schneller vor sich. Die Abkühlung schreitet langsamer voran, da kurze Zeit zur Verformung notwendig ist. Gleichzeitig wird auch bei kräftigerem Schlagen mehr Wärme zugeführt, weil der Rohling ja im gesamten besser durchgeknetet wird. Mit weiterem Fortschreiten des Schmiedens hat also der größere Hammer viel leichteres Arbeiten bei verhältnismäßig hoher Temperatur des Schmiedestückes als der kleinere Hammer, bei dem die Verformung langsamer voranschreitet und die Warmfestigkeit des Schmiedestückes mit vorschreitender Abkühlung sehr schnell wächst.

Hat der Hammer entsprechende Leistungsreserven im Verhältnis zum Schmiedestück, so bewältigt er seine Arbeit schneller, und der Arbeitsaufwand im gesamten fällt unter diesen Umständen. Es kommt noch ein wesentlicher Punkt für die Wirtschaftlichkeit hinzu.

Geht man den im Laufe der Zeit auftretenden Schäden an Schmiedehämmern und besonders an Gesenkhämmern durch Beobachtungen nach, so zeigen sich eigentümliche Zusammenhänge zwischen Arbeitsstücken einerseits und der Hammergröße sowie den im Laufe der Zeit an den Hämmern auftretenden Schäden und Störungen andererseits.

Für dasselbe Arbeitsstück werden in den verschiedenen Betrieben nicht selten Hämmer verschiedener Größe verwendet. Es entspricht nun den Tatsachen, daß bei den kleineren Hämmern eher Neigung zu Brüchen und Störungen bestehen als bei den größeren Hämmern.

So ist es nicht selten, daß für sehr klein bemessene Hämmer jährlich die Ausbesserungskosten unverhältnismäßig hoch anwachsen, während bei größer bemessenen Hämmern

diese Erscheinung nicht im gleichen Maße auftritt, immer dasselbe Arbeitsstück vorausgesetzt.

Die Gründe für solche Mängel sind häufig schon in der Planung von Neuanlagen zu finden, bei denen bei der Festlegung der Hammergröße von bereits vorhandenen Anlagen für ein Arbeitsstück ausgegangen wird. Es wird dabei meistens übersehen, daß vorhandene Anlagen nach dieser Richtung nicht immer das Wirtschaftlichste darstellen.

Aus vorstehendem geht hervor, daß es zweckmäßig ist, möglichst stärkere Hämmer aufzustellen, als nach der bisherigen Anschauung als erforderlich erachtet wurde. Die größeren Anlagekosten werden jedoch regelmäßig durch Ersparnis an Ausbesserungskosten reichlich wettgemacht. Diese in Deutschland noch wenig verbreitete Erkenntnis wurde in Amerika bereits wiederholt in die Tat umgesetzt, wie beispielsweise bei der Firma Buick die Hämmer für eine in die Millionen Dollar gehende Anlage um 40 bis 60 % größer genommen wurden, als nach alter Anschauung gerechtfertigt erschienen wäre.

Zusammenfassung.

Für den praktischen Gebrauch sind die Steuermöglichkeiten von Elektrolufthämmern und Dampf- oder Preßluft-hämmern gleich. Beim vollselbsttätigen Dampfhammer wächst die Schlagzahl mit der Schlagstärke, außerdem sind Schläge mit anschließendem Festhalten des Schmiedestückes unter Dampfdruck möglich. Die Steigerung der Schlagzahl ist beim Elektrolufthammer bei Verwendung von regelbaren Motoren, und zwar unter Verstärkung der Schläge, ebenfalls möglich.

Die vorgenommenen Untersuchungen bringen Aufschluß über den Energiemittelverbrauch beider Hämmer etwa im praktischen Betrieb und lassen dadurch einen Vergleich der Wirtschaftlichkeit zu. Die Ergebnisse zeigen, daß ein Vergleich des Energiemittelverbrauchs, bezogen auf die größte Schlagstärke, nicht angängig ist. Die Verhältniszahlen verhalten sich in der Praxis wie: 1 für den Elektrolufthammer, zu 1,86 für den mit Kaltluft betriebenen Dampfhammer oder zu 1,285 für den mit angewärmter Preßluft (etwa 180°) betriebenen Dampfhammer.

Bringt man für den Dampfbetrieb das stündliche Dampf-gewicht in Beziehung mit dem Fallgewicht des Hammers, wie dieses in Amerika bereits üblich ist, so ist das Verhältnis ~ 300 kg stündlicher Satttdampfverbrauch von 6 bis 8 atü zum Fallgewicht 500 kg gleich 0,6, für die effektive Schmiedezeit. Hier kommen bei Satttdampfbetrieb noch erhebliche Verluste für die Leitungen und Niederschläge in den Zylindern in den Schmiedepausen hinzu. Bei Verwendung von überhitztem Dampf lassen sich diese Verluste, je nach Länge der Leitungen, senken. Der kleinste Dampfverbrauch ergibt sich bei höchster Ausnutzung des Dampfhammers, da dann die Zwischenpausen und im Zusammenhang damit die Wärmeverluste ihr Mindestmaß erreichen. Je größere Abstände der Hämmer bei der Aufstellung nötig sind und je mehr Pausen durch die Art des Betriebes entstehen, um so größeren Vorsprung in der Wirtschaftlichkeit hat der Elektro- bzw. Preßluftantrieb gegenüber dem Dampf-antrieb.

Bei der Festlegung der Hammergrößen in neuen Anlagen empfiehlt es sich, angemessene Leistungsreserven vorzusehen.

Herrn Direktor Hans Dreyer, „Eumuco“, AG. für Maschinenbau, sei hiermit der Dank für die Zurverfügungstellung des Prüfstandes und der Maschinen ausgesprochen.

Umschau.

Feuerfeste Zustellung für Lichtbogenöfen.

Einen Beitrag zu der wiederholt erörterten Frage der Zustellung von Lichtbogenöfen liefert N. F. Dufty¹⁾. Seine allgemein gehaltenen Ausführungen decken sich zum größten Teil mit der bei uns üblichen Zustellungsweise, jedoch sind einige Abarten bemerkenswert. Man ist in England gezwungen, den früher vom Festlande bezogenen Magnesit durch andere Rohstoffe zu ersetzen.

Zuerst wird der Ofendeckel einer eingehenden Betrachtung unterzogen, die im wesentlichen nichts Neues bringt. Silika ist nach wie vor der geeignetste Baustoff. Es wird dabei nochmal auf die wohlbekanntesten Gründe hierfür hingewiesen, wie hohe Feuerdruckfestigkeit bis dicht unter den Schmelzpunkt, geringe Empfindlichkeit gegen Kaltbearbeitung und rauhe Behandlung, geringes Nachwachsen bei hohen Temperaturen und schließlich der niedrige Preis gegenüber basischem Mauerwerk. Nach Ansicht des Verfassers sind besondere Formsteine den Normalformaten vorzuziehen, da durch das Behauen der letzten von Hand ungleichmäßige Ausdehnung während des Betriebes mit ihren schädlichen Auswirkungen erfolgen kann. Die Spitze des Widerlagers setzt man zweckmäßig von der inneren Stirnseite der Seitenwand ab, um sie vor zu hoher Temperatur und Belastung zu schützen, da sonst der ganze Deckel gefährdet ist. Sehr eingehend werden die Umwandlungsvorgänge im Silikastein beschrieben im Hinblick auf die im Betrieb unvermeidlichen Temperaturschwankungen, denen der Deckel ausgesetzt ist. Muß man den Deckel aus irgendeinem Grunde abkühlen lassen, so muß das Wiedererwärmen sehr sorgfältig durchgeführt werden, wenn ein starkes Abplatzen der Steine vermieden werden soll. Die an der inneren Stirnseite gebildete Cristobalitschicht hat nämlich eine größere lineare Ausdehnung als die unmittelbar dahinterliegende Tridymitschicht. Der Deckel büßt sonst 5 bis 7 cm seiner Stärke ein, was zwar vernachlässigt werden kann, wenn das Abplatzen am gesamten Deckel gleichmäßig vor sich geht. Andernfalls sind einige schwache Stellen nicht mehr in der Lage, das Gewicht des übrigen unbeschädigten Teiles zu tragen.

Hochtonerdehaltige Steine für den Deckel sollen dem Abplatzen besser widerstehen als Silikasteine, sie scheiden jedoch wegen ihrer geringen Feuerdruckfestigkeit von vornherein aus. Sillimanit dagegen ist ein vorzüglicher Baustoff für den Deckel, da er alle obengenannten physikalischen Anforderungen erfüllt. Gegen seine weitgehende Verwendung sprechen sein hoher Preis und der geringe Widerstand gegen kalkstaubhaltige Atmosphäre. Er kann nur mit Erfolg bei sauren Lichtbogenöfen benutzt werden. Am Schluß seiner Betrachtungen über den Deckel wendet sich Dufty gegen die allgemeine Ansicht, daß der neuzeitliche abhebbare Deckel die Schuld an dem starken Abplatzen der Silikasteine trage. Er weist darauf hin, daß diejenige Steinschicht, die während der kurzen Einsetzzeit unter die kritische Temperatur abgekühlt wird, nur sehr dünn ist. Eine Abkühlung für 12 bis 16 h wird allerdings dem Deckel sehr schaden.

Umfangreich sind die Ausführungen über die Ofenwände, wobei mehrere Steinsorten einer kritischen Betrachtung unterzogen werden. Seitenwände aus Silikasteinen werden für basische Öfen nur in sehr geringem Umfang verwendet. Sie beschränken sich nur auf ältere mit niedriger Spannung betriebene Öfen, da die Haltbarkeit von Silikaseitenwänden in dem Maß abnimmt, wie die zugeführte Energie und Lichtbogenspannung ansteigt. Mit basischen Steinen, besonders mit Magnesitsteinen, hat man gute Erfahrungen gemacht. Dufty beschreibt einige günstige Verbindungen zwischen Magnesia und Eisenoxyd und kommt zum Schluß, daß die Verbindung $MgO \cdot Fe_2O_3$, ein Magnesiaferrit mit 78 % MgO , welches bei 1750° schmilzt, den besten Baustoff für die Seitenwände darstellt. Dem Nachteil des Aufplatzens dieser Verbindung begegnet er dadurch, daß ein Bindemittel wie Forsterit, $2MgO \cdot SiO_2$, angewendet wird. Die besten Ergebnisse sind mit eisenummantelten Magnesitsteinen, besonders bei mit hoher Spannung betriebenen Öfen, erzielt worden. An der hochoberhitzten Innenseite bilden sich infolge der Oxydation des Eisenmantels Magnesiaferrite. Diese Magnesiaferrite stellen eine hochfeuerfeste Verbindung dar und die Rohre im kühleren Teil der Wände tragen zur Verstärkung der ganzen Bauart bei und verhindern ein Reißen. Angeblich soll man bei Verwendung eisenummantelter Magnesitsteine eine Seitenwandhaltbarkeit von 375 Schmelzen erreicht haben.

Chromsteine sollen sich auch besonders im unteren Teil der Wände als Trennschicht zwischen Silika- und Magnesitsteinen bewährt haben. Der hauptsächlichste Bestandteil dieser Steine ist das hochfeuerfeste Chromitspinell $MgO \cdot Al_2O_3 \cdot FeO \cdot Cr_2O_3$. Sind jedoch die Mineralien Talk und Serpentin in übergroßer Menge anwesend, dann bilden sich niedrigschmelzende Magnesia-silikate, und die Folge ist eine geringe Feuerdruckfestigkeit. Durch Zusatz genügender Magnesiamengen zwecks Bindung der Kieselsäure zu Forsterit kann der obige Nachteil beseitigt werden. Für Öfen, die ausschließlich nichtrostende oder hochchromhaltige Stähle erzeugen, sind Chromsteine sehr geeignet. Oberhalb der Schlackenzone verbietet sich ihre Anwendung wegen der Gefahr einer Reduktion von Chromoxyd.

Besonders wichtig sind Duftys Ausführungen über den Dolomit. Da bekanntlich gebrannter Dolomit noch etwas freien Kalk enthält und bei längerem Lagern oder zeitraubendem Transport die Gefahr einer Wasseraufnahme besteht, soll der freie Kalk durch Kieselsäure abgebunden werden. Dies geschieht mit Hilfe eines Zusatzes von Serpentin beim Brennen des Dolomits. Die Serpentinmenge muß so groß sein, daß der gesamte freie Kalk zu Trikalziumsilikat gebunden wird, andernfalls auch Bikalziumsilikat entsteht. Da dieses bei 675° einer isomeren Umwandlung bei einer Ausdehnung von 10 % unterliegt, muß die Bildung dieser Verbindung wegen ihrer schädlichen Einwirkung auf die Feinungsschlacke weitgehend unterdrückt werden. Der Gefahr einer Umwandlung eines etwaigen geringen Betrages von Bikalziumsilikat begegnet man durch einen Zusatz von Borsäure oder Chromoxyd. Derartig wasserfest gemachte („stabilisierte“) Dolomitsteine haben wohl eine hohe Feuerdruckfestigkeit, ihre Widerstandskraft gegen Schlackenangriff ist jedoch geringer als die von Magnesit. Oberhalb der Schlackenzone werden sie daher nicht angewendet. Im Unterteil der Wände sind sie dagegen mit Erfolg benutzt worden, da dort die Temperaturschwankungen geringer sind. Halbfeste Dolomitsteine benutzt man zum Flickern. Eine genaue Erklärung, was er unter halbfestem („halbstabilisiertem“) Dolomit versteht, gibt der Verfasser nicht an. Derartig gebranntem Dolomit fügt er zwecks Vermeidung von Wasseraufnahme etwas Schlacke oder Flußmittel hinzu, um die einzelnen Körner vor der Feuchtigkeitsaufnahme zu schützen. Die Temperaturwechselbeständigkeit dieser halbstabilisierten Steine soll sehr gut sein, ebenso ihre Widerstandskraft gegen hocheisenoxydhaltige Schlacken, und darin übertreffen sie sogar die vollkommen „stabilisierten“ Dolomitsteine. Diese halbstabilisierten Dolomitsteine werden als Ersatz für eisenummantelten Magnesit, der wegen der fehlenden Zufuhren aus der Steiermark nicht mehr zu haben ist, auch oberhalb der Schlackenzone verwendet.

Wegen Mangel an Magnesit scheiden Magnesitherde sowieso aus und außerdem waren sie in England an sich nicht beliebt. Den aus Dolomit gestampften Herden wird der Vorzug gegeben. Stabilisierter Dolomit wird gern für die unterste Lage unmittelbar auf dem Ofenmantel benutzt. Der Einbau von Thermo-elementen in den Boden soll sehr vorteilhaft sein, um frühzeitig ein Rotwerden des Ofenmantels festzustellen.

Seine Ausführungen schließt Dufty mit der Pflege und Instandhaltung der Ofenzustellung. Zwecks Schonung des frisch geflickten Herdes empfiehlt er zuerst das Einsetzen von schweren Drehspänen, bevor große Schrottstücke und Blockenden eingesetzt werden. Bei tiefen Löchern im Herd, aus denen auch der Stahl bei größtmöglicher Kippstellung des Ofens nicht herauslaufen kann, soll das Einschneiden einer Rinne vom Loch bis zur Abstichöffnung gute Dienste leisten. Man benutzt dazu Sand oder Flußspat. Diese Löcher flickt man dann mit Teer-Dolomit-Mischung und gibt als oberflächlichen Schutz etwas Staub von basischer Schlacke mit feinem Kalk.

Gegen das Wachsen des Herdes werden zwei Mittel angeführt. Ist das Wachsen auf Kalk zurückzuführen, werden diese erhöhten Stellen mit Zunder von geputzten Blöcken bestreut. Ist der Dolomit die Ursache, so beseitigt man die Erhöhungen mit Sand oder Flußspat. Bei hohen Stellen am Abstichgefälle erweist sich Zunder ebenfalls als nützlich. Tritt das Wachsen unmittelbar vor oder am Stichloch selber auf, hilft 75prozentiges Ferrosilizium radikal; daher ist es mit Vorsicht zu benutzen.

Beachtenswert ist der Vorschlag, wie man sich beim Einfallen des Steinringes, der die Kühlvorrichtung der Elektroden trägt, hilft. Ist dies während des Verlaufs einer Schmelzung geschehen, dann legt man auf den unbeschädigten Teil des Deckels zwecks gleichmäßiger Verteilung der Last mit Wasser getränkte Holzbohlen und stützt auf diese Weise die Kühlvorrichtung ab.

Gerhard Calberla.

¹⁾ Iron Steel 15 (1942) S. 224/28.

Leistungssteigerung in Walzwerken durch Betriebs- und Leistungsüberwachung.

Ein wichtiges Hilfsmittel zur Leistungssteigerung besteht in einer laufenden Betriebsüberwachung. Für Stahl- und Walzwerke kann dies in Form eines Schaubildes geschehen, das alle Betriebsvorgänge in ihrer Dauer festhält und der Betriebsleitung gestattet, etwaige den Betriebsablauf hemmende Einflüsse zu erkennen und ihre Abstellung im Rahmen des Möglichen zu veranlassen (Bild 1).

die Walzungen eingetragene Kreuz (x) das Walzen an der Block- oder Grobstraße. Jede Störung wird nach Art und Dauer in den Spalten a und z gekennzeichnet.

Da die Siemens-Martin-Blöcke, soweit sie für das Blockwalzwerk bestimmt sind, mit Blockwagen aus dem Siemens-Martin-Werk hergebracht werden, wird Anfang und Ende des Abgießens jeder für die Blockstraße bestimmten Schmelze der Ueberwachungsstelle fernmündlich übermündet und von dieser in senkrechter Linienführung auf der Siemens-Martin-Seite ein-

Datum: 30.3.43
Schicht: II
Signalist: Gombert

Thomas-Stahlwerk

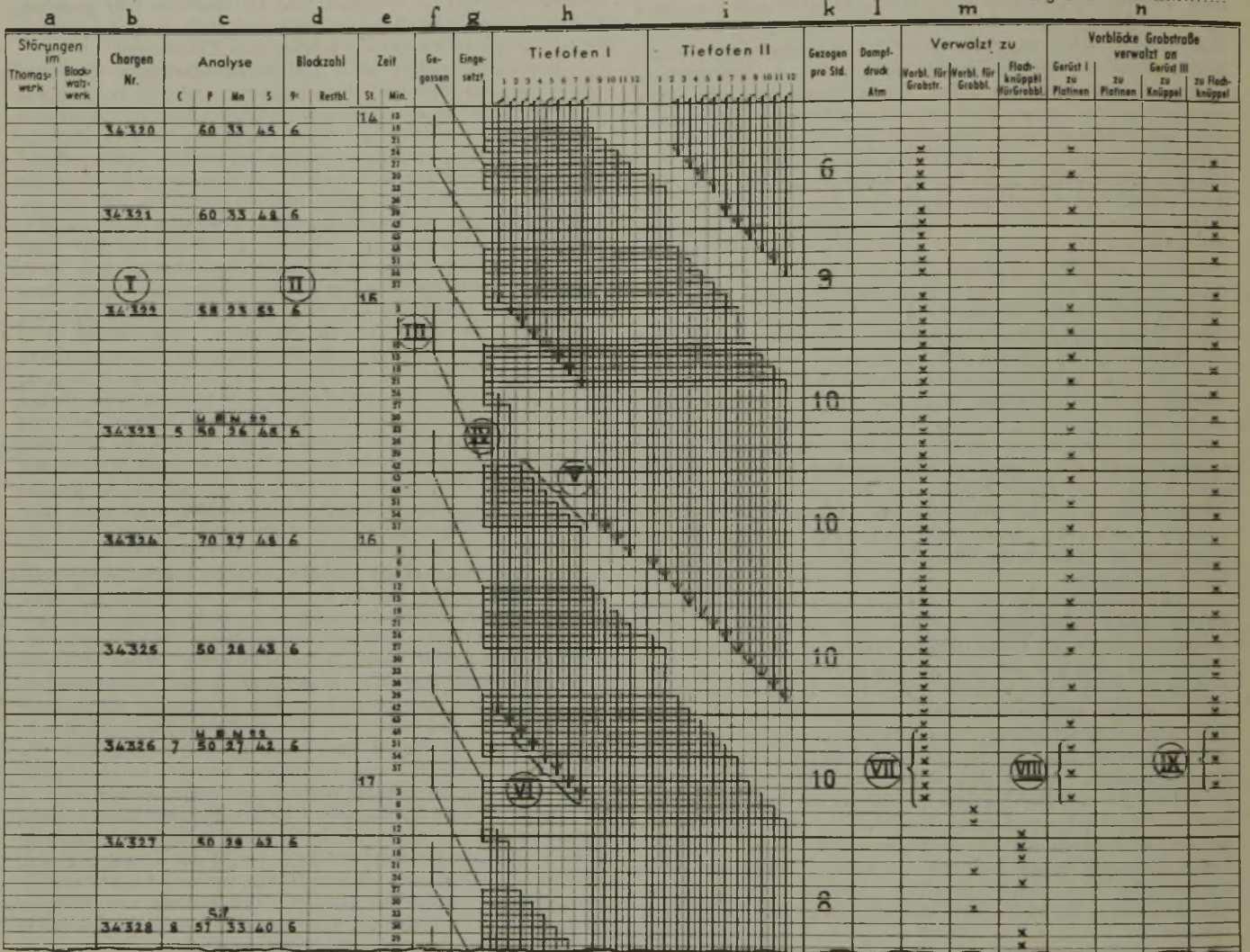


Bild 1. Schaubildliche Betriebs- und

Wie das Bild zeigt, wird jeder Block vom Gießen bis zum Fertigwalzen verfolgt. Die Linienführung für die Thomasblöcke geht von links nach rechts, für die Siemens-Martin-Blöcke in umgekehrter Richtung. Die Zeitskala verläuft senkrecht von oben nach unten und umfaßt 8 h Schichtdauer, wobei die eingetragenen Zwischenwerte jeweils 3 min betragen.

Ein solches Zeit-Ort-Schaubild enthält folgende Angaben:

Die Senkrechte unter der Spalte f „Gegossen“ bezeichnet die Gießdauer je Schmelze. Auf der Thomasseite gibt die schräg geführte Linie vom Ende des Gießens bis zum Einsatz des ersten Blockes zuzüglich der Gießdauer selbst die Stehzeit dieses ersten Blockes einer jeden Schmelze in der Gießgrube an. Der Zeitpunkt des Einsatzes selbst ist in Spalte g „Einsatz“ für jeden Block durch waagerechte Linienführung bis zur Tiefofenzelle (Spalte h, i) vermerkt, in welche die einzelnen Blöcke eingesetzt werden.

Die Stehzeit in der Gießgrube für den zweiten und jeden weiteren Block innerhalb jeder Schmelze läßt sich entsprechend den Eintragungen abgreifen.

Die Ofenstehzeiten eines jeden Blockes lassen sich aus den Senkrechten in den Spalten h, i ablesen. Der Pfeil am unteren Ende jeder Senkrechten kennzeichnet den Beginn des Ziehens der Blöcke und das auf derselben Höhe unter den Spalten m, n für

gezeichnet. Die Senkrechte unter der Spalte t „Transport“ gibt die Dauer vom Ende des Gießens bis zur Anstellung der Blöcke im Blockwalzwerk an. Von hier aus erfolgt dann die Linienführung wie die der Thomasblöcke, jedoch in umgekehrter Richtung.

Das auf diese Weise entstehende Schaubild vermittelt für jede Schicht eine klare Uebersicht über alle Betriebsvorgänge. Sowohl in wärmewirtschaftlicher als auch betriebswirtschaftlicher Beziehung lassen sich an Hand der Eintragungen wertvolle Hinweise ableiten, die der Leistungssteigerung dienen können. Die Vorteile der Ueberwachung sind mannigfaltig. Es sei nur auf die stets gegebene Ueberwachung der Abfuhrzeiten der Siemens-Martin-Blöcke, auf die unter Umständen allzu langen Stehzeiten der Blöcke in der Gießgrube, die durch gewissenhafte Eintragungen in das Schaubild leicht in ihren Ursachen erkannt und danach abgestellt werden können, sowie auf die Ausnutzung der Ofen und die Ueberwachung der Aufenthalte hingewiesen. Die Prüfung der Stundenleistung der Blockstraße (Spalte k) unter Berücksichtigung der gewalzten Querschnitte (Spalten m, n) ergibt ebenfalls ein aufschlußreiches Bild über die Ausnutzung der Walzenstraße sowie der Blockfolgezeiten.

Beispiel: Wie das Schaubild zeigt, wurden am 30. März 1943 auf Mittagsschicht 20 Thomasschmelzen, davon 2 Gespannschmelzen, abgegossen. Die Schmelzenfolgezeit betrug somit in

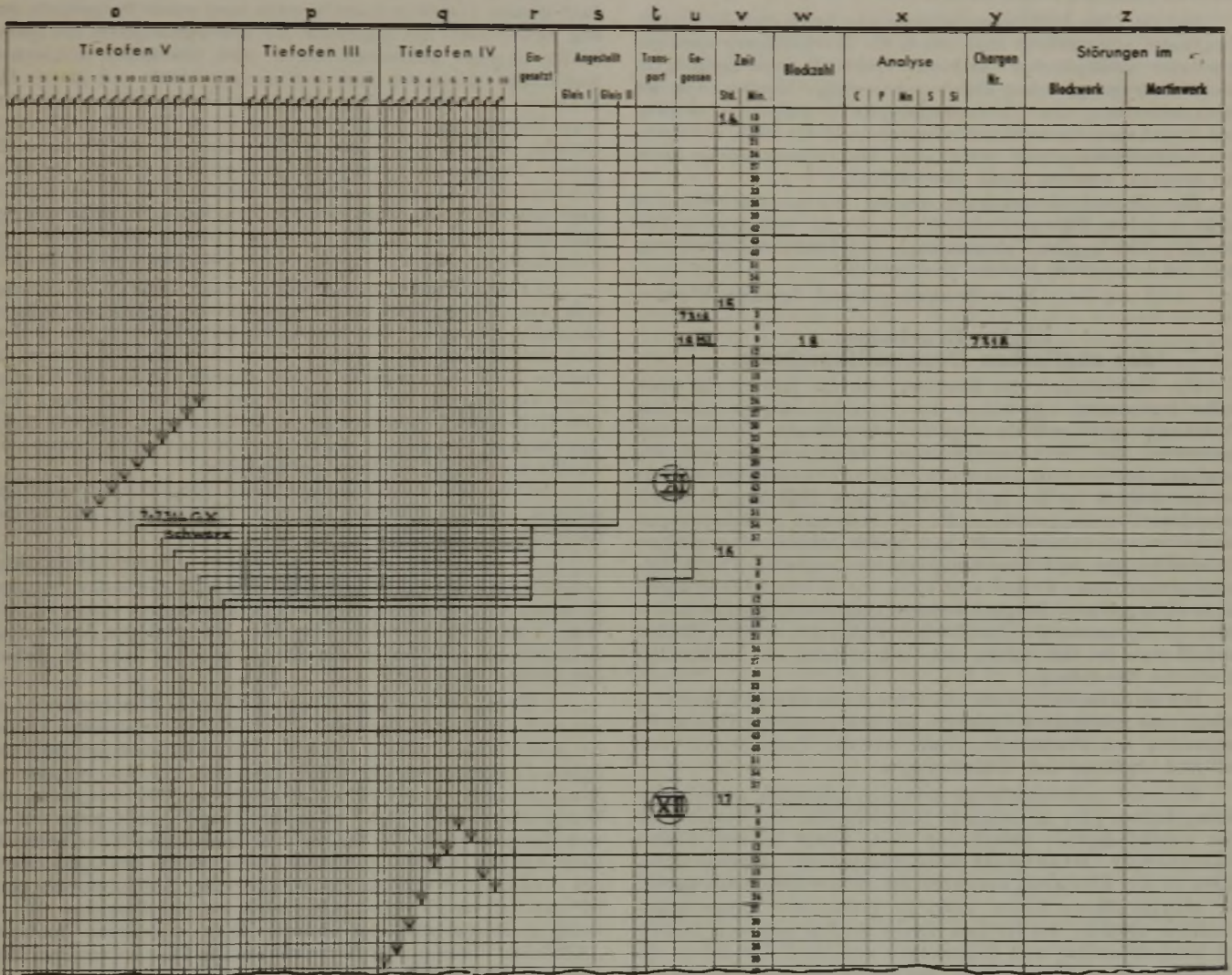
$8 \text{ h} \frac{480}{20} = 24 \text{ min.}$ Das Stahlwerk arbeitete hierbei im Zwei-Konverter-Betrieb, da sonst in der Spalte a der Ausfall eines Konverters vermerkt wäre.

Verfolgt man z. B. die Thomasschmelzen 34 322 (I), so sind nach Spalte d (II) 6 Blöcke abgegossen. Abgegossen wurde nach Spalte f (III) von 15.03 Uhr bis 15.15 Uhr; die Zeit hierfür betrug somit für die 6 Blöcke 12 und für jeden einzelnen dieser Blöcke durchschnittlich 2 min. Da das Einsetzen des ersten Blockes dieser Schmelze nach Spalte g (IV) um 15.40 Uhr erfolgte, betrug

bilder der vorhergehenden und der folgenden Schicht festgestellt werden.

Bei Verfolgung der Siemens-Martin-Schmelze 7318 (X) stellt man unter der Spalte „u“ eine Gießdauer für das Abgießen von 18 Blöcken von 15.15 bis 16.08 = 53 min fest (XI). Die Zeit des Beladens und Beförderns von zwei mit 10 Blöcken beladenen Wagen betrug vom Ende des Gießens ab 154 min (XII), d. i. von 16.08 bis 18.42 Uhr, während das Einsetzen der 10 Blöcke in Tiefofen IV eine Zeit von 18.42 bis 19.11 Uhr in Anspruch nahm. (Im abgebrochenen Schaubild nicht mehr erkennbar.)

Siemens-Martin-Stahlwerk



Leistungsüberwachung in Stahlwerken.

seine Stehzeit in der Gießgrube von 15.03 bis 15.40 Uhr = 37 min. Die übrigen 5 Blöcke wurden stets in denselben Abständen von je 3 min eingesetzt, so daß ihre Gießgrubenstehzeit mit jeweils ebenfalls rund 37 min angesehen werden kann. Die 6 Blöcke wurden nach Spalte h (V) in Tiefofen I in der Zeit von 15.40 bis 15.55 Uhr in unmittlbarer Folge in die Zellen 3 bis 8 eingesetzt. Die Ofen-Stehzeit für den ersten Block der Schmelze ist von 15.40 bis 16.51 Uhr mit 71 min ausgewiesen. Da das Einsetzen ebenso wie das Ziehen aller 6 Blöcke jeweils in denselben Zeitabständen von 3 min erfolgte, ist die Ofen-Stehzeit bei allen Blöcken mit 71 min dieselbe. Auf der Linie, die das Ende der Ofen-Stehzeit (VI) angibt, findet sich rechts in den Spalten m und n die Art der Walzung. Sämtliche 6 Blöcke wurden an der Blockstraße (VII) zu Querschnitten für die Weiterverwalzung an der Grobstraße ausgewalzt, davon der zweite, vierte und sechste Block (VIII) zu Platinen an Gerüst I und der erste, dritte und fünfte Block (IX) zu Flachknüppeln an Gerüst III.

Durch die in Zeitabständen von je 1/2 h fett gedruckten Waagerechten kann die auf die Blockzahl bezogene Halbstundenleistung in der Spalte k besonders herausgestellt werden.

Die ungleich längeren Ofen-Stehzeiten der Siemens-Martin-Blöcke, die durch das Heranbringen aus dem Siemens-Martin-Werk und dem hieraus folgenden Wärmeverlust bedingt sind, können im vorliegenden Falle nur bei Einsichtnahme in die Schau-

Bei einem Blick auf die Siemens-Martin-Seite des Bildes ergibt sich ohne weiteres die Feststellung, daß keiner der Tiefofen III, IV und V ausgenutzt und daß diese schlechte Ausnutzung auf den Mangel an verfügbaren Siemens-Martin-Blöcken zurückzuführen war. Hier muß die erforderliche Planung durch die Meister und Betriebsleiter einsetzen, damit ein Höchstmaß der Ofenleistung erreicht werden kann.

Störungen an dem maschinellen Teil der Anlage sind nicht entstanden. Im übrigen geht jede Störungsdauer im Walzbetrieb aus dem Fehlen der Kreuze in den Spalten m und n hervor, in welchen Raum auch die Art dieser Störungen eingetragen wird, die der Ueberwachungsstelle sofort nach ihrer Behebung durch den Maschinenbetrieb gemeldet wird.

In diesem Zusammenhang verdient die Zweckmäßigkeit der Anlage eines Störungskatalogs hervorgehoben zu werden, der nach den in den Schaubildern gemachten Aufschreibungen zusammengestellt werden kann. Bei der Feststellung gleichartiger Störungen mit einer gewissen Häufigkeit lassen sich dann meist deren Ursachen beheben.

Das Büro der Ueberwachungsstelle befindet sich im vorliegenden Falle in einer Lage, von der aus die Gießgrube des Thomas-Stahlwerkes, die gesamte Tiefofenanlage, die Blockstraße und die drei Gerüste der Grobstraße leicht zu übersehen

sind; auch für die beiden Schmalspurgleise, auf denen die vom Siemens-Martin-Werk anzuliefernden Rohblöcke angestellt werden, besteht die gleich gute Uebersicht. Durch eine solche günstige Lage der Ueberwachungsstelle sind die ersten Voraussetzungen für die Betriebsüberwachung gegeben. Die Ueberwachungsstelle ist mit einem Kriegsversehrten oder Unfallbeschädigten je Schicht aus dem betreffenden Betriebe besetzt.

Da die Besetzung der Tiefofen bisher stets von den Tiefenleuten auf die bei jeder Gruppe aufgestellten Tafeln eingezeichnet wurde und die Möglichkeit einer Vortäuschung von besetzten Tiefofenzellen immer gegeben war, wurde die Ueberwachungsstelle vollständig vom Betrieb losgelöst und der neutralen Betriebswirtschaftsstelle unterstellt.

Erfolg. Die Vorkriegserzeugung war durch eine Reihe von Einflüssen, nicht zuletzt auch durch die Beschäftigung uneingearbeiteter ausländischer Arbeiter, erheblich zurückgegangen. Dieser Erzeugungsverlust konnte schon einige Monate nach der Inbetriebsetzung der Ueberwachungsstelle aufgeholt werden. Auf Grund einer nachweislich mindestens 15 bis 20 % betragenden Leistungssteigerung wurde die Vorkriegserzeugung nicht nur erreicht, sondern sogar überschritten.

Eine Betriebsüberwachung wie die beschriebene läßt sich leicht in jedem Walzwerk einrichten. Der im vorliegenden Fall erreichte Erfolg gibt Veranlassung, eine ähnliche Einrichtung auch für die anderen Straßen zu empfehlen.

Max Reckziegel und Johann Wax.

Einige Ergebnisse der englischen Drahtseilforschung.

Die Vielseitigkeit der Einflüsse, die die Bewährung eines Seiles bestimmen, läßt neben den versuchsmäßig gewonnenen Forschungsergebnissen ein möglichst weitgehendes Erfassen und Auswerten der Betriebserfahrungen besonders wertvoll erscheinen. Im Bergbau, einem der größten Drahtseilverbraucher, werden deshalb im In- und Ausland diese Erfahrungen durch besondere Forschungsstätten, die alle Seil- und Seilfahrtsfragen bearbeiten, zusammengefaßt und durch laboratoriumsmäßige Untersuchungen und Forschungsarbeiten ergänzt. Die Tätigkeitsberichte dieser Forschungsstätten, die in Deutschland durch die in allen größeren Bergbaubezirken vom Bergbau selbst unterhaltenen sogenannten Seilprüfstellen verkörpert werden, finden deshalb stets bei Herstellern und Verbrauchern von Drahtseilen erhebliche Beachtung.

Der 18. Jahresbericht des „Safety in Mines Research Board“¹⁾ befaßt sich mit einigen Ursachen für das vorzeitige Unbrauchbarwerden von Förderseilen sowie mit der Tragfähigkeit von Seil-Endvergüssen und Hilfsklemmen.

Während meist ungünstige Arbeitsbedingungen, ungeeignete Seilmacharten oder ungeeignete Schmiermittel die Ursache für eine unbefriedigende Bewährung sind, wurde in drei Fällen fehlerhafter Drahtwerkstoff festgestellt. Offensichtlich waren an den Knüppeln, aus denen die Drähte hergestellt waren, die unbrauchbaren Enden nicht in genügender Länge abgeschnitten worden. Im fertigen Draht zeigten sich nun Stellen mit Schlackenzeilen und Seigerungen und als Folge davon ein Aufspalten der Drähte im Seil. Bei einem Förderseil wurde dadurch die Betriebszeit auf etwa ein Drittel der sonst erreichten heruntergedrückt. Die Fehlstellen lagen im Innern der Drähte. Das Aufspalten, das entlang den Schlackenzeilen erfolgte, zeigte sich einmal an den Bruchenden, weiter aber auch an Korrosions- und Druckstellen, durch die die vorher noch zusammenhängende Drahtoberfläche beschädigt war. Besonders durch die Biegebeanspruchungen beim Aufwickeln auf einer verhältnismäßig kleinen Trommel und bei hohem seitlichem Druck wird das Spalten solcher Drähte begünstigt.

Bei zwei Förderseilen bestand die Seele aus Jute, also aus weichem Werkstoff. Diese ist zur reichlichen Aufnahme von Tränkungsmitteln wohl geeignet. Eine zweite, ebenso wichtige Aufgabe der Seele ist es aber, eine feste Auflage für die Litzen zu bilden, ihren nach innen gerichteten Druck, der durch die Belastung hervorgerufen wird, aufzunehmen und damit ein zu starkes gegenseitiges Drücken der Litzen zu verhindern. Eine Weichfaser ist dafür nicht widerstandsfähig genug, für Förderseile soll deshalb nur Manilahanf, also Hartfaser, verarbeitet werden. Die Verwendung von Jute führte infolge des übermäßigen gegenseitigen Druckes der Litzen zur Ermüdung und zum Bruch der Außendrähte an den Litzenberührungstellen. In einem Fall riß dadurch ein 38 mm dickes Längsschlagseil nach einer Betriebszeit von etwa 14 Monaten. Vermutlich wurden die Drahtbruchenden zwischen den Litzen eingeklemmt und konnten

auch beim Biegen über die Scheiben nicht herausfedern, die Schwächung des Seiles wurde infolgedessen nicht rechtzeitig bemerkt. Die Untersuchung ergab in der Nähe des Bruches in allen Außendrähten zahlreiche Dauerbrüche, teilweise wiesen auch die Innenlage und der Kern Dauerbrüche auf. Die Juteseele war auf dieser Strecke zermürbt.

Während in Deutschland zur Herstellung von Förderseileinbänden durchweg die Klemmwirkung benutzt wird, vergießt man in England die Seilenden meist in kegelförmigen Muffen mit Weißmetall. Dabei ist ein genügendes Reinigen der Drähte vor dem Vergießen erforderlich. Bei einem Seil in verschlossener Machart, das schon 39 Monate in Betrieb war, war dies nicht genügend beachtet worden. An dem Verguß, der etwa fünf Monate vorher erneuert worden war, wurde festgestellt, daß alle Außendrähte am Eintritt in die Hülse gebrochen, die Innendrähte dagegen unversehrt waren. Die Oberfläche der letzten war infolge der guten Innenschmierung blank und glatt. Die Schmiere, die vorher nicht genügend entfernt worden war, kochte beim Vergießen und verhinderte ein gutes Binden des Vergußmetalls, die Drähte konnten so bei Belastung des Seiles nachgeben. Demgegenüber saßen die Außendrähte fest, da sie ziemlich trocken und durch Rostnarben aufgeraut waren, sie wurden überlastet und brachen im Betrieb. Zum Reinigen der Drähte vor dem Vergießen hat sich Petroleum am besten bewährt. Dabei muß jeder Draht gründlich gerieben und von Fettsuren befreit werden.

In Deutschland werden übrigens andere Seile, z. B. Aufzugseile sowie Trag-, Zug- und Spannseile von Seilschwebbahnen, ebenfalls vergossen. Die hier gemachten Erfahrungen decken sich ziemlich mit den beschriebenen. Zweckmäßig werden die Drähte vor dem Vergießen durch Eintauchen in ein Zinnbad unter Verwendung von Lötwasser oder Salmiak verzinnt. Von dem Haften des Ueberzuges an den Drähten kann man sich durch Augenschein überzeugen, ein Haften der einwandfrei verzinten Drähte im Verguß ist dann gewährleistet.

Um die besten Bedingungen beim Vergießen zu ermitteln, wurden folgende Einflüsse auf die Tragfähigkeit der Seilbefestigung untersucht:

1. Vorwärmen der Vergußmuffe. Als geeignete Temperatur wurden 100° festgestellt. Wohl ist die aufgenommene Belastung bei stärkerem Vorwärmen höher, aber dabei ist das Wagnis zu groß, daß durch die Hitze während des Anwärmens Schmiere aus dem Seil in den Vergußteil tropft und ein Haften der Drähte verhindert.

2. Temperatur des Vergußkopfes. Um festzustellen, wie weit ein Verguß abgekühlt sein muß, um ein sicheres Tragen zu gewährleisten, wurde während des Abkühlens bei verschiedenen Temperaturen die Kraft bestimmt, die ein vergossener Draht aushielt. Das Weißmetall wurde mit 350° vergossen, bei Temperaturen unter 140° stieg die Tragfähigkeit proportional dem Temperaturabfall. Bei einer hinreichenden Sicherheitszahl kann die Last angehängt werden, wenn die Tragfähigkeit 80 % des Höchstwertes erreicht hat, was bei einer Abkühlung auf etwa 60° der Fall ist. Nicht erwähnt wird, was bei Erreichen der jeweiligen Höchstbelastung eintrat. Der verwendete Ausdruck „Adhäsion“ ließe auf ein Herausziehen des Drahtes aus dem Verguß schließen, jedoch ist besonders bei den niedrigeren Temperaturen anzunehmen, daß der Draht gerissen ist.

3. Ferner wurde noch die Abkühlungszeit des Vergußkopfes bis zum Erreichen einer sicheren Tragfähigkeit des Seiles bestimmt. Die Versuche wurden mit fünf Einbänden verschiedener Größe vorgenommen, die Muffen, die vor dem Vergießen auf 100° vorgewärmt waren, enthielten jeweils Seile der passenden Größe. Der Verguß für ein 16 mm dickes Seil kühlte in 15 min, der für ein 51-mm-Seil in 170 min auf 60° ab. Die übrigen Vergußgrößen und ihre Abkühlungszeiten lagen dazwischen.

Bei verschiedenen betrieblichen Arbeiten kommt es vor, daß der Seileinband an der Trommel gelöst oder die Seilstrecke zwischen Hängebank und Fördermaschine entlastet werden muß. Das gesamte Seilgewicht, das beispielsweise bei einem 51 mm dicken Dreikantlitzenseil und einer Teufe von 900 m etwa 10 t beträgt, muß dann an der Hängebank abgefangen werden. Zu diesem Zweck werden an das Seil Holzklemmen angeschraubt, mit denen es sich auf den über den Schacht gelegten Trägern auflegt. Durch Versuche wurde die Kraft ermittelt, die erforderlich ist, um ein Seil durch eine solche Klemme durchzuziehen. Die für die Versuche verwendeten Klemmen bestanden aus je zwei Eichenholzklötzen 150 × 150 × 75 mm³ mit dem Seil angepaßt, senkrecht zur Holzfaserverlaufenden Rillen. Die Hölzer werden mit zwei Schrauben gegen das Seil gezogen. Sie müssen dabei noch so viel Abstand voneinander haben, daß ein festes Anziehen mit Sicherheit gewährleistet ist. Auf der Rückseite waren die Holzklötze mit 10 mm dickem Stahlblech beschlagen.

¹⁾ Iron Coal Tr. Rev. 143 (1941) S. 145.

Die Versuche wurden mit zwei verschiedenen Seilen durchgeführt, die Ergebnisse gehen aus der nachstehenden **Zahlentafel** hervor:

Seil- durch- messer	Bohr- rung	Abstand	Schrauben-		Schlüssel- länge	Höchst- belastung
			Durch- messer	Zahl		
mm	mm	mm	mm		mm	t
43	32	12,5	23,4	3	356	2,5
51	54	19	31,7	3	508	4,0

Zweckmäßig wird das Seil an der Klemmstelle mit Hanfsehnur umwickelt. Bei dem 51-mm-Seil hielten drei übereinander, gesetzte Klemmen 13 t; dieser Wert erhöhte sich noch etwas, wenn man die Klemmen abwechselnd um 90° gegeneinander versetzte. Eine einzelne lange Klemme mit vier Schraubenpaaren ergab bei dem gleichen Seil eine Höchstbelastung von 10 t. Die Bohrung verlief hier in Faserrichtung.

Richard Meebold.

Wirtschaftliche Rundschau.

Die indische Walzwerkserzeugung.

In einem Bericht der Bengalischen Handelskammer vom 27. März 1943 wird die indische Walzwerkserzeugung des Jahres 1942 wie folgt angegeben (in metr. t):

Halbzeug, zum Verkauf bestimmt	39 613
Walzdraht	81 802
Formstahl	193 536
Stabstahl (Betonstahl)	151 024
Grobbleche	116 554
Mittelleche	36 593
Feinbleche	79 723
Bandstahl, warm und kalt gewalzt	27 423
Stahlröhren	51 313
Gezogener Draht	63 233

Alle anderen Erzeugnisse wie Bauzeug für Eisenbahnwagen, Schienen, Stahlguß, Spundwandstahl (seit 1940 in verstärkter Erzeugung) usw. werden nicht aufgeführt. Die Erzeugung kann aber nicht sehr groß gewesen sein. Im ganzen muß sie etwas unter der des letzten Friedensjahres gelegen haben. Neben Mangel an Roheisen (hohe Zwangsausfuhr) macht sich besonders der Mangel an Maschinen bemerkbar, da seit 1940 so gut wie überhaupt keine Ersatzlieferungen für Walzwerkseinrichtungen stattgefunden haben, und Bestellungen aus dem Jahre 1941 immer noch nicht erledigt sind. Auch war 1942 in zunehmendem Maße eine Flucht der Arbeiter aus den in Bengalen gelegenen Stahlwerken festzustellen; ein voller Ersatz konnte nicht gefunden werden. Für 1943 wird ein weiterer leichter Erzeugungsrückgang angekündigt.

Die Einfuhr betrug 1942 nur insgesamt 65 000 t für alle Walzwerkserzeugnisse zusammen. Im letzten Vierteljahr wurde so gut wie gar nichts eingeführt. Die Ausfuhr dagegen belief sich 1942 auf nicht weniger als 279 000 t. Einzelheiten werden nicht angegeben. Es ist aber anzunehmen, daß Schienen, Monierstahl und Bleche den Hauptteil ausmachen.

Wenn man bedenkt, daß Indien vor dem Kriege sehr große Mengen Walzwerkserzeugnisse einfuhrte und, abgesehen von Roh-eisen und geringen Mengen Rohstahl, nur wenige tausend Tonnen Walzwerkserzeugnisse ausgeführt hat, so kann man ermes-sen, in welcher außerordentlich schwerwiegenden Weise der gesamte Inlandsbedarf gedrosselt worden ist. Es ist selbstverständlich, daß der größte Teil der noch anfallenden Inlandliefermengen von der Heeresverwaltung für militärische Zwecke beansprucht wurde, während dieser Anteil bis 1939 nur ganz geringfügig war.

Vereinsnachrichten.

Arbeitstagung in Thale.

Am Sonnabend, dem 15. Mai 1943, hielt der Verein Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT, wiederum in der Harzstadt Thale eine Arbeitstagung ab. Nachdem im Vorjahre für Veranstaltungen dieser Art im mitteldeutschen Bezirk ein so guter Auftakt gegeben worden war, konnte auch bei der diesjährigen Tagung wieder mit starker Anteilnahme gerechnet werden. Die dahingehenden Erwartungen wurden aber noch übertroffen, und so konnte denn auch Professor Dr.-Ing. H. Sedlaczek, Thale, der die Tagung leitete, eine besonders große Zahl von Mitgliedern und Gästen herzlich willkommen heißen. Sein Gruß galt zunächst den Hoheitsträgern der Partei, den Vertretern der Wehrmacht, verschiedener Reichs- und Kommunalbehörden sowie der Wissenschaft. Mit seinem Willkommengruß an die zahlreichen Mitglieder konnte er gleichzeitig unter lebhafter Zustimmung der Versammlung bekanntgeben, daß in Verfolg schon länger ge-

hegter Pläne und in Bestätigung früherer Verabredungen der Beschluß gefaßt worden sei, die Mitglieder des mitteldeutschen Bezirks zur Förderung der gemeinsamen Arbeit enger zusammenzuschließen. Dieser Zusammenschluß zur Eisenhütte Mitteldeutschland soll sich über mehrere Gaue erstrecken, um bei der zum Teil nur sehr geringen Zahl von Mitgliedern in verschiedenen Gauen auf diese Weise die notwendige Arbeitsfähigkeit sicherzustellen. Sein Gruß klang aus in den Aufruf an alle Mitglieder, sich den Aufgaben, die gestellt werden, vorbehaltlos zur Verfügung zu stellen.

An zweiter Stelle überbrachte Dipl.-Ing. Otto die Grüße und Wünsche des Gauamtsleiters für Technik, Dipl.-Ing. F. Köhns, Magdeburg. Er wies in seinen Ausführungen auf die besonderen Aufgaben hin, die dem deutschen Ingenieur heute in immer stärkerem Maße zufallen, und wünschte gedeihliche Arbeit.

Oberbereichsleiter Kreisleiter Ay gab anschließend seiner Freude darüber Ausdruck, daß als Tagungsort wiederum Thale mit seiner schönen Umgebung gewählt worden sei. Den Teilnehmern werde dadurch beste Gelegenheit geboten, nach getaner Arbeit in der herrlichen Natur neue Schaffenskraft zu schöpfen für die Arbeit im Betrieb.

In Vertretung des durch eine Dienstreise verhinderten geschäftsführenden Vorstandsmitgliedes des Hauptvereins, Dr. O. Petersen, Düsseldorf, übermittelte Dr.-Ing. K. Thomas, Düsseldorf, die herzlichsten Grüße des Hauptvereins und seiner Geschäftsführung; er sagte dabei zugleich herzlichen Dank den Eisen- und Hüttenwerken A.-G., Werk Thale, das, wie auch im Vorjahre, wieder den Teilnehmern an der Tagung die Besichtigung der Hüttenwerksanlagen gestattet hatte. Er begründete sodann die Notwendigkeit, bei der Schaffung des Bezirksverbandes Eisenhütte Mitteldeutschland über die Gaugrenzen hinauszugehen, und unterstrich noch einmal die Bedeutung der Arbeitstagungen, die ebenso wie die Veranstaltungen in den Häusern der Technik notwendig sind, um das oft in kleinen Kreisen Erarbeitete auch an den letzten Mann im Betrieb heranzutragen und für die Tagesaufgaben nutzbar zu machen. Er gab weiter einen kurzen Ueberblick über die Aufgaben, die zur Zeit im Hauptverein bearbeitet werden und bei denen, was natürlich ist, die Leistungssteigerung das alles Beherrschende darstellt. Als besonders wertvoll wurde dabei die Verbindung herausgestellt, die durch die Uebertragung der Hauptgeschäftsführung des Hauptringes Eisenerzeugung und der ihm angeschlossenen Sonderlinge und Arbeiterlinge an den Verein Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT, gegeben ist. Den seit Jahrzehnten bewährten Fachausschüssen verbleibt nach wie vor die Entwicklungsarbeit, während sich die Tätigkeit der Ringe auf die praktische Durchführung aller Maßnahmen zur Leistungssteigerung erstreckt. An einzelnen Stichworten wurden sodann die Hauptaufgaben herausgestellt, die sich auf den verschiedenen Gebieten zur Leistungssteigerung ergeben. Die Lösung der vielen Aufgaben erfordert bei der Notwendigkeit, in Kürze zu Erfolgen zu kommen, die Zusammenfassung aller Erfahrungen und allen Wissens. Der Erfahrungsaustausch auf freiwilliger Grundlage verbürgt dabei den besten Erfolg. Die Pflege der Kameradschaft und des Zusammengehörigkeitsgefühls gerade in den Bezirksverbänden ist hierfür von besonderer Wichtigkeit, und auch darin liegt eine der wesentlichen Aufgaben, die dem neuen Bezirksverband zugedacht sind.

Zu Punkt 1 der Tagesordnung erstattete Dr.-Ing. K. Köhler, Schifflingen, seinen Vortrag über

„Wege zur Steigerung des Ausbringens im Eisenhüttenwerk“.

Der Vortragende führte dabei etwa folgendes aus:

Die Steigerung des Ausbringens ist das einfachste Mittel zum Erhöhen der Erzeugung. Diese Erhöhung erfordert im allgemeinen keine besondere Energie und keinen zusätzlichen Arbeitsaufwand. Notwendig ist es hierzu, die Verlustquellen zu untersuchen und zu werten. Mit diesen Aufgaben beschäftigten sich die weiteren Ausführungen. Im hüttenmännischen Betrieb entstehen Verluste durch chemische Umsetzungen, z. B. beim Verschlacken des Eisens, und durch mechanische Vorgänge, z. B. als Eisenbären oder Schrott. Scheiden die Verluststoffe aus dem Verfahren aus, so ist das darin enthaltene Eisen restlos verloren; die übrigen, die Kreislaufstoffe, sind um so unerwünschter, je weiter sie von der Entfallstelle entfernt wieder eingesetzt werden, je mehr Energie und Arbeit sie dementsprechend bis zur endgültigen Umwandlung in Eisen und Stahl erneut erfordern.

Am Hochofen entstehen Verluste durch Verschlacken von Eisen in der Hochofenschlacke, durch Eisengranalien in der Schlacke, Pfannenschalen, Rinneneisen, und durch den Gichtstaub. Verluste durch Entschwefelungs- und Mischerschlacke sind hier anzuschließen. Die Verschlackungsverluste steigen bei saurer Schlacke. Erzvorbereitung durch Brechen und teilweises

Sintern sind auch zum Erhöhen des Ausbringens zu empfehlen. Die restlichen Verluste können durch die geschickte Betriebsführung weitgehend herabgesetzt werden.

Im Thomaswerk wird ein Teil des Eisens verschlackt, ein anderer Teil wird mechanisch mit in die Schlacke gerissen. Weitere Verluste treten als Konverterbären, Auswurf und Dachstaub im Zusammenhang mit dem Verblasen auf. Schließlich entstehen noch Verluste durch Pfannenschalen, Restblöcke und Abfälle in der Gießgrube. Die Verluste durch verschlacktes Eisen lassen sich nur in engen Grenzen verbessern. Die übrigen Verluste sind bei den einzelnen Werken sehr unterschiedlich, so daß durch genaue Ueberwachung häufig große Erfolge erzielt werden können.

Im Walzwerk mindern Abbrand und Schrott das Ausbringen. Der Schrottentfall ist entsprechend dem Querschnitt und der Art des Walzerzeugnisses, sowie je nach der Zusammensetzung des Ausgangsrohblocks sehr unterschiedlich. Richtwerte für verschiedene Erzeugnisse werden mitgeteilt. Bei technisch einwandfrei eingerichteten Betrieb muß darauf gehalten werden, daß den Fertigstraßen die richtigen Vorblockgewichte angeliefert werden und daß an der Schere und in der Zurichtererei jedes irgend verwendbare Stück des Walzstabes als Fertigerzeugnis zum Versand kommt.

Eine tägliche Kontrolle des Ausbringens nach Schichten ist in allen Betrieben unumgänglich notwendig, damit ständige Ueberwachung und sofortiges Eingreifen möglich ist. Ergebnisse, die erst nach Wochen bekanntgegeben werden, helfen dem Betriebsleiter nichts. Für die Tagesrechnungen müssen die festgestellten Gewichte der Abfallstoffe als Unterlage dienen; Rechnungen mit Anhaltzahlen haben keinen Wert. Diese Einrichtungen erfordern, bis sie eingelaufen sind, zusätzlichen Arbeitsaufwand; der Erfolg lohnt jedoch in kürzester Frist die Mühe.

In der Erörterung ging M. Paschke, Clausthal, vor allem auf die für den Hochofenbetrieb gezogenen Vergleiche über das Arbeiten mit verschiedenen Erzen und nach verschiedenen Schmelzverfahren ein und gab weitere Hinweise über die Möglichkeiten zur Ausweitung der Erzeugung durch verbesserte Verfahren und Betriebsführung.

Zu Punkt 2 sprach Dr.-Ing. W. Winkler, Magdeburg-Buckau, zu dem Thema:

„Grundlagen des Breitbandwalzens“.

Nach kurzer Behandlung der Vorgänge beim Breitbandwalzen auf kontinuierlichen Bandstraßen ging der Vortragende insbesondere auf die Fragen der Stärkenabweichungen ein; sie werden durch mechanische und wärmetechnische Einflüsse bestimmt.

Zu den mechanischen Einflüssen gehören die Gerüstdeformationen und die Walzendurchbiegung. Die Gerüstdeformationen sollen entsprechend der Kalibrierung bemessen werden. Den Einflüssen der Walzendurchbiegung ist durch entsprechenden Walzenschliff zu begegnen.

Zu den wärmetechnischen Einflüssen ist die Aenderung der Stärkenabweichungen durch Aenderung der Kühlung über die Bandbreite zu zählen, weiter die Abkühlung des Walzgutes und die dadurch bedingte Walzdruckerhöhung während der Durchführung des Stiches. Der Vortragende glaubt, daß genaues Walzen nur auf solchen Straßen zu erreichen ist, bei denen auf jedem Gerüst nur ein Stich gemacht wird. Oefen zwischen den Gerüsten bewirken einen Ausgleich der Temperaturunterschiede zu Anfang und Ende des Bandes und damit eine Verbesserung der Stärkenabweichungen.

In der Erörterung ging H. Sedlacek auf das Verhältnis mechanisierte Feinblechstraße und Breitbandwalzwerk ein. Das Feinblechwalzwerk ermöglicht das warme Herunterwalzen bis zu etwa 0,3 mm, während die Endstärke bei der Breitbandstraße bisher auf etwa 1,5 mm und mehr beschränkt ist, so daß zu der Warmbandstraße unbedingt das Kaltwalzwerk gehört. Das Verhältnis von Erzeugungs- und Anlagekosten spricht zugunsten der automatischen Feinblechstraße. Der Vorteil der Bandanlage liegt im besseren Ausbringen und in der erheblich geringeren Leutezahl.

Der Weg zur Erweiterung des Arbeitsbereiches der Breitbandstraße würde in der Anwendung dünner Arbeitswalzen liegen, wie sie sich auch beim Kaltwalzen — worauf auch R. Kurz, Friedenshütte O.-S., in einem weiteren Erörterungsbeitrag hinwies — bewährt haben. Die Ueberlegenheit der Bandstraße würde nach den Ausführungen von H. Sedlacek vollkommen sein, wenn es gelingen würde, das Walzverfahren nicht im bildsamen, sondern im teigigflüssigen Zustande auszuführen. Dabei müßte der Vorgang der Zustandsänderung ins Teigigflüssige

im Augenblick des Materialdurchganges durch die Walzen erfolgen und dann unmittelbar nach dem Verlassen der Walze durch geeignete Kühlvorrichtungen wieder der bildsame Zustand hergestellt werden. Ob sich ein solches Verfahren durch überkritische Walzgeschwindigkeiten oder durch Wärmezufuhr mittels Kontaktverfahren oder ähnliches durchführen läßt, wäre durch Versuche zu ermitteln.

Zu Punkt 3 der Tagesordnung gab in einem mehr allgemeinen Vortrag Professor Dr.-Ing. R. Durrer, Berlin, einen „Ueberblick über die Weltvorkommen und Weltgewinnung an kriegswichtigen Rohstoffen, vor allem für die Hüttenindustrie“.

An Hand übersichtlicher schaubildlicher Darstellungen zeigte der Vortragende zunächst, mit welchen Eisenvorkommen in der Welt zu rechnen ist, wie diese auch im Zusammenhang mit den gegenwärtig in Anwendung befindlichen Verhüttungsverfahren zu werten sind. In einem weiteren Abschnitt behandelte er sodann den so wichtigen Rohstoff Kohle, auch hier mit Rücksicht auf die gegenwärtigen Nutzungsmöglichkeiten. In ähnlich lehrreichen Ausführungen ging er dann ein auf die sonst noch wichtigen Metalle, wie z. B. Mangan, Vanadin, Nickel, Kobalt, und andere Metalle, die als Legierungsmittel für die Stahlerzeugung von besonderer Bedeutung sind. Auch Kupfer und Zinn bezog er in seine Betrachtungen ein und schloß seinen Vortrag mit einem Hinweis auf die verantwortungsvolle Nutzung der uns von der Natur zur Verfügung gestellten Rohstoffe.

Zum Abschluß der Tagung wurden zwei Kurzfilme vorgeführt, die sowohl den Gästen als auch den Fachleuten einen willkommenen Einblick in die Arbeitsweise einer automatischen Feinblechstraße und einer Warmbandstraße vermittelten und durch die das vorher Erörterte eine anschauliche Erläuterung erfuhr.

Mit herzlichen Worten dankte der Vorsitzende den Vortragenden für ihre Ausführungen, ein Dank, der durch den Beifall der Versammlung bestens unterstrichen wurde. Mit der Führerehrung durch Oberbereichsleiter Kreisleiter Ay fand die Arbeitstagung ihren Abschluß; sie wird bei allen Teilnehmern nach Durchführung und Inhalt wie auch durch den harmonischen Ausklang bei einem kameradschaftlichen Zusammensein noch lange in bester Erinnerung bleiben.

Arbeitstagung in Düsseldorf.

Im Rahmen der örtlichen Veranstaltungen hält der Verein Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT, am Sonnabend, dem 26. Juni 1943, vormittags 9.15 Uhr, in Düsseldorf, Residenz-Theater, Graf-Adolf-Straße 20, eine

Arbeitstagung

ab mit folgender Tagesordnung:

1. Begrüßung.
2. Kriegsaufgaben des deutschen Eisenhüttenmannes.

Kurzberichte:

- a) Aus dem Sonderring Roheisen. Berichterstatter: E. Senfter.
- b) Aus den Arbeitsringen Siemens-Martin- und Thomasstahl. Berichterstatter: C. Kreutzer.
- c) Aus dem Arbeitsring Elektrostahl. Berichterstatter: H. Redenz.
- d) Aus dem Sonderring Walzwerkserzeugnisse. Berichterstatter: A. Nöll.
- e) Aus dem Sonderring Unlegierte Werkstoffe. Berichterstatter: E. H. Schulz.
- f) Aus dem Sonderring Legierte Werkstoffe. Berichterstatter: R. Scherer.
- g) Aus den Arbeitskreisen Mangan und Vanadin. Berichterstatter: H. Bansen.
- h) Aus dem Sonderring Freiformschmiedestücke. Berichterstatter: H. Gummert.
- i) Aus der Weiterverarbeitung. Berichterstatter: A. Pomp.
- k) Ausblick. Berichterstatter: W. Rohland.

3. Bushidō und Japans Soldatengeist.

Vortragender: Exzellenz Sakuma, Gesandter bei der Kaiserlich Japanischen Botschaft in Berlin.

4. Schlußwort.

Im Anschluß an die Vorträge ist um etwa 13.45 Uhr ein schlichtes Eintopfessen in der Städtischen Tonhalle, Düsseldorf, Shadowstraße 89, vorgesehen. Anmeldungen, die hierzu zwingend notwendig sind, bitten wir bis spätestens zum 16. Juni 1943 an die Geschäftsstelle zu richten.

Teilnahmeberechtigt sind Mitglieder des VDEh gegen Vorweis der Mitgliedskarte 1942.