

# 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 50

10. DEZEMBER 1942

62. JAHRGANG

### Leistungssteigerung des Hochofens bei gleichzeitiger Kokseinsparung.

Von Eduard Senfter in Völklingen.

[Bericht Nr. 210 des Hochofenausschusses und Mitteilung Nr. 313 der Wärmestelle des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.\*.]

*(Aufbau des Koksverbrauchs im Hochofen. Richtwerte im Koksverbrauch, Leistung der Hochofen nach Ist- und Soll-Werten. Kokersparnis durch Verbesserung der indirekten Reduktion, durch Veränderung der Werkstoffwärme und durch Erz- und Mölleraufbereitung sowie durch Verbesserung der Wärmeabgabe des Heizkoks.)*

Schon immer hat die Aufgabe bestanden, den Koksverbrauch im Hochofen so niedrig wie möglich zu halten, denn etwa ein Viertel bis ein Drittel aller Kosten zur Herstellung der Walzwerkserzeugnisse aus Thomasstahl gehen zu seinen Lasten. Auch im Energieumsatz eines gemischten Hüttenwerkes nimmt der Koks mit dem Gicht- und Koksofengas entscheidenden Einfluß auf die Wirtschaftlichkeit der Unternehmen.

Unter den gegenwärtigen Verhältnissen kommt dem Koksverbrauch im Hochofen eine über dem Rahmen der Wirtschaftlichkeit liegende Stellung zu. Der frühere Erz-mangel führte zur Verhüttung der eisenarmen Erze. Dabei mußten ebenfalls Fragen des Koksverbrauchs im Hochofen zur Prüfung der Wirtschaftlichkeit des Verhütens sorgfältig untersucht werden. Die Ergebnisse können nun wieder für die veränderten Rohstoffverhältnisse herangezogen und ausgewertet werden. Sie dürften in Verbindung mit zwischenzeitlich gewonnenen praktischen Erkenntnissen die besten Unterlagen und Anregungen sein, wie heute die Forderung nach einem geringen Koksverbrauch im Hochofen zu erfüllen ist.

Aufbau des Koksverbrauchs im Hochofen<sup>1) 2) 3)</sup>.

Der Koks dient im Hochofen zwei verschiedenen Zwecken, einmal als Kohlenstoffträger für die Reduktion und zur Aufkohlung des Roheisens (Reduktionskoks), ferner zur Deckung des Wärmebedarfs (Heizkoks).

Der Reduktionskoks ist ein Bestandteil des Möllers, der also energietechnisch aus Erzen und Reduktionskoks besteht.

Die zum Erwärmen des Möllers auf die für die Schmelz- und Reduktionsvorgänge benötigte Temperatur und die zur Reduktion benötigte Energie seien Stoffwärme

genannt. Außerdem müssen aber noch die Wandverluste des Hochofens gedeckt werden. Damit besteht der Gesamtenergiebedarf des Hochofens aus Stoffwärme und Wandverlusten; er wird durch den Heizkoks gedeckt. Reduktions- und Heizkoks bilden zusammen den Koksverbrauch bei der Roheisenerzeugung.

Die Stoffwärme je t Roheisen ist von vielen Umständen abhängig. Sie richtet sich zunächst nach den Mengen an Erzen, Zuschlägen, also dem Möllerausbringen. Das beim Verbrennen des Heizkoks und der direkten Reduktion entstehende Kohlenoxyd bewirkt eine indirekte Reduktion der Erze, deren Umfang sich nach der Erzart richtet und den Anteil des Reduktionskoks und damit auch die Größe der Stoffwärme beeinflusst.

Die Wandverluste des Hochofens sind zeitproportional, sie richten sich nach Bau und Größe des Ofens. Ihr Anteil je t Roheisen verändert sich daher mit der Leistung des Ofens.

Die vom Heizkoks zur Deckung des Gesamtenergiebedarfs abgegebene Energie ist ebenfalls keine feste Größe. Neben der Güte des Koks, also dessen Wasser- und Aschegehalt, wird die Wärmeabgabe durch die Art der Verbrennung beeinflusst. Temperatur, Feuchtigkeit und Sauerstoffgehalt des Windes, ferner die Gichtgastemperatur sind hier zu nennen.

Der Aufbau von Energiebedarf und Energiedeckung läßt erkennen, daß eine Vielzahl von Ursachen den Koksverbrauch des Hochofens verändern. Die Forderung, mit einem möglichst niedrigen Koksverbrauch auszukommen, ist nicht nach allgemeingültigen Regeln zu verwirklichen. Die Beurteilung der Einzeleinflüsse kann aber zur Lösung der Aufgabe beitragen, besonders wenn man praktisch erreichbare Richtwerte in Verbrauch und Leistung der Hochofen aufstellt und benutzt.

#### Richtwerte und Soll-Zahlen im Koksverbrauch und Ofenleistung.

Richtwerte für Einzelgrößen der Stoffwärme zeigt *Zahlentafel 1*<sup>3)</sup>. Des einfacheren Verständnisses wegen sind diese in Koksverbrauchswerten unter Einschluß der Ofenwandverluste ausgedrückt. Diese Wandverluste sind im *Bild 1* als Anhaltswerte angegeben<sup>4)</sup>. Um sie leicht in

<sup>4)</sup> Heiligenstaedt, W.: Wärmetechnische Rechnungen für den Bau von Industrieöfen, 2. Aufl. Düsseldorf 1941.

\* ) Vorgetragen in der 22. Jahresversammlung der Energie- und Betriebswirtschaftsstelle am 21. Februar 1942 in Düsseldorf sowie auszugsweise in der 50. Vollsitzung des Hochofenausschusses am 21. August 1942. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

<sup>1)</sup> Reichardt, P.: Arch. Eisenhüttenw. 1 (1927/28) S. 77/101 (Hochofenaussch. 83).

<sup>2)</sup> Wesemann, F.: Arch. Eisenhüttenw. 13 (1939/40) S. 113/22 (Hochofenaussch. 186 u. Wärmestelle 272).

<sup>3)</sup> Senfter, E.: Arch. Eisenhüttenw. 12 (1938/39) S. 49/64 (Hochofenaussch. 173 u. Wärmestelle 260).



Zahlentafel 1. Wärmebedarf und Koksverbrauch<sup>1)</sup> einiger Möllerbestandteile.

Indirekte Reduktion %	Reduktionskoksatz kg/kg Roheisen	Stoffwärme kcal/kg Roheisen	Heizkoksatz kg/kg Roheisen	Gesamtkoksatz kg/kg Roheisen
50	0,240	+ 1134	0,629	0,869
60	0,200	+ 1060	0,589	0,789
70	0,165	+ 872	0,485	0,650
80	0,112	+ 742	0,412	0,524

± 1 % indirekte Reduktion = ± 10 kg Koks/t Roh-eisen.

1. 1 kg Schlacke aus verschiedenen Rohstoffen verbraucht:	kcal je kg Stoff	Koksatz je kg Stoff
a) Schlacke aus Gangart mit Kalkstein und ohne Schlackenbildungswärme	878	0,488
b) Schlacke aus Gangart mit Kalkstein und mit Schlackenbildungswärme	728	0,415
c) Schlacke aus Gangart mit 10 % CO <sub>2</sub> im Kalk und mit Schlackenbildungswärme	288	0,160
d) Schlacke aus kohlenstofffreier Gangart und mit Schlackenbildungswärme	250	0,139
3. 1 kg H <sub>2</sub> O aus Erzfeuchtigkeit austreiben	700	0,389
1 kg H <sub>2</sub> O als Hydratwasser austreiben	775	0,430
4. 1 kg CO <sub>2</sub> aus Kalkstein austreiben	965	0,536
1 kg CO <sub>2</sub> aus Eisenkarbonat austreiben	458	0,254
5. 1 kg Rohkalkstein verhütten	703	0,391
6. 1 kg Kalkstein, jedoch vorgebrannt = 0,6 kg gebrannten Kalk mit 10 % CO <sub>2</sub> verhütten	281	0,156
7. 1 kg gebrannten Kalk mit 10 % CO <sub>2</sub> verhütten	469	0,260

<sup>1)</sup> 1 kg Heizkoks gebe nach Deckung der Wandverluste rd. 1800 kcal/kg Koks nutzbare Wärme dem Hochofen ab (vgl. Bilder 1 und 2).

die Rechnungen einfügen zu können, wird ihr Anteil über den Koksüberschuss des Ofens auf die Heizkoksgegewichtseinheit umgelegt. An einem Ofen mit rd. 500 m<sup>3</sup> Inhalt dürfte der Anteil auf 1 kg Heizkoks je nach dem Möllerausbringen etwa 300 bis 500 kcal/kg Heizkoks betragen.

Die Wärmeabgabe des Heizkokes ergibt sich nach Bild 2 für einen Normalkoks mit 85 % Reinkoksanteil für die verschiedenen Betriebszustände, wie Temperaturen von Heißwind und Gichtgas sowie Feuchtigkeitsgehalt des Windes. Als Anhaltswerte können 2200 kcal/kg Heizkoks gelten. Nach Abzug von 400 kcal/kg Heizkoks für die Hochofenwandverluste stehen dann zur Deckung der Stoffwärme etwa 1800 kcal/kg Heizkoks zur Verfügung.

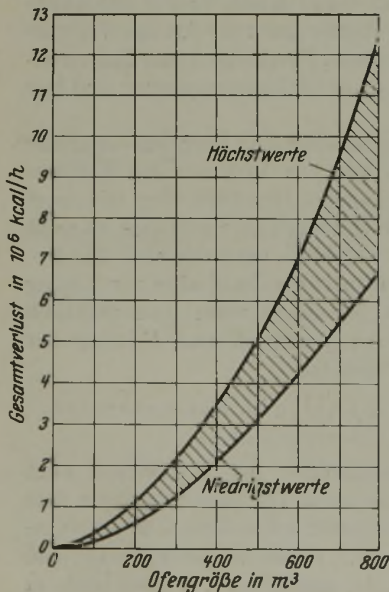


Bild 1. Wand- und Kühlwasser- verluste von Hochofen. (Nach W. Heiligenstaedt.)

Mit Hilfe dergenannten Anhaltswerte kann man Soll-Werte für den Koksverbrauch beim Erblasen von Thomasroheisen in Abhängigkeit vom Möllerausbringen aufstellen. Bild 3 zeigt bei 70 % indirekter Reduktion, 700° Windtemperatur und 200° Gichtgastemperatur für einen gut vorbereiteten kohlenstoffarmen Möl-

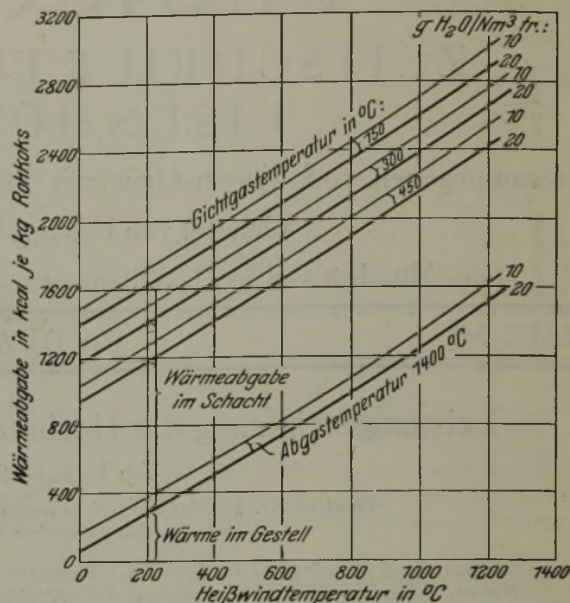


Bild 2. Die Wärmeabgabe von Saarkoks als Heizkoks im Hochofen.

Saarkoks: 8 % H<sub>2</sub>O, 5,6 % Asche.  
Windfeuchtigkeit: 10 bzw. 20 g/Nm<sup>3</sup> tr.  
Arbeitstemperatur im Gestell: 1400°.  
Luftbedarf je kg Rohkoks: 3,57 bzw. 3,485 Nm<sup>3</sup> tr.  
Abgasmenge je kg Rohkoks: 4,49 bzw. 4,469 Nm<sup>3</sup> tr.  
Ausbeute der Asche: Roheisen: 0,0048 kg/kg Rohkoks.  
Schlacke: 0,0452 kg/kg Rohkoks.

ler die Koksverbrauchszahlen in Abhängigkeit vom Möllerausbringen. Da häufig mit Schrott gearbeitet wird, sind auch die Schrottteile in Prozent der Roheisenerzeugung beim Koksverbrauch mit berücksichtigt. Bei einem Möller mit 34 % Ausbringen und 5 % Schrottteil liegt danach der Soll-Koksatz bei 963 kg/t Thomasroheisen.

Bei der Erzeugung von Stahleisen kommen etwa die gleichen Arbeitsleistungen in Betracht, so daß die Kurven in Bild 3 auch hierfür gelten. Eisensorten mit höherem Siliziumgehalt wie Gießereieisen müssen je 1 % Si über dem Siliziumgehalt des Thomasroheisens einen Zuschlag von 100 kg Koks/t Roheisen erhalten. Hämatiteisen mit niedrigem Siliziumgehalt ist ähnlich im Koksverbrauch wie Thomaseisen, weil kein Phosphor zu reduzieren ist. Enthält ein Stahleisen über 2 % Mn, so kann hier der Soll-Wert durch einen Zuschlag von etwa 2 % Koks für jedes weitere Prozent Mangan berichtigt werden.

Die Soll-Zahlen von Bild 3 sind nur unter bestimmten Bedingungen zu erreichen. Ein Ueberblick über den Koksverbrauch für Thomasroheisen im Reichsgebiet (Bild 4) zeigt, daß verschiedene Werke unter der

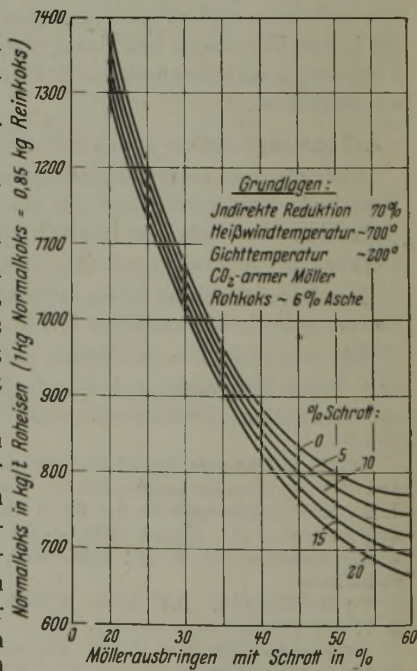


Bild 3. Koksverbrauch für Thomasroheisen mit und ohne Schrott.



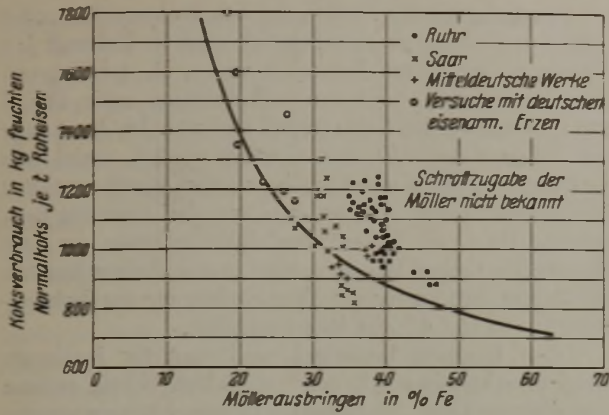


Bild 4. Koksverbrauch für Thomaseisen.

Kurve liegen, andere wieder in beachtlichen Abständen darüber. Die günstiger liegenden Werke hatten fast immer vorbereitete und gut reduzierbare Mäler. Da durch die Belastung der Hochofen, z. B. durch das Ueberblasen, große Verschiebungen im Koksverbrauch auftreten können, ist eine Ermittlung der Nennlast gut geführter Hochofen nötig.

Der Koksverbrauch je t Roheisen müßte wegen der Zeitabhängigkeit der Ofenwandverluste eigentlich mit steigender

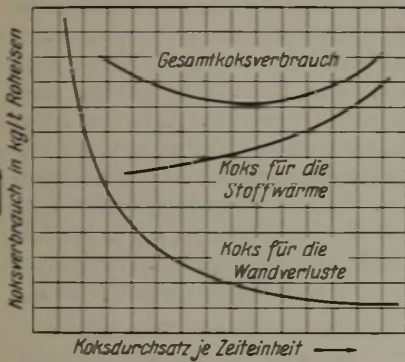


Bild 5. Koksdurchsatz, Werkstoffwärme, Wandverluste und Gesamtkoksverbrauch.

Leistung sinken. Dies ist nicht der Fall, sondern mit der Leistung steigt die Gichttemperatur, wodurch die Stoffwärme infolge größerer Abhitze und verschlechterter indirekter Reduktion größer wird. Eine erhöhte Gichttemperatur führt auch zu einer schlechteren Wärmeabgabe des Heizkokes, wodurch

der Koksanteil zur Deckung des Energiebedarfs der Stoffwärme ebenfalls größer wird. Da die Anteile der Wandverluste fallen und die der Stoffwärme steigen, muß es also für den Hochofen eine Bestbelastung, d. h. eine Nennleistung mit geringstem Koksverbrauch geben; vgl. Bild 5. Als Bezugszahl für die Belastung eines Hochofens wurde die Gestellringbelastung herangezogen unter der Annahme, daß die Koksverbrennung im Gestell nur in einem Ring stattfinden kann, dessen innerer Durchmesser etwa 1,85 m kleiner als der Gestelldurchmesser ist. Die Gestellringbelastung der gut geführten Thomas- und Stahleisenhochöfen ergab eine Abhängigkeit vom Mälerausbringen, die Bild 6 zeigt.

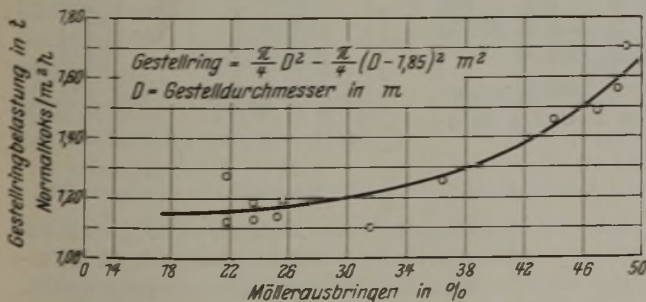


Bild 6. Gestellringbelastung und Mälerausbringen.

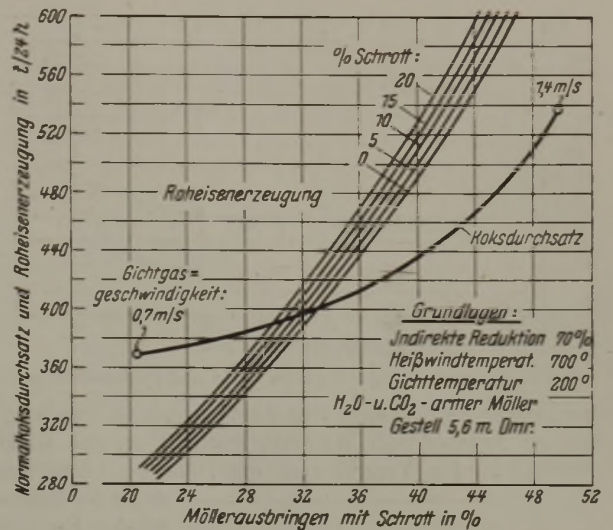


Bild 7. Koksdurchsatz, Roheisenerzeugung und Mälerausbringen.

Mit diesen Grundlagen kann man für einen Hochofen den Soll-Koksdurchsatz oder auch die Nennleistung in Abhängigkeit vom Mälerausbringen festlegen. (Bild 7), ferner läßt sich unter Benutzung von Bild 6 eine Beziehung zwischen Gestelldurchmesser und Koksdurchsatz aufstellen, die die Soll-Leistung jedes Hochofens festlegen läßt, wie aus Bild 8 zu ersehen ist.

Allerdings besteht hier eine Einschränkung durch den Gichtdurchmesser. Dieser muß für den Koksdurchsatz oder für die

entsprechenden Gichtgas Mengen so bemessen sein, daß der Gichtstaubanfall sich in mäßigen Grenzen hält. Gutgehende Oefen haben bei armen Mälern an der Gicht Gasgeschwindigkeiten von etwa 0,7 m/s und einen Staubentfall von weniger als 15 % der Roheisenerzeugung. In Abhängigkeit vom Mälerausbringen läßt sich eine veränderte Gichtgeschwindigkeit feststellen; nach Bild 9 können Oefen, die mit reichen Erzen arbeiten, einen kleineren Gichtquerschnitt haben als solche, die mit armen Erzen arbeiten.

Die Gesetzmäßigkeiten an Gestell und Gicht führen zu einer Beziehung zwischen Gestell- und Gichtdurchmesser für eine bestimmte Gasgeschwindigkeit (Bild 10). Je nach dem Mälerausbringen ist für einen bestimmten Gestell-

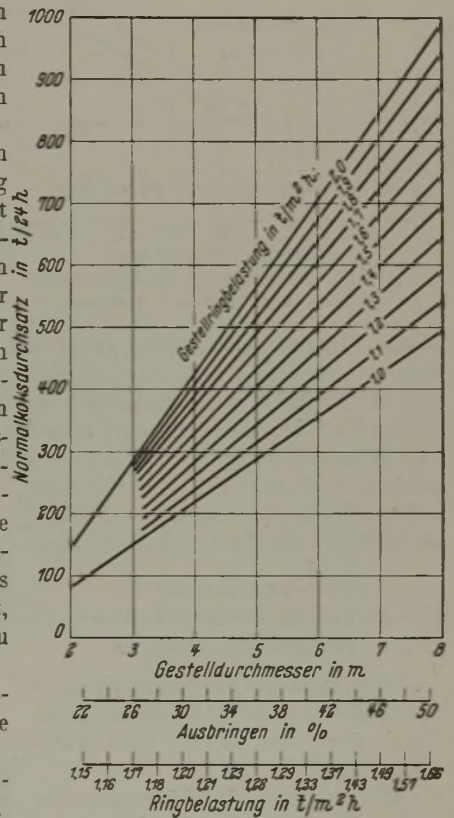


Bild 8. Normalkoksdurchsatz in Abhängigkeit des Gestelldurchmessers und der Gestellringbelastung.



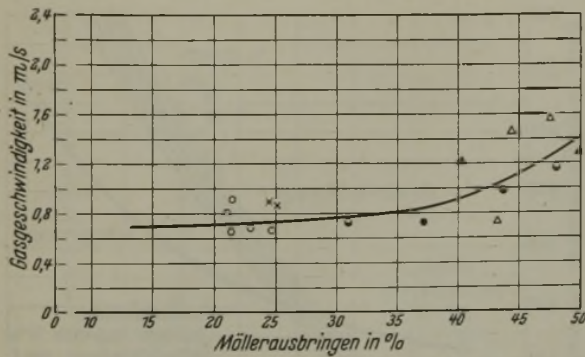


Bild 9. Gasgeschwindigkeit an der Gicht und Möllerausbringen.

durchmesser und die nach Bild 9 zulässige Gasgeschwindigkeit ein zugehöriger Mindestquerschnitt an der Gicht erforderlich. Die Vergrößerung der Höhe des Ofens und damit des Rauminhalts hat nur wenig Einfluß auf die Ofenleistung, wohl aber auf den Koksverbrauch.

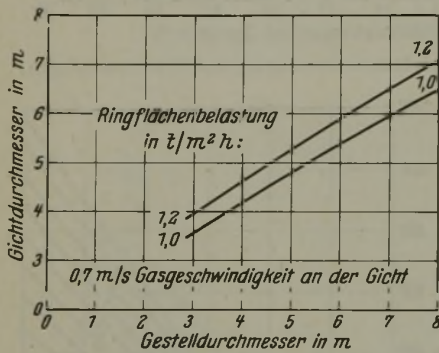


Bild 10. Abhängigkeit des Gichtdurchmessers vom Gestelldurchmesser.

Möller. Unaufbereitete Möller gestatten nur eine etwa 5 % kleinere Leistung. Wird z. B. Gießereiroheisen mit 2,5 % Si und rd. 200 kg Koks mehrverbrauch je Tonne gegenüber Thomaseisen hergestellt, so darf man den Soll-Koksdurchsatz nicht nach dem wirklichen Möllerausbringen bestimmen, sondern muß hier ein dem Kokssatz entsprechendes Ausbringen gemäß Bild 3 als Richtlinie für den Durchsatz wählen.

Soll- und Ist-Werte als Grundlage zur Beurteilung des Hochofenbetriebes.

Die Kenntnis des Soll-Koksverbrauchs und Soll-Koksdurchsatzes gestattet ein Urteil über den Betrieb eines Hochofenwerks.

Bild 11 zeigt die Betriebsverhältnisse eines Thomasroheisen-Hochofenwerks während des Jahres 1941. Zur Darstellung der zeitlichen Ausnutzung diente der Zeitgrad, das Verhältnis Betriebszeit: Kalenderzeit; er berücksichtigt also den zeitlichen Einfluß von Betriebsstillständen, gleich welcher Ursache. Der Lastgrad gibt das Verhältnis zwischen Soll- und Ist-Leistung der Hochofen während der pausenfreien Zeit an. Er war im ersten Vierteljahr des Jahres durch Frost und unregelmäßige Erzanzuhr beeinträchtigt. Im Mai und Juni wurde voll gearbeitet, dagegen mußten die Oefen von Juli ab wegen zu geringen Absatzes im Stahlwerk und wegen Leute- und Koks mangels langsamer betrieben werden.

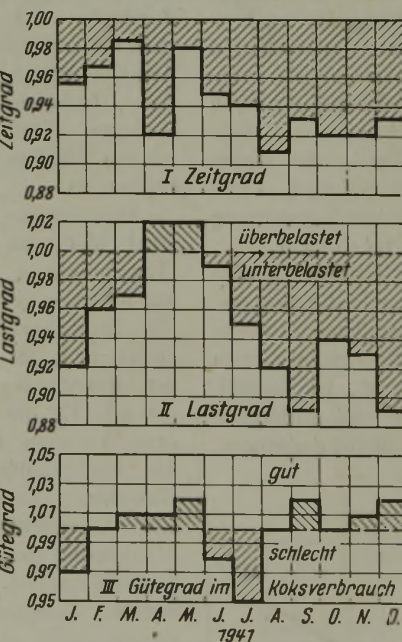


Bild 11. Zeit-, Last- und Koksgütegrad.

Das Unterteil des Bildes zeigt den Koksverbrauchsgrad, das Verhältnis zwischen Soll- und Ist-Kokssatz je Roheisen. Im Monat November war z. B. der Koksverbrauchsgrad 1,01, weil der Soll-Kokssatz nach Bild 3 933 kg/t und der Ist-Kokssatz 921 kg/t war. Im Januar war der Gütegrad nur 0,97, d. h. es wurde um 3 % zuviel Koks verbraucht; Gründe sind hier die damalige Frostperiode und ihre Auswirkungen. Die im Juni und Juli zeitweilig herrschende Hitze mit hohen Feuchtigkeitsgehalten der Luft bis 30 g/Nm<sup>3</sup> gegen 10 und weniger in den übrigen Monaten des Jahres dürften für die Verschlechterung des Koksverbrauchs von fast 4 % im Mittel sprechen.

Diese Beispiele bestätigen, daß man für bestimmte Betriebsverhältnisse mit den Soll-Zahlen richtig rechnen und schätzen kann. Einflüsse, die zu Abweichungen von den Soll-Linien führen, lassen sich ermitteln und gegebenenfalls durch Umbauten und dergleichen beheben. Hier ist besonders die Frage der Vorbehandlung des Möllers von entscheidender Bedeutung.

Kokersparnis durch Verbesserung der indirekten Reduktion (chemische und physikalische Gleichmäßigkeit der Rohstoffe).

Das zur Betrachtung der Soll- und Ist-Werte herangezogene Hochofenwerk konnte den günstigen Koksverbrauch nur erreichen, weil neben der planmäßigen Betriebsweise eine weitgehende Möllervor- und -aufbereitung stattfindet. Trotzdem darf man sich mit diesen Werten noch nicht zufrieden geben. Die Beurteilung erfolgte nach Richtzahlen und nicht nach Bestwerten. Außerdem ist zu beachten, welche Güteansprüche heute schon in vielen Verarbeitungszweigen gestellt werden, die sich bis zum Hochofenbetrieb geltend machen. So sind bei dem betreffenden Werk für das Mischereisen 0,1 bis 0,3 % Si, etwa 0,5 % Mn, 1,80 bis 2,00 % P und < 0,04 % S vorgeschrieben. Verfolgt man diese Vorschriften statistisch nach der Häufigkeit (Bild 12),

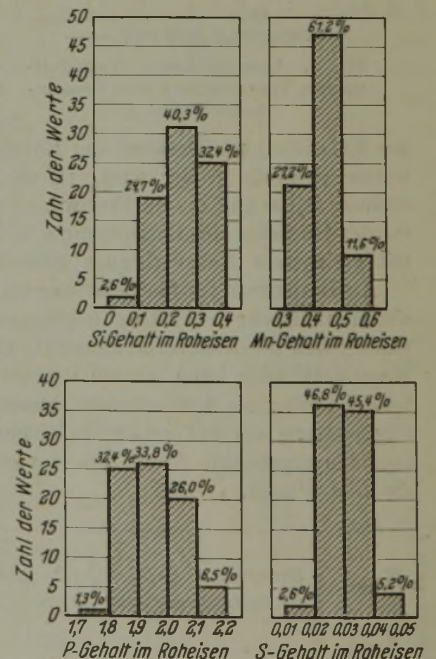


Bild 12. Häufigkeitswerte der Mischanalyse (August 1941).

so zeigt sich, daß innerhalb eines Monats etwa 30 % des Eisens etwa 0,1 % Si zuviel hatten, etwa 24 % des Eisens 0,1 % P zuviel, wofür umsonst Koks und Rohstoffe verbraucht wurden. Betrachtet man auch die Eisenverluste in der Schlacke, so



liegen 30% der Werte mit 0,1 bis 0,3% Fe über dem Regelwert von 0,7% Fe in der Schlacke, was neben anderen Unregelmäßigkeiten auf das wechselnde Verhältnis CaO:SiO<sub>2</sub> in der Schlacke zurückzuführen ist. Werden für den vorliegenden Betrieb alle Abweichungen kostenmäßig zusammengefaßt, so kommen schon je t Roheisen etwa 0,40 bis 0,70 RM unnötige Ausgaben zustande, von denen mindestens die Hälfte Kokskosten sind.

Bei näherer Untersuchung ergibt sich, daß der Hochofen in der Auswahl der Rohstoffe mitunter recht vernachlässigt wird. Bild 13 zeigt z. B., daß der Eisengehalt einer einzigen Minettesorte, deren Anteil im Gesamtmäller mehr als 50% betrug, zwischen 25 und 31% lag. Durch geeignete Lagerung nach dem Brechen lassen sich die Schwankungen wesentlich verbessern.

In den Vereinigten Staaten von Amerika und neuerdings auch in Deutschland werden diese Unregelmäßigkeiten im Erz durch Erzmischanlagen wesentlich beseitigt<sup>5)</sup>.

Höchste Gleichmäßigkeit muß auch vom Koks verlangt werden. Auf einem Hochofenwerk schwankt der Reinkoksanteil von nur einer Lieferkokerei zwischen 81 und 86%, was sich sehr ungünstig auswirkt, wenn der Koks gewichtsmäßig eingesetzt wird. Wenn außerdem die Aschengehalte der übrigen Kokereien zwischen 6 und 10% und die Festigkeitswerte nach dem Trommelversuch (Normentwurf DIN DVM 3702) zwischen 45 und 75% liegen, so kann man nicht mehr von einer Gleichmäßigkeit des Rohstoffs sprechen.

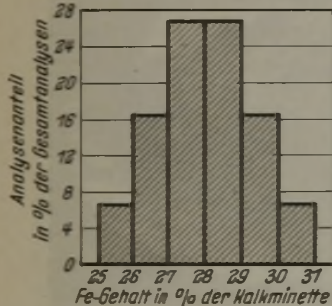


Bild 13. Häufigkeit des Eisengehaltes der eintreffenden kalkigen Minette während eines Monats.

1 kg Asche im Koks kostet im nicht selbstgehenden Moller 2,5 kg Kalkstein und mehr als 1 kg Heizkoks. Eine Verminderung des Aschengehaltes von heute 8% auf unter 6% und noch weniger ist also in jedem Fall anzustreben, selbst auf die Gefahr hin, daß in der Kohlenwäsche größere Wertminderungen durch den Anfall an Waschbergen und Mittelprodukten an den Kohlen eintreten. Auch die bei der Wäsche mitunter sich ergebende Minderung des Schwefelgehaltes ist beachtenswert. Daß der Koks mechanisch, mit gleichbleibendem Feuchtigkeitsgehalt gelöscht werden muß, dürfte eigentlich selbstverständlich sein.

Eng verbunden mit dem Koks ist auch die Güte der Windversorgung. Menge und Temperatur des Heißwindes sind zu regeln, ebenso die Luftfeuchtigkeit, vor allem in Gegenden mit hohen Temperaturunterschieden zwischen den Jahreszeiten und innerhalb 24 h.

Der Umfang der Kokersparnis durch chemische Gleichmäßigkeit aller Rohstoffe ist allgemein nicht bekannt und allein auch schwer erfaßbar; er dürfte aber mitunter beachtliche Werte von bestimmt 50 und mehr kg Koks je t Roheisen betragen.

<sup>5)</sup> Brassert, H. A.: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 113/22 u. 264/67; vgl. auch Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 842/43.

<sup>6)</sup> Oberle, H.: Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 529/35 (Hochofenaussch. 198).

Neben der chemischen wird auch beim Koks eine physikalische Gleichmäßigkeit, d. h. bestimmte Korngrößen, verlangt. Der Koks wird daher häufig, bevor er zum Hochofen kommt, gebrochen. Die Folge kann selbst bei gutem

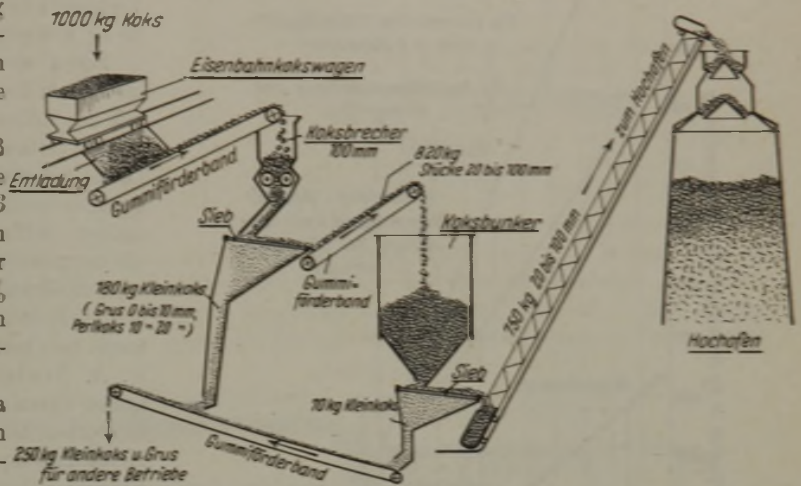


Bild 14. Koksweg zum Hochofen über Brecher und Bunker.

Ruhrkoks eine bedenkliche Koksverschwendung sein, wie Bild 14 zeigt. Von 1000 kg Hochofenkoks kommen hier nur noch 750 kg mit über 20 mm Stückgröße zur Hochofengicht. Dort fällt er noch auf die erste, dann auf die zweite Glocke, und schließlich gelangt er in den Ofen. Von diesem Werk müßten eigentlich alle Koks-Soll-Verbrauchsangaben noch durch 0,75 dividiert werden, damit sie mit der Wirklichkeit übereinstimmen. Das in Bild 15 gezeigte Beispiel tut dar, wie man selbst bei dem wenig festen Saarkoks sparsam arbeiten kann. Von 1000 kg Gesamtkoks auf der Rampe können 973 kg nutzbringend im Hochofen verbraucht werden; allerdings werden die Sorten zwischen 10 und 40 mm Größe in getrennten Gichten verarbeitet. Wird derselbe Koks mit der Bahn verschickt und von Hand ausgegabelt, so hat man durchschnittlich 2% mehr Abfall in der Kornstufe 0 bis 10 mm.

Die Verteuerung des Kokses bei schlechter Behandlung kann mit mindestens 10 bis 12 RM/t Großkoks für je 1% Koksgrus eingesetzt werden. In der guten und schlechten Behandlung des Kokses vor seiner Aufgabe in den Hochofen gehen allerdings die Meinungen auseinander. Auch zu große

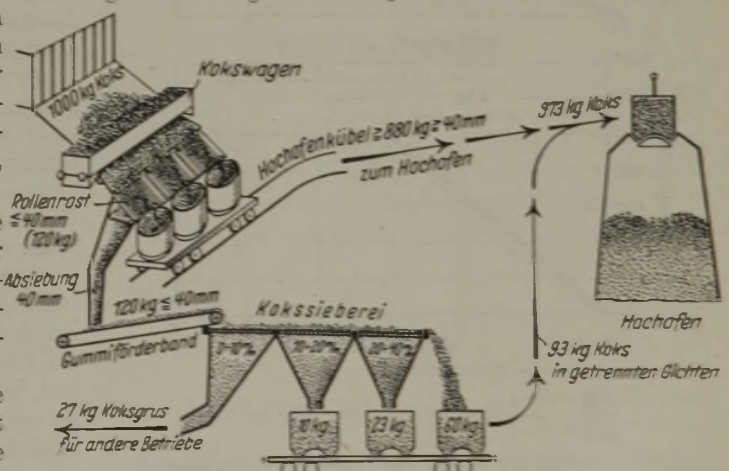


Bild 15. Koksverladung bei schonender Behandlung.

Koksstücke sind nicht immer erwünscht, weil sie bei der durch das Erz bedingten Durchsatzzeit nicht auf die vor-schriftsmäßige Gestelltemperatur im Innern erwärmt werden können.



Die physikalische Beschaffenheit der Erze hat auf den Koksverbrauch großen Einfluß. Die Einführung von Erzbrech- und Siebanlagen bringt immer Koksersparnisse und

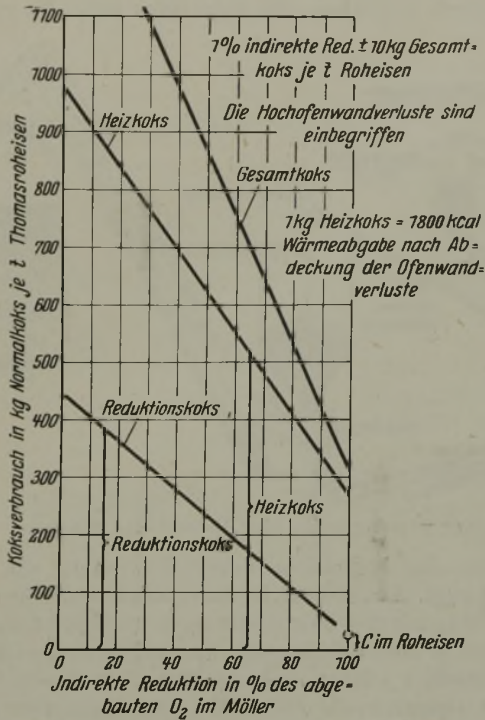


Bild 16. Koksverbrauch und indirekte Reduktion beim Verhütten von schlackenfreien Metalloxyden.

Erzeugungsteigerungen mit sich<sup>7)</sup>. An gut geführten, mit Rohminette betriebenen Hochöfen konnten nach Klassieren des Möllers und Abscheiden des Feinerzes bei einem gleichen

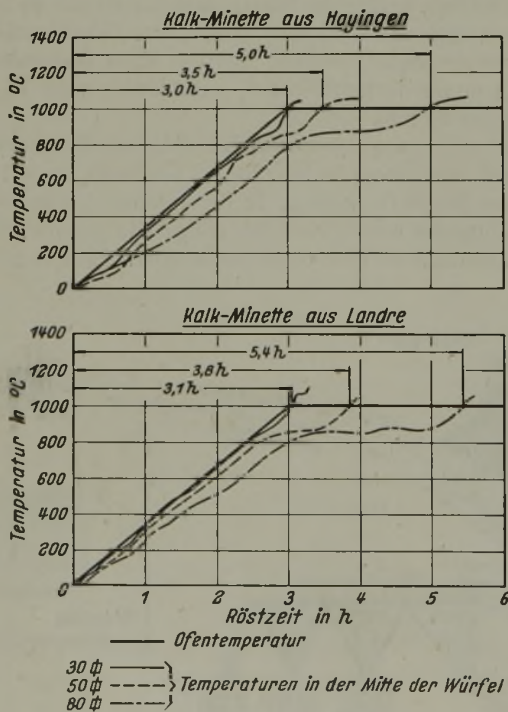


Bild 17. Einfluß der Stückgröße (Würfel) auf die Röstzeit.

Erzausbringen wie beim Roherzbetrieb 5 % Koks gespart und die Roheisenleistung um 10 % gesteigert werden. Die Koksersparnis beruht einmal auf der besseren Gasverteilung

<sup>7)</sup> Wagner, A., A. Holschuh und W. Barth: Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 1109/18 (Hochofenaussch. 131).

und zum andern auf der vergrößerten Erzoberfläche. Beides zusammen führt zu einem geringen Temperaturgefälle zwischen Gas und Stoff, also zu einer niedrigen Gichttemperatur, gleichzeitig zu einer besseren indirekten Reduktion. Eine Verbesserung der indirekten Reduktion um 1 % bewirkt 10 kg Koksersparnis je t Roheisen (Bild 16).

Einen wesentlichen Anteil an der Verbesserung der indirekten Reduktion hat auch der Ausgleich der Vorwärmzeit des Möllers durch das Brechen. Bild 17 zeigt den Temperaturverlauf im Innern von Minettestücken verschiedener Größe bei gleicher Aufheizzeit. Zur vollständigen Röstung genügen bei 30 mm großen Erzstücken nur etwa 3 h Durchsatzzeit, während der Würfel mit 80 mm Kantenlänge fast die doppelte Wärmzeit benötigt.

Auf Grund der guten Koksverbrauchswerte, die Hochofenwerke in den Vereinigten Staaten mit gebrochenen Erzen auch bei geringem Ausbringen erreicht haben, schlägt H. A. Brassert<sup>6)</sup> vor, dieses Verfahren auch bei eisenarmen Erzen mit 20 bis 25 % Ausbringen an Stelle anderer Erzvorbereitung anzuwenden und gleichzeitig mit niedrigen Heißwindtemperaturen zu arbeiten. Das Brechen und Klassieren der Erze und der übrigen Möllerbestandteile ist jedenfalls die billigste und beste erreichbare Koksersparnis.

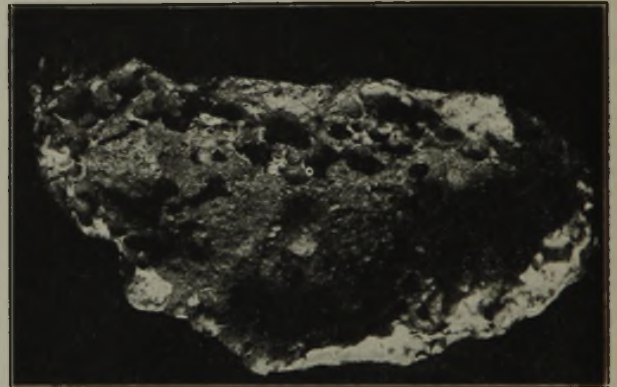


Bild 18. Schlacke von Thomasroheisen mit Eiseinschlüssen.

Eisengehalt der Erze und des Möllers.

Den Einfluß der Erzgüte, also des Möllerausbringens, auf den Koksverbrauch zeigt Bild 3. 1 % besseres Ausbringen bedeutet etwa 20 kg Koksersparnis und nach Bild 7 ein um 1 % größerer Koksübersatz unter den gegebenen Ausbringerhältnissen eine um fast 3 % größere Roheisen-erzeugung.

Zu Zeiten des Koks mangels müßte deshalb vom Bergbau gefordert werden, nur die allerbesten Erze zu fördern, auch wenn damit technische und wirtschaftliche Nachteile verbunden sind. Das Verhütten von 1 t Gangart kostet mindestens 300 kg Koks oder rd. 450 kg Kohle. Bei saurer Gangart ist mit dem doppelten Wert zu rechnen. Der Schwefelgehalt ist ebenfalls von Bedeutung. 10 kg S im Möller je t Roheisen beanspruchen 30 kg Koks. Bei stark tonerdehaltigen Schlacken und kalten Roheisensorten ist der Koksverbrauch noch höher. Hier kann der Schwefel den Flüssigkeitsgrad der Schlacken so verändern, daß Eisen und Schlacke sich nicht mehr trennen (Bild 18). Abhilfe ist nur durch einen höheren Siliziumgehalt im Roheisen möglich, was zusätzlich 40 bis 50 kg Koks kostet. Ein hoher Siliziumgehalt im Thomasroheisen verlangt zur guten Verblasbarkeit einen hohen Phosphorgehalt, also wiederum Koks. In ungünstigen Fällen können also 10 kg S im Möller je t Roheisen fast 400 kg Koks kosten.

In vielen Fällen ist auch eine Steigerung des Möllerausbringens ohne Mölleraufbereitung durch den Uebergang



Zahlentafel 2. Anhaltswerte für die Verhüttung von Abfallstoffen im selbstgehenden Möller.

	Stoff	Roheisen- ausbringen kg/t Schlacke	Schlacken- menge kg/t Schlacke	Koksverbrauch		Bemerkungen
				kg/t Schlacke	kg/t Roheisen	
1	Warmblaseschlacke . . . . .	340	560	560	1870	0,32 t Eisenmetall, der Rest Metall- oxyde und Schlacken. Aus manganarmem Roheisen mit Kalkzugabe im Mischer. Manganausbringen im Minnettemöller rd. 36 %. Metallischer Anteil nicht bekannt.
2	Schweißschlacke . . . . .	560	360	970	1730	
3	Gießgrubenschlacke . . . . .	240	720	362	1570	
4	Fallwerksabfall aus dem Stahlwerk	420	540	337	800	
5	Mischerschlacke . . . . .	130	820	393	3040	
6	Siemens-Martin-Schlacke . . . . .	117	770	363	3100	
7	Grobauswurf aus dem Thomaswerk	380	470	500	1310	

vom normalen auf das saure Schmelzen zu erzielen. Wird im Möller 1 t Kalksteinzuschlag gespart, so werden gleichzeitig mindestens 400 bis 500 kg Koks weniger gebraucht. Mitunter kann die Ersparnis an Koks noch größer sein, weil mit dem Fortfall der Kohlensäureabtreibung die indirekte Reduktion wesentlich verbessert wird. Außerdem tritt nach W. Lennings<sup>8)</sup> eine Leistungssteigerung ein. In gleicher Weise sind auch die Versuche von M. Paschke und P. Hahnel zu werten<sup>9)</sup>.

Im Zusammenhang mit dem Ausbringen des Möllers ist auch die Verwertung von Schlacken im Hochofen zu nennen. Allen Abfallsschlacken aus den weiterverarbeitenden Betrieben ist eigen, daß das Eisen nur direkt reduziert wird; außerdem wird keine Schlackenbildungswärme frei wie bei der Gangart der Erze und Zuschläge. Der Koksverbrauch für das so gewonnene Eisen bewegt sich zwischen 1500 und 3000 kg/t (Zahlentafel 2) und liegt erheblich höher als bei der Eisengewinnung aus Erz. In vielen Fällen ist es also besser, die Schlacken zur Halde zu fahren, als sie im Hochofen zu verhütten, wenn sie nicht gerade Träger von Legierungs- oder Zuschlagstoffen sind.

Zahlentafel 3.

Kennwerte für die Verhüttung von Minette mit verschiedenartigen Möllervorbereitungen.

Möllerart	Roherz ungebrochen	Roherz in Stücken	Roherz in Stücken, Feinerz gesintert	Roherz in Stücken geröstet	Roherz in Stücken geröstet, Feinerz gesintert	Roherz gebrochen, mit Heißgaszusatz
Lastgrad im Koks- durchsatz . . . . .	0,95	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67
Möllerausbringen %	27	27	30,15	36,5	36,5	27
Koksgütegrad . . . . .	0,95	1,00	1,02	1,00	1,00	—
Koksdurchsatz t/24 h	332	350	356	382	382	239
Kokssatz kg/t Roh- eisen . . . . .	1200	1142	1054	932	932	846
Roheisenmenge t/24 h	277	306	336	410	410	293
Leistungswert der Eisenerzeugung ge- genüber dem Roh- erzmöller . . . . .	1,00	1,105	1,21	1,48	1,48	1,06
Desgl. gegenüber dem Stückerzmöller . . . . .	—	1,00	1,19	1,34	1,34	96

<sup>8)</sup> Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 25/34 u. 52/58 (Hochofenaussch. 164).

<sup>9)</sup> Stahl u. Eisen 61 (1944) S. 385/92 u. 417/21 (Hochofenaussch. 197).

Koksersparnis durch Erzvorbereitung. Die Erzvorbereitung durch Trocknen, Rösten, Brennen und Sintern bedeutet, daß dem Hochofen ein Teil seiner Arbeit weggenommen und der Stoffwärmebedarf kleiner wird. Die Erzvorbereitung führt also zu einer Verringerung

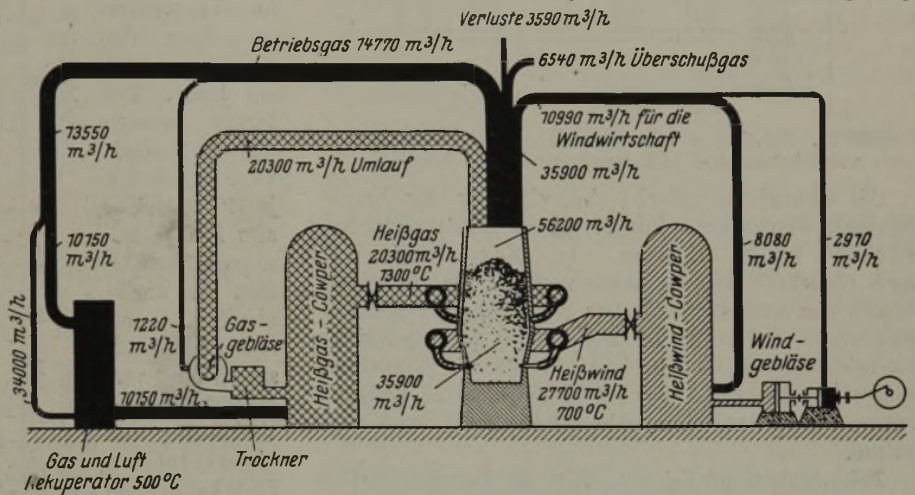


Bild 19. Minette-Möllervorbereitung durch Heißgaszugabe.

des Heizkoksbedarfs im Hochofen. Sie benötigt aber selbst auch Energie, so daß im ganzen jede Erzvorbereitung weniger eine Ersparnis an Energie als eine Verschiebung in der Art der Energie bedeutet. Wertvoller Koks kann durch andere Brennstoffe wie Gichtgas, Kohlen usw. ersetzt werden.

Die Auswirkung einer Erzvorbereitung auf Koksverbrauch, Erzeugungsleistung, Kosten und Gesamtenergiebedarf sei an einem Beispiel eines selbstgehenden Möllers im Minettegebiet gezeigt. Dementsprechend dürfen die für die einzelnen Aufbereitungsverfahren gefundenen Ergebnisse keinesfalls als allgemeines Urteil darüber aufgefaßt werden, ob das eine gegenüber dem andern Verfahren grundsätzlich größere wirtschaftliche Vor- oder Nachteile hat. Allein der Eisengehalt der Roherze kann den wirtschaftlichen Wert der einzelnen Verfahren grundlegend ändern.

In Zahlentafel 3 sind Kennwerte für die Verhüttung von Minette im selbstgehenden Möller bei verschiedener Möllervorbereitung zusammengestellt.

Bild 19 zeigt schematisch den Stofffluß bei der Verhüttung von Stückminette mit Zugabe von Heißgas in den Schacht des Ofens. Das Verfahren würde gestatten, bei 27 % Möllerausbringen den Kokssatz auf 846 kg/t Roheisen zu senken und dabei 293 t Eisen/24 h zu erzeugen. Gegenüber der Stückerzverhüttung tritt bei diesem Verfahren eine Eisenleistungsminderung um 4 % ein, weil je t Roh-eisen ein etwas größerer Gasdurchsatz besteht, als es im Beispiel 2 der Zahlentafel 3 der Fall ist.

Die wirtschaftlichen Auswirkungen der Erzvorbereitungen ergeben sich aus Bild 20. Den großen wirtschaft-



lichen Vorteil bringt das Brechen und Sieben der Erze. Alle anderen Verfahren bringen Leistungssteigerungen, aber nur geringfügige Aenderungen in den Roheisengestehungskosten.

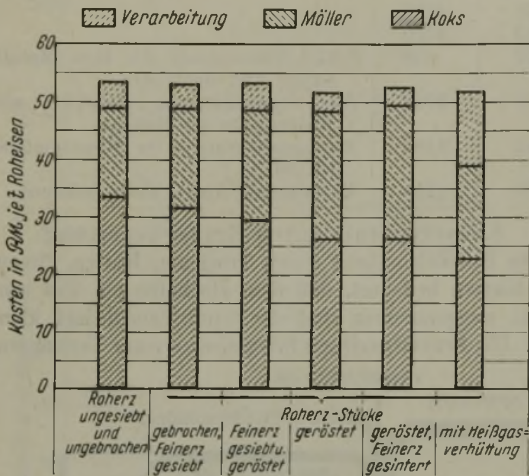


Bild 20. Roheisengestehungskosten auf der Erzbasis bei verschiedenartiger Möllervorbereitung der Minette.

Als energietechnische Auswirkung der Erzvorbereitung werden nach Bild 21 bei der Roherzverhüttung  $8,57 \cdot 10^6$  kcal/t Roheisen im Koks eingebracht; nach Gutschrift der Gaswärme verbleibt ein Energieverbrauch von  $5,60 \cdot 10^6$  kcal. Das gebrochene Erz senkt die Kokswarme auf  $8,18 \cdot 10^6$  kcal/t und den eigentlichen Energiebedarf auf  $5,43 \cdot 10^6$  kcal/t. Da für die Erzvorbereitung durch Brechen kaum ein Energieaufwand nötig ist, hat man es hier mit einer wahren Einsparung von Energie zu tun.

Beim Sintern der Feinerze steigt der Energiebedarf für Koks- und Sinteranlage auf  $8,43 \cdot 10^6$  kcal und der Energiebedarf für die Eisenherstellung nach Gasgutschrift auf  $5,88 \cdot 10^6$  kcal. Der Energieverbrauch ist größer als bei der Roherzverhüttung.

Beim Rösten der Erzstücke ist trotz starker Koksverbrauchssenkung mit fast  $8,0 \cdot 10^6$  kcal Gesamtenergie und nach Gasgutschrift mit  $5,8 \cdot 10^6$  kcal/t Roheisen zu rechnen.

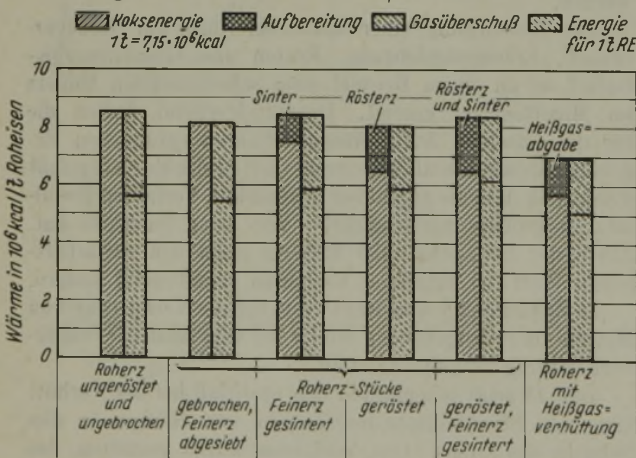


Bild 21. Der Energieaufwand je t Roheisen aus Minetten mit verschiedenartigen Aufbereitungen (= Koks + Aufbereitung - Gasuberschub).

Auch hier ist ein Energiemehrverbrauch selbst gegenüber der Roherzverhüttung.

Im nächsten Beispiel der Erzvorbereitung bei gleichzeitiger Sinterung des Feinerzes wird naturgemäß der Energieaufwand mit  $6,1 \cdot 10^6$  kcal am größten. Die Erz-

vorbereitung durch Heigaszugabe hat mit  $6,8 \cdot 10^6$  kcal Gesamtenergie den geringsten Wärmebedarf und nach der Gasgutschrift noch  $5,2 \cdot 10^6$  kcal Gesamtbedarf.

Man sieht, daß dieses Verfahren bei teurerer Koksenergie und billiger Fremdenergie und besonders bei armen Erzen sich auch wirtschaftlich vorteilhaft auswirken kann.

Bei den einzelnen Erzaufbereitungsverfahren ist die Auswirkung des Kapitalaufwandes auf die Leistungen des Hochofenwerkes von Bedeutung.

Bild 22 zeigt für die Gruppe 1 den Kapitalaufwand für eine Brech- und Siebanlage mit  $2,28 \mathcal{R}M/t$  Roheisen und Jahr. Gegenüber der Roherzverhüttung tritt eine Leistungssteigerung von 10,5 % ein. Würde man das Hochofenwerk um 10 % größer bauen, so müßte man etwa  $8,04 \mathcal{R}M/t$  Roheisen und Jahr aufwenden. Die Verarbeitung des Feinerzes in einer

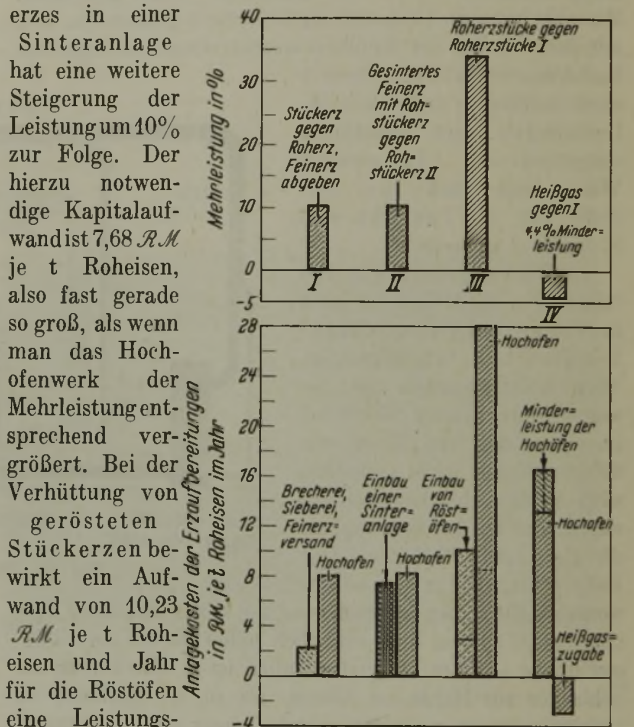


Bild 22. Kapitalaufwand und Leistungssteigerung bei den einzelnen Aufbereitungsverfahren und Vergleich mit dem Hochofenneubau gleicher Leistungssteigerung.

bedeutet einen Aufwand von  $28,15 \mathcal{R}M$  je t Roheisen und Jahr.

Würde man nur für  $3 \mathcal{R}M/t$  und Jahr Rostfoben bauen, also sich mit einer Leistungssteigerung von 10 % begnügen, so hätte man etwa das gleiche erreicht, was die Sinteranlage für  $7,68 \mathcal{R}M/t$  Roheisen und Jahr erzielt. Allerdings ist der Vorteil der Sinteranlage, aus Feinerzen stückige Rohstoffe zu machen, außer Betracht geblieben.

Die Heigasanlage bringt schließlich eine Minderleistung von 4,4 % gegenüber der Stuckerzverhuttung und benötigt außerdem noch  $13,30 \mathcal{R}M/t$  Roheisen und Jahr. Dieses Verfahren ist also nur bei sehr armen Erzen und bei Neubauten am Platz.

Sinteranlagen haben den Vorzug, Feinerz stückig zu machen bei gleichzeitigem Austreiben von Wasser und Kohlensäure, mitunter auch weitgehender Entschwefelung der Erze. Nachteile sind hohe Anlage- und Betriebskosten und ein hoher Energieverbrauch, weil die im Sintergut vorhandene fühlbare Wärme nicht wie im Röstofen zur Sinterung ausgenutzt wird.



Die Schwierigkeiten der Brennstoffbeschaffung lassen sich nicht durch unsachgemäße Behandlung des Kokses überwinden. Durch Anwendung heißer Verbrennungsluft, besonders zu Beginn des Sintervorganges, könnte wahrscheinlich die Brennstoffschwierigkeit etwas behoben werden. Der Brennstoff für die Sinteranlage muß aschenarm sein und wenig flüchtige Bestandteile aufweisen. Ein Schmelzkoks aus Flamm- oder Braunkohlen dürfte am vorteilhaftesten sein. Mittelprodukte und Hydrierrückstände sind wegen ihres hohen Aschengehaltes ungeeignet.

Andere Verfahren zum Stückigmachen der Feinerze wie das Brikettieren haben sich nur bei wenigen Erzarten erfolgreich durchsetzen können. Dagegen ist das Gichtstaubeinblaseverfahren nach P. Heskamp wirtschaftlich und energiesparend<sup>10)</sup>.

Das bei kohlenäure- und wasserreichen Stückerzen kokssparende Rosten der Erze ist mitunter mit größeren Schwierigkeiten verbunden. Ist die Kohlenäure an Eisenoxydul gebunden wie im Siegerländer Spat, so läßt sie sich bei niedriger Temperatur von etwa 500° abspalten. Da gleichzeitig Eisenoxydul zu Eisenoxyd oxydiert wird, entsteht soviel Wärme, als zum Austreiben der Kohlenäure nötig ist. Nachdem der Röstvorgang einmal eingeleitet ist, können solche Erze durch die Wärmerückgewinne aus der fühlbaren Wärme des ausgetragenen Röstgutes praktisch mit 1 % Kohle und weniger geröstet werden<sup>11)</sup>.

Liegen aber Erze mit niedrighschmelzender Gangart vor, bei denen die Kohlenäure an Kalk gebunden ist, so ist mit einfachem Streufeuerrosten kein Erfolg zu erreichen. Die beim Austrag des Rösterzes sich vorwärmende Verbrennungsluft trifft im Streufeuerrosten auf den vorgewärmten Brennstoff. Trotz Luftüberschuß entsteht eine so hohe Flammentemperatur der Rauchgase, daß die Erzoberfläche ins Schmelzen kommt. Dabei wird die Schlackenbildungswärme frei, die beispielsweise den Wärmeinhalt des Erzes bei 700° sofort so steigert, daß die Erzoberfläche 1200° heiß wird und ganze Erzstücke, ja mitunter der ganze Ofeninhalt in Schmelzfluß kommt. Will man diese Schmelzbildung im Streufeuerrostenbetrieb vermeiden, so erhält man ein unvollständig geröstetes und für den Hochofen unbrauchbares Erz.

Erze mit leichtschmelzender Gangart und an Kalk gebundener Kohlenäure lassen sich nur durch indirekte Beheizung rösten, wobei in Vorverbrennungskammern heiße Gase entwickelt werden, deren Eintrittstemperatur in die Röstzone unter der Schmelztemperatur der Erze liegt. Oefen dieser Ausführung sind z. B. die Appold-Fleißner-Oefen<sup>12)</sup>.

Neben der Schmelzgefahr treten auch Sprenggefahren auf, besonders bei Erzen mit größeren Anteilen an Hydratwasser. Durch entsprechende Heizgastemperaturführung und Wahl der Stückgröße läßt sich das Zersprengen der Erze vermeiden.

Zu den Erzen mit leichtschmelzender Gangart, Kalziumkarbonat und erheblichem Gehalt an Hydratwasser gehört die Minette. Daß sie trotzdem anstandslos zu rösten ist, zeigen die von K. Guthmann<sup>13)</sup> erwähnten Röstversuche in Appold-Fleißner-Oefen. Außerdem zeigt Bild 17 Röst-

versuche an Minetten, die bei 1000° nach bestimmten Aufheizkurven geröstet wurden. Diese Erze hatten sämtliche flüchtigen Bestandteile, insgesamt etwa 32 bis 34 % des Einsatzgewichts, verloren, während der Eisengehalt im Mittel von 26 % (Roherz) auf 39,4 % (Rösterz) gestiegen ist. Die vorher fast gasundurchlässigen Stücke wurden porig und lassen eine hervorragende indirekte Reduktion im Hochofen erwarten. Ein Sprengen der Stücke oder gar eine Schmolzbildung wurde auch bei anderen Minettearten nicht beobachtet.

Die Vorzüge der Erzvorbereitung gelten naturgemäß auch für die Zuschläge und ganz besonders für den Kalkstein<sup>14)</sup><sup>15)</sup>. Dieser benötigt rein kalorimetrisch rd. 700 kcal je kg oder etwa 400 kg Heizkoks je t. Die gleiche Menge Kalk mit 10 % CO<sub>2</sub>, also als gebrannter Hochofenkalk verhüttet, verbraucht nur noch 281 kcal/kg oder 160 kg Heizkoks je t, also etwa 240 kg/t weniger. Die Ersparnis wird aber noch dadurch gesteigert, daß das Austreiben der Kohlenäure und die bei vielen Erzen im Temperaturgebiet von 900 bis 950° schon stattfindende indirekte Reduktion nicht mehr zusammenfallen.

Eine weitere Verminderung des Stoffwärmebedarfs im Hochofen ist auch durch die Anreicherungsverfahren wie Naßaufbereitung, Magnetscheidung usw. möglich. Die meist damit verbundene Abscheidung von Kieselsäure kann mitunter diese Verfahren trotz ihrer Eisenverluste und ihres hohen Energieverbrauchs für Trocknen, Rösten und Sintern vorteilhaft gestalten. W. Luyken<sup>15)</sup><sup>16)</sup> berichtete über praktische Betriebsergebnisse an verschiedenen Erzen nach verschiedenen Aufbereitungsverfahren, wobei etwa 55 bis 80 % der Erzkieselsäure bei etwa 80 % Eisenausbringen entfernt wurden. Nach den Versuchen von P. Beckenbauer<sup>17)</sup> konnte aus 1 t trockenem Pegnitz-Erz mit 335 kg Fe und 315 kg SiO<sub>2</sub> ein Konzentrat mit 268 kg Fe (= 80 %) mit nur noch 75 kg SiO<sub>2</sub> gewonnen werden. Auf 1000 kg Fe bezogen ist der Kieselsäuregehalt von 940 kg auf 280 kg zurückgegangen.

Eine magnetische Anreicherung der Fortuna-Erze von 32,6 auf 46,6 % Fe ergibt Ersparnisse an Kalkstein von rd. 550 kg/t Roheisen und an Koks von 340 kg/t Roheisen.

Die Anreicherungsverfahren lassen Erfolge bei sauren Erzen in besonders gelagerten Fällen erwarten, bei selbstgehenden Erzen ist die Abscheidung der Kieselsäure ohne Bedeutung, der Wert der Verfahren also stark geschmälert. Die durch die Verfahren gewonnenen Einsparungen an Koks werden meist durch andere Energiearten wieder ausgeglichen. Unter der Berücksichtigung der Gichtgaswirtschaft tritt beim aufbereiteten Erz ein um etwa  $1,5 \cdot 10^6$  kcal/t Roheisen höherer Energiebedarf als bei Roherz auf, wenn dieses ursprünglich stückige Beschaffenheit hatte.

#### Kokersparnis durch Verbesserung der Wärmeabgabe des Heizkokes.

Die Wärmeabgabe des Heizkokes im Hochofen richtet sich (Bild 2) nach der Heißwindtemperatur, der Gichttemperatur und schließlich dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft.

Die Gichttemperatur ist größtenteils möllerbedingt. Sie steht im Zusammenhang mit Stückgröße, Reduktionsfähigkeit, Erzvorbereitung usw.

Die Veränderung der Heißwindtemperatur bedeutet für je 100° Windtemperatursteigerung eine Minderung im

<sup>10)</sup> Mildner, R.: Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 1133/35; Demag.-Nachr. 5 (1931) S. C 9/11; Wehrheim, O.: Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 1253/56.

<sup>11)</sup> Blum, H., und H. Gleichmann: Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 582/87.

<sup>12)</sup> Richter, L. A.: Arch. Eisenhüttenw. 1 (1927/28) S. 725/27.

<sup>13)</sup> Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 1305/17 (Hochofenaussch. 178, Stahlw.-Aussch. 344 u. Wärmestelle 262).

<sup>14)</sup> Guthmann, K.: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 857/65 (Wärmestelle 259).

<sup>15)</sup> Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 805/13 (Erzaussch. 41).

<sup>16)</sup> Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 97/100.

<sup>17)</sup> Glückauf 75 (1939) S. 121/28 u. 153/58.



Gesamtkokssatz von etwa 5 %. Der Einfluß kann größer werden, wenn hoher Energiebedarf im Gestell der Hochofen vorliegt. Bild 23 zeigt, daß mit zunehmender Windtemperatur der Kokssatz und bei dem erhöhten Winderhitzerverbrauch das Gasangebot immer kleiner wird. Gleich-

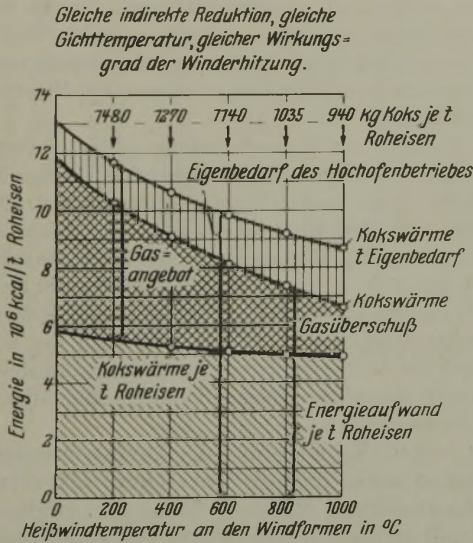


Bild 23. Heißwindtemperaturen und Gesamtenergiebedarf.

zeitig wird auch der Gesamtenergieaufwand mit zunehmender Heißwindtemperatur immer kleiner. Dies gilt unter der Voraussetzung, daß für alle Heißwindtemperaturen ein gleicher Wirkungsgrad der Winderhitzanlage, gerechnet vom Gaseintritt in den Brenner bis zum Windeintritt in die Windform der Hochofen, bestanden hat. Bild 24 zeigt den Wärmefluß vom Gaseintritt bis zur Formspitze. Bei der Windversorgung eines Hochofens konnten von  $19,1 \cdot 10^6$  keal Gaswärmezufuhr nur  $9,5 \cdot 10^6$  in Heißwind, also etwa 50 % nutzbar dem Ofen zur Verfügung gestellt werden. Die Winderhitzer hatten dabei nur einen Wirkungsgrad von etwa 70 %. Der verhältnismäßig kleine Hochofen hatte

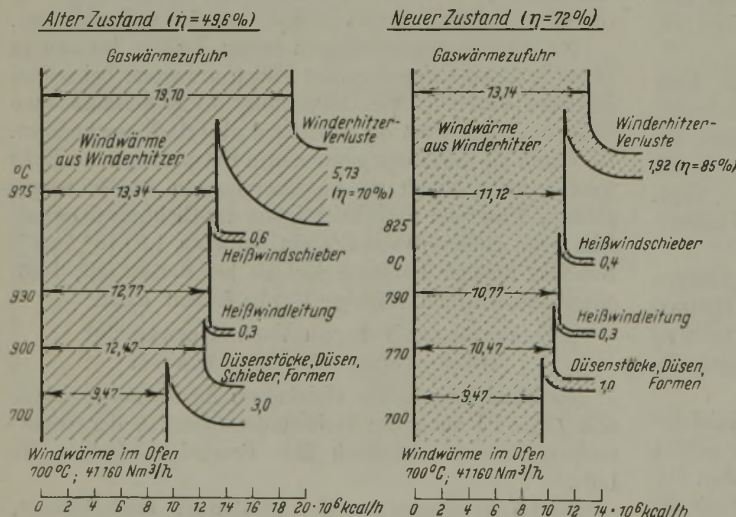


Bild 24. Wärmefluß vom Gaseintritt bis zur Düsen- spitze bei der Windversorgung eines Hochofens mit etwa 40 000 m<sup>3</sup> Windbedarf je Stunde.

jedoch 16 Windformen mit schlecht isolierten Düsenstöcken und Düsen. Werden neue Winderhitzer gebaut, ferner alle wassergekühlten Teile der Heißwindschieber isoliert, soweit sie nicht zur Abdichtung dienen, die Düsenstöcke, die Heißwinddüsen umgebaut und isoliert und wird gleichzeitig die Formenzahl von 16 auf 8 verkleinert, so können die Verluste

so erniedrigt werden, daß für eine gleiche Windmenge bei 700° anstatt 19,1 nur noch  $13,1 \cdot 10^6$  keal Gaswärme nötig sind. Je mehr die Heißwindtemperatur gesteigert wird, um so mehr Beachtung muß den Verlustquellen geschenkt werden, weil der größte Teil der Verluste in der vierten Potenz der absoluten Temperatur steigt.

Bild 25 zeigt die Temperaturverluste in der Heißwindleitung vom Winderhitzer bis zur Formspitze in Abhängigkeit von der Heißwindtemperatur. Bei unsachgemäßer Ausrüstung der Ringleitung, Düsenstöcke usw. sind demnach hohe Windtemperaturen an den Formspitzen kaum zu erreichen.

Die Verwendung von hohen und höchsten Windtemperaturen ist aber nur in bestimmt gelagerten Fällen möglich. Hoher Gestellwärmebedarf, wie er bei Ferromangan, Ferrosilizium, Gießereirohisen usw. vorliegt, gestattet unbedenklich ihre Anwendung. Einzelheiten veranschaulicht das Temperatur-Wärmeinhalts-Schaubild für Vanadinrohisen (Bild 26).

Siliziumarme Roheisensorten lassen bei einem reichen Möller und Kalksteinzuschlägen die Anwendung hoher Windtemperaturen nicht immer zu. Ebenso darf man bei einem kohlen säurearmen und eisenreichen Möller aus leicht reduzierbaren Röstern nach Bild 27 Windtemperaturen von 400° nicht überschreiten.

Es handelt sich hier um die Verhüttung von steirischen Röstspaten, Sinter und geringen Roherz mengen auf Stahleisen mit nur 0,48 % Si bei einem Kokssatz von etwa 790 kg Normalkoks je t Roheisen. Das Wärme-Temperatur-Schaubild läßt erkennen, daß der Betrieb auf der äußersten Kante geführt wurde. Zwischen Gas- und Stofftemperatur ist nur ein geringer Abstand. Es ist bekannt, daß eine Steigerung der Heißwindtemperatur hier sofort zum Hängen des Ofens führt. Die Temperatursteigerung würde bedeuten, daß die Linie A—B sich nach links verschiebt und der Punkt B sich erhöht. Die Linie B—C würde steiler und unweigerlich bei D, der Kohlen säure austreibung, anstoßen; der Ofen käme zum Hängen. Hohe Windtemperatur dürfte hier nur

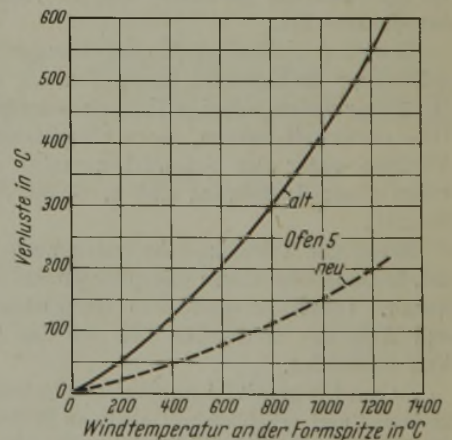


Bild 25. Abhängigkeit der Temperaturverluste des Heißwindes auf dem Wege vom Winderhitzerstutzen bis zur Formspitze in Windtemperatur an der Form.

bei einer Steigerung der Gestellarbeit möglich sein, z. B. bei der Herstellung von Silico-Spiegeleisen. Die Linie A—B würde nach rechts abrücken. Eine Erhöhung des Punktes B durch höhere Windtemperatur würde die Neigung der Linie B—D—C kaum verändern. Bemerkenswert ist hier auch die kohlen saure Ecke beim Punkt D. Es ist bekannt,



daß die Hochöfen beim Stahleisen sofort zum Hängen kommen, wenn der Kohlensäuregehalt des Rösterzes um 1 oder 2 % über dem Soll-Wert von 2 % zu liegen kommt. Die Linie D—E würde länger; bei gleicher Neigung der Gastemperaturlinie würde diese die Stofftemperatur treffen. Die Folge wäre eine Stockung im Vorgang. Würde der Möller durch Rösten völlig kohlenstofffrei gemacht, so würde die Linie C—B weiter nach links rücken. Der Punkt B könnte dann beliebig durch höhere Windtemperatur nach oben rücken, d. h. der Möller würde dann hohe und höchste Windtemperaturen gestatten. Das Beispiel lehrt, wie Heißwindtemperatur und Möller im engen Zusammenhang stehen, es zeigt aber auch gleichzeitig, daß eine ungenügende Röstung mitunter sehr verfehlt sein kann.

Arme Erze mit geringem Kohlendioxydgehalt lassen infolge ihrer großen Schachtarbeit hohe und höchste Wind-

Möller:  
Auswurfsinter 50,98%, Daggers Roherz 16,99%, Thomasschlacke 19,52%  
Vanadin-Restschlacke 1,5%, Sand 10,97%  
Kokksatz: 1535 kg/2 Eisen, Möllerausbringen 28,5%  
Roheisen: 0,5% Si, 2,6% Mn, 75% P, 0,02% S, 2,3% C  
Heißwindtemperatur 900°C, Gichttemperatur 375°C  
Indirekte Reduktion rd. 50%

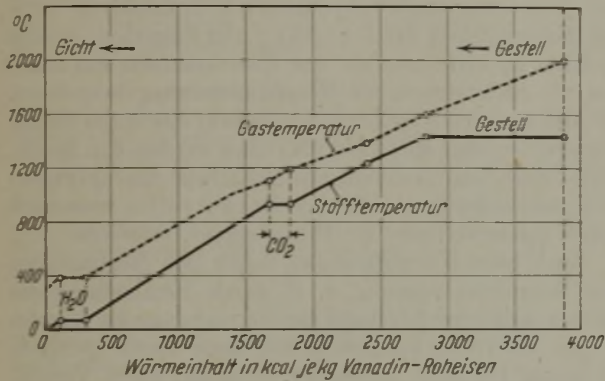


Bild 26. Temperatur-Wärmeinhalts-Schaubild für Vanadin-Roheisen.

temperaturen zu, wie Bild 28 zeigt. Auch bei guter indirekter Reduktion ist dies der Fall, was ja bei der Minettesinterverhüttung hinlänglich bewiesen ist.

Nicht unwesentlich wird die Wärmeabgabe des Heizkokes durch die Luftfeuchtigkeit beeinflusst. 10 g Luftfeuchtigkeit bedeuten bei einem Ofen mit 360 t Koks-durchsatz je Tag eine Wasserzufuhr zum Gestell des Hochofens von  $0,01 \cdot 3000 \cdot 15 = 450$  kg/h, die dort zu Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt werden. Rechnerische Betrachtungen weisen darauf hin, daß 10 g H<sub>2</sub>O je Nm<sup>3</sup> Gebläsewind oder 30 kg H<sub>2</sub>O je t Koks einen Koksmehrverbrauch von etwa 60 kg Koks/t Heizkoks bedeuten. Außerdem wird mit Abnahme der Feuchtigkeit der Luft durch die Veränderungen in der Abgasmenge und damit durch die steigende Gastemperatur an den Formen die Koks-durchsatzleistung um 5 % und mehr je 10 g abgeschiedenes Wasser gesteigert. Die verbesserte Wärmeabgabe des Heizkokes in Verbindung mit dem erhöhten Koks-durchsatz ergibt rechnerisch Leistungssteigerungen in der Eisenerzeugung von etwa 10 % je 10 g Wasserabnahme im Gebläsewind.

Amerikanische Veröffentlichungen weisen auf wesentlich größere Verbesserungen hin<sup>18)</sup>. Hier werden Kokseinsparnisse von 18 % und Leistungssteigerungen von 12 bis 26 % über längere Zeitabschnitte genannt, wenn Luft-trocknungsanlagen benutzt werden.

Die Abweichung zwischen Theorie und Praxis zugunsten der Praxis in den Ergebnissen einer Windtrocknung ist

<sup>18)</sup> Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 1068/10.

wohl im wesentlichen auf die so entstandene Regelmäßigkeit in der Güte des Gebläsewindes zurückzuführen. An einem heißen Sommertag kann zwischen Tag und Nacht ein Wechsel von 15 bis 30 g H<sub>2</sub>O Luftfeuchtigkeit eintreten, also eine Schwankung in der Wasserzufuhr zum Gestell von mehr als 0,5 t H<sub>2</sub>O/h.

Der Energieverbrauch zur Windtrocknung ist bei der praktisch erprobten Silikagel-Windtrocknungsanlage am geringsten, und zwar etwa 1,5 kg Dampf aus Abhitze je kg ausgeschiedenes Wasser. Die so bedingte Kokseinsparung ist etwa 2 kg Koks oder ein Mehrfaches an Energie als der hierzu nötige Regenerierungs-dampfbedarf.

Sauerstoffangereicherter Wind verändert ebenfalls die Wärmeabgabefähigkeit des Heizkokes<sup>19) 20)</sup>. Die Windmenge wird mit zunehmendem Sauerstoffgehalt kleiner, ebenso die Wärmezufuhr durch Heißwind. Die gleichfalls bedingte Verkleinerung der Abgasmenge läßt die Abgasverluste kleiner werden. Da aber die Verkleinerung der Heißwindzufuhr größer als die Verminderung der Gichtabgasverluste ist, wird die Wärmeabgabe des Heizkokes bei gleicher Heißwind- und Gichttemperatur mit zunehmendem Sauerstoffgehalt des Windes schlechter. Man kann also

Kokksatz:  
753 kg Rohkoks/2 RE, 792 kg Normalkoks/2 RE } 4,8% H<sub>2</sub>O, 8,0% Asche  
Heißwindtemperatur=420°C  
Gichttemperatur =170°C  
Indirekte Reduktion =78%, Gichtgas H<sub>u</sub> =799 kcal  
Möllerausbringen 39,9%  
Roheisen: 0,18% Si, 2,97% Mn, 0,077% P  
0,07% S, 4,72% C

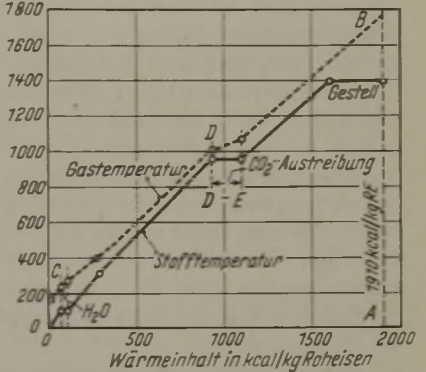


Bild 27. Temperatur-Wärmeinhalts-Schaubild über die Verhüttung von steirischen Roh- und Rösterzen nebst Sinteranteilen auf Stahleisen (Monatswert).

Kokksatz: 1257 kg/2, 4,5% H<sub>2</sub>O, 7,1% Asche  
Heißwindtemperatur 900°C, Gichttemperatur 750°C  
Indirekte Reduktion 57%, Gichtgas H<sub>u</sub>, Möllerausbringen 25,8%

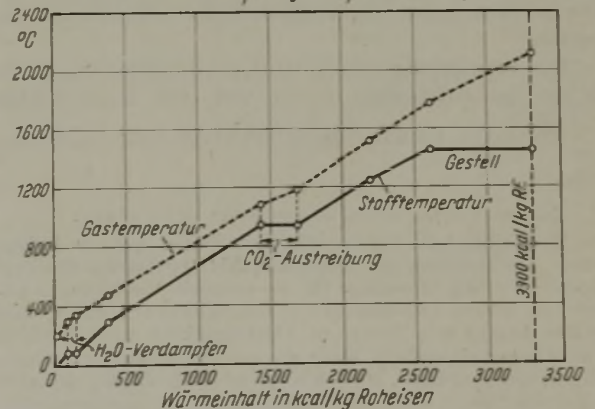


Bild 28. Temperatur-Wärmeinhalts-Schaubild über die Verhüttung von armen Rösterzen, Sinter, Siemens-Martin-Schlacken und Zuschlägen von gebranntem Hochofenkalk (15 % CO<sub>2</sub>) auf Thomaseisen (Monatsmittelwerte).

mit Sauerstoff in normalen Möllern mit geringer Gichttemperatur keinen Koks sparen.

<sup>19)</sup> Eilender, W., und P. Veit: Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 905 10 (Stahlw.-Aussch. 374).

<sup>20)</sup> Lennings, W.: Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 533 44 u. 565 72 (Hochofenaussch. 145).



Anders ist der Fall bei Roheisensorten mit hoher Gestell- und kleiner Schachtarbeit, also bei Herstellung von Ferro-mangan, wo hohe Gichttemperaturen vorliegen. Die durch den erhöhten Sauerstoffgehalt bedingten höheren Gas-temperaturen, also verbesserten Temperaturgefälle zwischen Gas- und Stofftemperatur, vermindern die Gichttemperatur.

Die Verwendung von sauerstoffreichem Wind ist überall möglich, wo auch in normalem Luftbetrieb hohe und höchste Windtemperatur zulässig sind<sup>1)</sup>. Der Anwendung von sauerstoffreicher Luft gelten also sinngemäß etwa alle Beschränkungen wie für die Anwendung hoher Heißwind-temperaturen. Bestehen hohe Gichttemperaturen, so kann der angereicherte Gebläsewind durch die Erniedrigung der Gichttemperaturen auch Koksersparnisse mit sich bringen.

Den größten Anreiz zur Verwendung von sauerstoffreicher Gebläseluft bietet die durch die Verkleinerung der Abgasmenge bedingte Leistungssteigerung der Hochofen. Aus Verhüttungsversuchen mit eisenarmen Erzen von W. Lenings<sup>2)</sup> ergaben sich beim Uebergang auf 26 % O<sub>2</sub> Koks-durchsatzsteigerungen auf das 1,27- und 1,16fache des Luftbetriebes. Gleichzeitig traten aber auch beachtliche Koksersparnisse von etwa 15 % auf, was zusammen mit dem vergrößerten Koks-durchsatz zu Erzeugungssteigerungen von 40 bis 50 % führte.

Daß die Koksersparnisse größer sind, als sie durch die Verminderung der Gichttemperatur um 100 bis 150° bedingt sind, ist wahrscheinlich auf die starke Verkleinerung des Anteils der hohen Wandverluste je t Roheisen des kleinen Versuchsofens zurückzuführen, zumal da die indirekte Reduktion keine wesentliche Veränderung erfahren hat.

R. Durrer<sup>21)</sup> schlägt vor, reinen Sauerstoff im Niederschachtofen anzuwenden, und glaubt, daß trotz direkter Reduktion, also in Gegenwart von Kohlenstoff, eine völlige Verbrennung des Kohlenoxyds zu Kohlensäure infolge der schnellen Reaktionsfolge möglich sei. Daher würden sich bedeutende Koksersparnisse gegenüber der Luftverhüttung ergeben.

Klare und einwandfreie Versuchsergebnisse liegen hier nicht vor, auch kann man diese Vorschläge nicht genau prüfen. Bei einem üblichen Hochofenmüller würden 100 % O<sub>2</sub> zu einem Energiemangel im Schacht führen. Dort muß sich der Sauerstoffgehalt der Schachtarbeit anpassen.

Die Verwendung von 26 % O<sub>2</sub> im Gebläsewind dürfte in der Sauerstoffanlage Kosten von etwa 2 *RM*/t Koks

verursachen. Um sie wettzumachen, müssen unter Berücksichtigung der Gichtgasgutschrift mehr als 10 % Koks erspart werden<sup>20) 22)</sup>. Die Anlagekosten für die Herstellung der sauerstoffangereicherten Luft sind bei 26 % O<sub>2</sub> im Gebläsewind etwa 6 bis 7 *RM*/t Koks und Jahr, also etwa 10 % der Gesamtkosten einer neuen Hochofenanlage. Zur Rechtfertigung der Anlagekosten müssen also entsprechende Leistungssteigerungen der Hochofenanlage auftreten. Der Energieaufwand zur Sauerstoffherstellung beträgt etwa 1 Mill. kcal/1000 m<sup>3</sup> Luft mit 80 % O<sub>2</sub> oder im vorliegenden Beispiel mit 26 % O<sub>2</sub> im Wind etwa 0,25 · 10<sup>6</sup> kcal/t Koks, gleich 6 % des Gichtgasanfalles, er ist also verhältnismäßig gering. Die kurzen Betrachtungen zeigen, daß bei Sonderroheisen Koksersparnisse auftreten können. Bei den gewöhnlichen Roheisensorten sind die Verhältnisse nicht so günstig, aber immerhin so beachtlich, daß es sicherlich sehr angezeigt ist, die Verwendung von sauerstoffangereicherter Luft weiter zu untersuchen.

#### Zusammenfassung.

Zahlreiche Maßnahmen des Hochofenbetriebes, wie vor allem die Möllervorbereitung durch Brechen und Sieben, die Möllerrung nach physikalischen Grundsätzen sowie die Notwendigkeit der Sinterung von Feinerzen, werden in ihren Auswirkungen auf den Koksverbrauch und damit auf die Selbstkosten der Roheisenerzeugung besprochen. Bei der an sich wertvollen Hochofenkoks sparenden Möllervorbereitung darf aber nicht übersehen werden, daß Brech-, Sieb-, Röst- und Sinteranlagen zusätzliche Energiemengen und die letztgenannte auch Brennstoffe, wenn auch meist minderwertigere als Hochofenkoks, erfordern.

Auch beim Hochofenkoks bieten sich Möglichkeiten zur Brennstoffeinsparung, z. B. durch Herabsetzung des Aschen- und Schwefelgehalts und Verringerung des Abriebs.

Im Hochofenbetrieb selbst kann durch geringere Belastung bei nicht vorbereitetem Möller, durch Verwendung von gebranntem Kalk zur Entlastung der Vorbereitungsarbeit im Oberofen, durch Anwendung von getrocknetem oder sauerstoffangereichertem Gebläsewind u. a. m. eine Senkung des Koksverbrauchs erreicht werden.

Zahlreiche dieser Maßnahmen werden bereits durchgeführt. Eine allgemeine Verwirklichung könnte noch beträchtliche Koksersparnisse und ohne nennenswerte größere Inanspruchnahme anderer Energiearten eine Mehrleistung der Hochofen erwarten lassen.

<sup>21)</sup> Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 877/82 (Hochofenaussch. 193).

<sup>22)</sup> Karwat, E.: Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 860/63.

An den Vortrag schloß sich folgende Erörterung.

P. Reichardt, Düsseldorf: Herr Senfter hat am Anfang seiner Ausführungen ein Lichtbild (*Bild 4*) gebracht, das zum größten Teil die Grundlage für die weiteren Ausführungen bildete. In diesem Lichtbild hat er den Koksverbrauch einer großen Anzahl von Werken in Abhängigkeit vom Möllerausbringen dargestellt. Dazu war auch eine Idealkurve eingetragen, eine Soll-Linie, die den Koksverbrauch angibt, der nach seiner Ansicht bei dem betreffenden Möllerausbringen erreichbar ist und der bei guter Betriebsführung nicht überschritten werden sollte. Herr Senfter wies darauf hin, daß der größte Teil der tatsächlichen Werte erheblich über dieser Soll-Linie liegt. Meines Erachtens ist das nicht zu verwundern, denn in Wirklichkeit gibt es keinen gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen dem Möllerausbringen und dem Koksverbrauch. Es gibt vielmehr nur eine Abhängigkeit, und zwar eine sehr starke Abhängigkeit des Koksverbrauchs von der Schlackenmenge. Für bestimmte Gebiete mit ungefähr gleicher Beschaffenheit des Möllers ist das Möllerausbringen allerdings auch ein gewisser Maßstab für die Schlackenmenge, und deshalb kann man in beschränktem Umfange auch eine scheinbare Abhängigkeit des Koksverbrauchs vom Möllerausbringen finden. Aber allgemein gilt das nicht.

Wenn man z. B. zwei Möller miteinander vergleicht, von denen der eine aus reinem Brauneisenstein besteht und der andere aus reinem Magneteisenstein, so wird bei gleichem Möllerausbringen ein großer Unterschied in der Schlackenmenge der beiden Möller bestehen, denn der Brauneisenstein enthält neben Eisen- und Schlackenträgern eine große Menge Nässe, Hydratwasser und an Eisen gebundenen Sauerstoff; dafür hat der Magneteisenstein beim gleichen Eisengehalt eine entsprechend größere Menge von Schlackenträgern. Bei einem Möllerausbringen von 35 % wird z. B. ein reiner Brauneisenstein eine Schlackenmenge von 700 kg, ein reiner Magneteisenmüller aber eine Schlackenmenge von 1400 kg haben. Dieser Unterschied von 400 kg in der Schlackenmenge entspricht nach der bekannten Erfahrungszahl einem Unterschied im Koksverbrauch von 160 kg. Ganz abgesehen davon ist von Einfluß noch die größere Dichte, die geringe Porigkeit, die Schwerreduzierbarkeit des Magnetmüllers, die ebenfalls auf den Koksverbrauch einwirken. Wenn man also mit einer solchen Soll-Kurve, die vielleicht auf die Verhältnisse des Minettebezirks abgestimmt ist, den Koksverbrauch eines an Schwedenerzen reichen Ruhrmüllers messen will, so wird man bestimmt zu falschen Schlüssen kommen.



W. Güldner, Dortmund: Wir haben uns bei Hoesch auch einmal mit der Möglichkeit der Windtrocknung beschäftigt und uns die Feuchtigkeitszahlen des Ruhrgebiets geben lassen. Dabei konnte festgestellt werden, daß im Jahre nur wenige Monate eine ausreichend hohe Luftfeuchtigkeit aufweisen, bei der ein wirksames Arbeiten einer Trocknungsanlage sichergestellt wäre. Ich bin darum der Meinung, daß wir uns von einer Windtrocknung nicht allzuviel versprechen dürfen. Aber angenommen, man würde 10 g/m<sup>3</sup> Wasser aus dem Wind heraus holen, so wären das 30 kg/t Koks. Der Koks selbst enthält aber schon 2 bis 6 % Wasser, also zwischen 20 und 60 kg t. Wenn diese Menge vielleicht auch den Wärmehaushalt des Hochofens nicht in dem Maße ungünstig beeinflußt wie die Windfeuchtigkeit, so belastet sie doch den Hochofenbetrieb als solchen. Um diese Wassermengen nicht fördern zu müssen, sollte man grundsätzlich die Koksverrechnung ändern und Abzüge für Wasser und sonstige unerwünschte Begleitstoffe machen.

Wenn man sich heute darum bemühen muß, den Möller so zu gestalten, daß eine große nennenswerte Brennstoffersparnis erzielt wird, so darf man nicht an der Tatsache vorbeigehen, daß bei vielen Werken noch Gasüberschüsse abgeblasen werden, deren Wärmewert die hier besprochenen Einsparmöglichkeiten noch wesentlich übertreffen. Diese Ueberschüsse treten nicht nur sonntags, sondern auch an Wochentagen auf; sie sind aber mit einfacheren Mitteln nutzbringender zu verwenden als manche Einsparung durch Möllerverbesserung. Man sollte nicht vergessen, daß das Abblasen von 50 000 m<sup>3</sup>/h Gichtgas einer Kohlenmenge von 7 t/h entspricht, die an anderer Stelle eingesetzt werden könnte. Fackelgas stellt also nicht nur große Wertverluste für das Hüttenwerk, sondern auch für unsere Volkswirtschaft dar.

E. Senfter: Es ist selbstverständlich, daß sich in Tropengebieten die Entfernung der Luftfeuchtigkeit günstig auswirkt. Bei uns sind die Schwankungen im Wassergehalt der Luft so, daß wir im Winter 3 bis 4 g und in den anderen Jahreszeiten 10 g H<sub>2</sub>O/m<sup>3</sup> haben. Dann kommen die Spitzenmonate Juli bis September mit 15 bis 25 g, je nachdem, ob Gewitterschwüle oder trockenes Wetter ist. Die Amerikaner führen auch aus dem Winter Beispiele an, daß sie durch Anwendung der Lufttrocknung gute Ergebnisse hatten. Ich nehme an, daß die Lufttrocknung eine Koksersparnis in den drei bis vier heißen Monaten mit sich bringen wird. Wir brauchen im Sommer immer mehr Brennstoff als in den Wintermonaten. Das Wesentliche der Lufttrockenanlage wird sein, daß stets eine gleichartige Windbeschaffenheit vorliegt. Es ist im Sommer so, daß man Feuchtigkeitsgehalte hat, die nachts bei 10 g liegen und tagsüber auf 20 g ansteigen. Diese Störungen machen sich bei allen Hochofen im Sommer bemerkbar. Wir haben das seit drei Jahren an vielen Stellen verfolgt. Die Ueberprüfung des Mehr-Koksverbrauchs ist bei uns verhältnismäßig einfach und klar, weil wir jeden Monat den Soll-Koksverbrauch auf Grund des Möllerausbringens usw. bestimmen und ihn mit dem Ist-Verbrauch in Vergleich setzen. Es ergibt sich, daß in den letzten drei Jahren im Sommerhalbjahr bis zu 3 % mehr Koks verbraucht werden als in den Zwischenmonaten. Im Winter bei großer Kälte werden die Soll-Zahlen in der Regel um 2 bis 3 % unterschritten.

Zu den Ausführungen von Herrn Reichardt ist zu sagen, daß eine veränderte Schlackenmenge bei verschiedenem Möllerausbringen einen verschiedenen Koksverbrauch haben kann, je nach der Art des Möllers. Die von mir aufgestellte Koksverbrauchskurve bezieht sich auf einen wohl vorbereiteten Möller. Wenn ein Möller Schlackenbestandteile enthält

mit wenig Kalkkarbonat, dann hat man für die Tonne etwa 200 kg Koks je t Roheisen aufzuwenden. Hat man aber Sand, Tonerde und Kalkstein, so sind für die t Schlacke 400 bis 500 kg Koks aufzuwenden. Es ist selbstverständlich, daß man für das Wasseraustreiben eine andere Menge Koks braucht, und wieder eine andere für Schlacken. Das sind alles Dinge, die ineinander greifen. Aber insgesamt kann man nach dem Möllerausbringen gut arbeiten, wenn man nur aufbereiteten Möller hat. Möller mit Kalkstein liegt immer weit über der Kurve.

Zu den Ausführungen von Herrn Güldner ist zu bemerken, daß sich der Einfluß der Koksfeuchtigkeit nur geringfügig auf den Trockenkoksverbrauch auswirkt. Das hier vorhandene Wasser wird in den seltensten Fällen nach Wasserstoff zerlegt, was aber bei der Luftfeuchtigkeit stets der Fall ist.

K. Guthmann, Düsseldorf: Schon in früheren Sitzungen kam man über die Bedeutung der Hochofenwindtrocknung zu der Ansicht, daß es vor allem wohl auf einen gleichmäßigen Feuchtigkeitsgehalt ankommt, und weniger auf die Feuchtigkeit an sich. Denn für diese Auffassung würde sprechen, daß bei russischen Hochofen nach den Veröffentlichungen, die hierüber bekannt geworden sind, sogar Dampf in den Hochofenwind eingeblasen wird, um auch im Winter eine gleiche Feuchtigkeit von etwa 10 g/Nm<sup>3</sup> zu bekommen, während es sonst nur etwa 2 g/Nm<sup>3</sup> wären. Dies würde also gerade für einen gleichbleibenden Feuchtigkeitsgehalt und weniger für eine Trocknung sprechen.

R. Hahn, Oberhausen: Ueber den Einfluß von feuchtem Erz auf den Wasserstoffgehalt des Gichtgases habe ich selbst Versuche gemacht. Auf einem Werk mit Handbegichtung traten öfter Schwierigkeiten dadurch auf, daß durch Fehlzündungen die Gebläsemaschinen ausfielen. Nach längerem Suchen konnte festgestellt werden, daß diese Störungen dann auftraten, wenn sich in der Gichtschüssel größere Wassermengen durch Ueberlaufen der Wassertasse angesammelt hatten. Jedesmal, wenn bei einem der 5 Oefen eine derart mit Wasser gefüllte Gichtglocke abgelassen wurde, stieg der im allgemeinen nach dem Wasserstoffschreiber etwa 2½ % betragende Wasserstoffgehalt auf 5 und mehr Prozent, und die Störungen in den Maschinen traten für kurze Zeit schlagartig auf.

H. Oberle, Wetzlar: Wir bemerken bei uns schon seit Jahren beim Erblasen von Gießereieisen mit hohen Phosphorgehalten (rd. 2 % P), wofür wir in der Hauptsache Minette verwenden, bereits einige Stunden nach dem Umsetzen ein Ansteigen des Wasserstoffgehaltes von 2 % auf 3,5 %. Während der ganzen Blasezeit bleibt der erhöhte Wasserstoffgehalt etwa derselbe, er geht aber beim Uebergang auf eine andere Eisensorte sofort wieder zurück. Es ist bemerkenswert, daß der Anstieg des Wasserstoffgehaltes, der zweifellos aus einer Aufspaltung des Hydratwassers der Minette herrührt, schon zu einer Zeit eintritt, in der die Zone der für eine Wasserzersetzung erforderlichen Temperatur kaum erreicht sein dürfte, zumal da ganz normale Gichttemperaturen von 200 bis 300° vorliegen.

P. Reichardt: Das Hydratwasser ist im allgemeinen nicht als schädlicher Bestandteil anzusehen. Es ist zwar theoretisch denkbar, daß ein Teil des Hydratwassers in Temperaturen ausgetrieben wird, die so hoch liegen, daß bereits die Wasserreaktion eintritt und daß auf diese Weise Koks vergast werden kann. Aber das wird nur ausnahmsweise eine kleine Menge sein. Es ist doch eine uralte Erfahrung, daß gerade die Brauneisenerze, die den höchsten Hydratwassergehalt haben, am leichtesten reduzierbar sind. Das widerspricht aber der Annahme, daß das Hydratwasser als schädlich anzusprechen wäre.

## Umschau.

### Die Wirtschaftlichkeit des Lichtbogenofens.

H. F. Phelps<sup>1)</sup> sieht die Wirtschaftlichkeit des Lichtbogenofens gegenüber anderen Stahlschmelzöfen

1. in der mühelosen Umstellbarkeit auf verschiedene Schmelzverfahren, die einem ganz unterschiedlich zusammengesetzten Erzeugungsplan gerecht wird;
2. in den Ersparnissen, die sich in  $\mathcal{R}/t$  Fertigstahl ausdrücken lassen.

Man kann im Lichtbogenofen ohne weiteres in aufeinanderfolgenden Schmelzen die hochoxydhaltigen Erzeugnisse des Bessemerkonverters mit einer Schlacke von 25 bis 30 % FeO, die teilweise desoxydierten Siemens-Martin-Stähle bei 10 bis 14 % FeO und die vollständig desoxydierten, nur für den Lichtbogenofen geeigneten Stähle bei den niedrigen Gehalten

von 0,25 % FeO in der Schlacke herstellen. Es ist außerdem möglich, in der Erzeugung von Grau- und Temperguß den Kupol- und Flammofen zu ersetzen und sogar zu übertreffen. Der Lichtbogenofen ist deshalb als der Schmelzofen bezeichnet, in dem alle Stähle hergestellt werden können.

Dem Vortrag liegen die Betriebserfahrungen an einem 50-t-Lichtbogenofen mit drei Elektroden, einem Manteldurchmesser von 5400 mm und einer Höhe der Seitenflächen von 3200 mm zugrunde. Die Stromzufuhr geschieht über einen 10 000-kVA-Umspanner mit fünf sekundären Spannungsstufen von 275, 240 und 185 V bei Dreieck- und 140 und 105 V bei Sternschaltung. Die Schmelzen werden mit durchschnittlich 57 t abgestochen.

Beachtlich ist, daß man den Ofen mit einer Einsetzmaschine beschießt, eine Arbeit, die in 20 bis 30 min geschafft wird. Hierbei ist es wohl ausgeschlossen, bis zur Hälfte des Einsatzgewichtes

<sup>1)</sup> Iron Steel Engr. 18 (1941) Nr. 4. S. 53/60.



ungepreßte Späne oder besonders schweren Preßwerkschrott mitzunehmen, wie es bei der in Deutschland üblichen Korb- beschickung ohne weiteres möglich ist.

Zum Einschmelzen wählt man eine Spannung von 275 V bei 34 000 A. Kurz vor Beendigung der Einschmelzzeit wird eine Vorprobe auf Kohlenstoff und Phosphor genommen. Liegt der Kohlenstoff zu hoch, so frischt man mit Walzzunder oder Eisenerz. Andernfalls wird mit Roheisen oder durch Tauchen der Elektroden aufgekohlt. Dann folgt das Feinen und Fertig- machen.

Das am meisten übliche Verfahren der Elektrostahlerzeugung besteht darin, das Bad unter einer oxydischen Schlacke auf den erwünschten Kohlenstoff- und Phosphorgehalt zu bringen, dann die Schlacke abzuziehen und mit einer Kalzium- Karbid-, Kalzium-Silikat- oder Kalzium-Aluminat-Schlacke zu feinen. Sobald die Schlacke reduziert ist, wird die zweite, für die endgültige Abstimmung der Fertiganalyse maßgebende Probe genommen.

Folgender Schmelzbericht wird als kennzeichnendes Bei- spiel einer Zweischlackenschmelze angegeben:

Abstich der vorigen Schmelze . . . . .	2.48 Uhr
Beginn des Einsetzens . . . . .	3.05
Ende des Einsetzens . . . . .	3.25
Gesamteinsatz 57,4 t	
Beginn des Abschlackens . . . . .	6.00
Ende des Abschlackens . . . . .	6.10, Schlacke 10,5 % FeO
Kalkzugabe für die zweite Schlacke	6.15
Probe . . . . .	7.20, Schlacke 0,6 % FeO
Abstich . . . . .	7.40, Schlacke 0,3 % FeO
Zeit von Abstich zu Abstich . . . . .	4 h 52 min.
Analysenvorschrift: 0,18 bis 0,21 % C, 0,20 bis 0,30 % Si,	
0,50 bis 0,60 % Mn, höchstens 0,025 % P, 0,15 bis 0,20 % Cr,	
0,20 bis 0,30 % Mo, 1,65 bis 2,00 % Ni.	
Fertiganalyse: 0,195 % C, 0,23 % Si, 0,59 % Mn, 0,016 % P,	
0,20 % Cr, 0,22 % Mo, 1,77 % Ni.	
Ausbringen: 56,41 t volle Blöcke.	
Stromverbrauch: 523,4 kWh/t, bezogen auf das Rohgewicht	
der vollen Blöcke.	

In dem Schmelzbericht sind leider die Werte der ersten und zweiten Probe nicht verzeichnet. Man hat deshalb kein Bild über die geleistete Frischarbeit und über die Zugabe von Legierungsbestandteilen, um hiermit die zwar mögliche, aber immerhin recht kurze Einschmelz-, Frisch- und Feinungszeit in Zusammenhang zu bringen.

Das zweite für den Lichtbogenofen kennzeichnende Ver- fahren ist die Umschmelze. Man arbeitet so wenig oxydierend wie möglich und reduziert dann die Schlacke, ohne sie zu ent- fernen. Diese Arbeitsweise ermöglicht die Wiedergewinnung aller im Schrott enthaltenen Legierungsbestandteile. Dies wirkt sich besonders bei Wolframschrott günstig aus, birgt aber die Gefahr in sich, daß unter Umständen unerwünschte Elemente, wie Phosphor, vollständig reduziert werden.

Neben diesen bisher erwähnten eigentlichen Lichtbogen- ofenverfahren, die durch eine reduzierte Fertigschlacke gekenn- zeichnet sind, wird bei der Erschmelzung von Bessemer- und Siemens-Martin-Gütern mit einer oxydischen Schlacke unter Ueberwachung des Eisenoxydulgehaltes bis zum Schluß durch- gefahren.

Für einen Schwefelautomatenstahl, der meist nach dem Bessemerverfahren hergestellt wird, ist folgender Schmelz- verlauf als Beispiel angegeben:

Abstich der vorigen Schmelze . . . . .	11.08 Uhr
Beginn des Einsetzens . . . . .	11.30
Ende des Einsetzens . . . . .	11.50
Gesamteinsatz 59,07 t	
1. Probe . . . . .	2.30, Schlacke 21,3 % FeO
2. Probe . . . . .	2.45, Schlacke 23,5 % FeO
3. Probe . . . . .	3.00, Schlacke 20,2 % FeO
Abstich . . . . .	3.21
Zeit von Abstich zu Abstich . . . . .	4 h 13 min.
Analysenvorschrift: 0,08 bis 0,13 % C, 0,60 bis 0,90 % Mn,	
0,07 bis 0,09 % P, 0,250 bis 0,300 % S.	
Fertiganalyse: 0,12 % C, 0,86 % Mn, 0,083 % P, 0,294 % S.	
Ausbringen: 56,41 t an vollen Blöcken.	
Stromverbrauch: 523,5 kWh/t, bezogen auf das Rohgewicht	
der vollen Blöcke.	

Der nächste Bericht gilt für einen Siemens-Martin-Auto- matenstahl:

Abstich der vorigen Schmelze . . . . .	3.21 Uhr
Beginn des Einsetzens . . . . .	3.35
Ende des Einsetzens . . . . .	4.05
Gesamteinsatz: 59,29 t	

1. Probe . . . . .	6.45, Schlacke 13,1 % FeO
2. Probe . . . . .	7.05, Schlacke 4,0 % FeO
Abstich . . . . .	7.31
Zeit von Abstich zu Abstich . . . . .	4 h 10 min.

Analysenvorschrift: 0,43 bis 0,48 % C, 0,15 bis 0,25 % Si, 0,70 bis 1,00 % Mn, höchstens 0,040 % P, 0,10 bis 0,15 % S. Fertiganalyse: 0,465 % C, 0,23 % Si, 0,96 % Mn, 0,027 % P, 0,14 % S.

Ausbringen: 54,45 t an vollen Blöcken.

Stromverbrauch: 523,3 kWh/t, bezogen auf das Rohgewicht der vollen Blöcke.

Die Umstellbarkeit des Lichtbogenofens ist wirtschaftlich gesehen ebenso wichtig, wie es die Kosten sind. Ob diese Auf- fassung bei dem steigenden Bedarf an Stählen aus dem Licht- bogenofen heute noch in Amerika zu vertreten ist, ist fraglich.

Bei der Gegenüberstellung der Kosten des Lichtbogen- und des Siemens-Martin-Verfahrens zeigt sich der größte Unter- schied in den Wärmekosten. Die Elektroden- und Strom- kosten betragen etwa 6,00 \$/t, wovon 1,5 \$/t für die Elektroden einzusetzen sind; dagegen wird die Tonne Siemens-Martin-Stahl hierbei mit 2 \$ belastet.

Demgegenüber ergeben sich beim Lichtbogenofen folgende Einsparungen:

Bei legierten Stählen wird die Schmelze im Siemens- Martin-Ofen mit 50 % Roheisen und 50 % Schrott eingesetzt, während der Lichtbogenofen mit 100 % Schrott beschickt wird. Dies macht eine Einsparung von 1,5 \$/t aus.

Der 50-t-Lichtbogenofen bringt die gleiche Menge Stahl wie ein 150-t-Siemens-Martin-Ofen. Dies würde bei dem Siemens- Martin-Ofen einer Stundenleistung von etwa 12,5 t entsprechen, die nach den Erfahrungen in Deutschland etwas niedrig an- gesetzt ist. Da der 150-t-Siemens-Martin-Ofen wesentlich mehr kostet als der Lichtbogenofen, wird die Belastung durch die Verzinsung einen großen Unterschied ausmachen.

In der Ausbeute der im Schrott enthaltenen Legierungs- bestandteile ist der Lichtbogenofen dem Siemens-Martin-Ofen überlegen. So rechnet man beim Einschmelzen von Vanadin- schrott nach dem Zweischlackenverfahren mit einer Rückge- winnung von 50 % V. Die Putzkosten werden beim Elektro Stahl um etwa 2 \$/t niedriger sein als beim Siemens-Martin-Stahl.

Aus der dem Vortrag folgenden Aussprache seien zwei für die Wirtschaftlichkeit wichtige Punkte herausgestellt:

Die Elektrodenfrage und die Größe des Ofens sowie der gesamten Anlage.

1918 wurde die größte Graphitelektrode mit 300 mm Dmr. bei einem Ausbringen von 50 % hergestellt. Das Ausbringen ist heute auf über 90 % gesteigert worden.

Die Steigerung des Ofenraums hatte ein Größerwerden der Elektroden zur Folge. Man ging schrittweise von 350 mm über 400 mm und 450 mm auf 500 mm dicke Elektroden über. Für die neuen 100-t-Lichtbogenöfen hofft man, noch größere Ab- messungen zu erreichen.

Mit der Verbesserung der Herstellungstechnik werden die Elektroden billiger, und die Haltbarkeit nimmt zu. Lag bei einem Versuch an einem 6-t-Ofen der Verbrauch an 300-mm- Elektroden noch bei 9 kg/t, so ist man bei den dickeren Graphit- elektroden bis auf 5,5 kg/t heruntergekommen. Erklärlich wird diese Zahl vor allem auch durch die gute Schmelzleistung der 50-t-Oefen.

Dadurch, daß man eine Elektrode aus Teilstücken, die an beiden Enden eine Gewindebohrung haben, mit Hilfe eines konischen Nippels zusammensetzen kann, kommt es kaum noch vor, daß Elektrodenenden ausfallen oder ganze Elektroden durch Bruch unbrauchbar werden. Meistens ist es möglich, die End- stücke, vor allem die oberen, mit einer neuen Gewindebohrung versehen zu lassen und wieder zu verwerten. Der Ausfall durch Bruch macht weniger als 1 % des gesamten Elektrodenver- brauchs aus.

Es wird darauf hingewiesen, daß ein jeder Uebergang zu einem größeren Umformer und zu einem größeren Ofen eine Herabsetzung des Stromverbrauchs mit sich brachte. Ein 10-t- Ofen braucht etwa 750 kWh/t, ein 30-t-Ofen etwa 630 bis 640 kWh/t und ein 100-t-Ofen etwa 540 kWh/t.

Der größte Unterschied in den Kosten liegt bei Oefen unter 30 t, während bei denen über 30 t keine so großen Kostenver- änderungen auftreten. Ein Lichtbogenofen unter 30 t wird nicht mit einem Siemens-Martin-Ofen in Wettstreit treten können.

Dagegen konnte man beim 50-t-Ofen nicht nur mit dem Siemens-Martin-, sondern sogar mit dem Bessemerverfahren Schritt halten.

Viel Zeit geht beim Stahlschmelzen durch das Warten auf die Analysenbestimmung verloren. Bei einem 100-t-



Ofen würde sie nicht länger dauern als bei einem Ofen von 50 t Fassung.

Der Grundsatz wird aufgestellt: Je größer der Ofen, desto niedriger die Kosten und der Stromverbrauch. Schließlich wird die Ansicht vertreten, daß bei einer großen Anlage die Stromkosten bei starkem Verbrauch um 25 % herabgedrückt werden können.

Friedrich Keller.

### Elektrolytische Mangangewinnung.

Der ständig steigende Manganbedarf hat überall in der Welt dazu geführt, daß mit der Ausbeutung sehr armer Manganerze begonnen wird. So ist es nach gründlichen Vorarbeiten durch weitgehende naßmechanische Aufbereitung möglich geworden, selbst tonige Manganerze von Ost-Tennessee und Südwest-Virginia mit einem Gehalt von nur 2 bis 5 % Mn so weit anzureichern, daß ein verhältnismäßig konzentriertes Erz entsteht<sup>1)</sup>. Solche feinkörnigen, immer noch tonhaltigen Konzentrate eignen sich nun erfahrungsgemäß zur Verhüttung auf Ferromangan im Hochofen nur schlecht, weil besonders der Phosphorgehalt fast vollständig in das Metall übergeht. Auch die auf aluminothermischem Wege herstellbaren hochwertigen Manganlegierungen enthalten unerwünscht hohe Mengen von Kohlenstoff, Phosphor, Arsen und Schwefel. Reinmangan läßt sich dagegen aus seinen wäßrigen Lösungen durch Elektrolyse gewinnen. Dieses Verfahren wurde vor einigen Jahren vom U. S. A. Bureau of Mines durchgearbeitet und in großem Maßstab durchgeführt. In einem Kreislauf wird dabei das Mangan aus den Erzen herausgelöst, die Lösungen der Elektrolyse unterworfen und die freie Säure wieder zur Lösung von neuem Erz verwendet<sup>2)</sup>. Bei einer besonderen Ausführungsform dieses Verfahrens<sup>3)</sup>, das der Consolidated Mining and Smelting Company of Canada geschützt wurde, bildet den Katholyt eine  $MnSO_4 \cdot (NH_4)_2SO_4$ -Lösung vom  $pH$ -Wert 4 bis 8. Der Anolyt enthält dagegen nur reine Schwefelsäure, die durch laufende Zugabe von Wasser gleichmäßig stark gehalten wird. Der an Mangan verarmte Katholyt wird laufend mit frischen Mangansulfatkristallen wieder angereichert. Anoden- und Kathodenraum sind durch ein Diaphragma getrennt. Voraussetzung für einen einwandfreien Verlauf der Elektrolyse ist hohe Reinheit der Mangansulfatkristalle, die besonders von Eisen, Arsen und Phosphor befreit sein müssen. Hierin liegt eine starke Einschränkung des kanadischen Verfahrens im großen.

Das Verfahren der Mangangewinnung durch Elektrolyse wurde nach einer weiteren amerikanischen Mitteilung<sup>4)</sup> auch in Rußland von R. I. Agladse<sup>5)</sup> sehr eingehend durchgearbeitet. Zwei Bleianoden befanden sich in porigen Gefäßen, welche Anolyt und Katholyt trennten. Die Kathode bestand aus Kupfer, Aluminium oder Weicheisen. Reines Mangan konnte aus Lösungen, die nur Mangansulfat enthielten, nicht erhalten werden. Erst nach Zusatz von Ammonsulfat [300 g  $MnSO_4 \cdot 5H_2O$  und 100 bis 150 g  $(NH_4)_2SO_4$  je l] konnte mit einer Stromdichte von 15 A/dm<sup>2</sup> an der Kathode bei 15° ein Metallniederschlag mit 98 % Mn bei einer Stromausbeute von 35 bis 45 % erhalten werden. Bei einer Erhöhung der Stromdichte bis 25 A/dm<sup>2</sup> stieg die Stromausbeute noch an. Eine Steigerung der Temperatur erniedrigte die Wasserstoffüberspannung und begünstigte die Wasserersetzung. Dadurch sank die Stromausbeute. Während der Elektrolyse reichte sich die Säure im Anodenraum an, unterdessen der Katholyt alkalisch wurde. Dadurch sank die Stromausbeute, und das abgeschiedene Metall wurde unrein. Durch laufende Prüfung des  $pH$ -Wertes, durch richtige Wahl der Porigkeit der Diaphragmen und der Größenverhältnisse des Anoden- und Kathodenraums ließ sich dies vermeiden.

Zusätze von Rhodanid, Zitrat und Nitrat zum Katholyten ergaben eine Steigerung der Stromausbeute. Ferner konnten mit einer Zugabe von 25 g Ammonzitrat je l besonders feinkörnige silberglänzende Manganniederschläge erzielt werden, die sich an der Luft weniger leicht oxydieren. Zusätze von Gelatine und anderen organischen Stoffen brachten keinen Vorteil. Durch Einleiten von 0,1 g  $SO_2$  je l konnte die Stromdichte an der Anode gesenkt werden, wahrscheinlich begünstigt durch die Abscheidung von kolloidalem Schwefel. Alle Metalle, wie Eisen, Kupfer, Nickel, Kobalt und Zink, die edler sind als Mangan, störten die Metallabscheidung und mußten deshalb aus dem Elektrolyten entfernt werden. Alle unedleren Metalle dagegen, wie Magnesium

und Aluminium, störten die Elektrolyse nicht. Wurde als Anolyt eine Ammonsulfatlösung verwendet, so stieg die Stromausbeute. Die Dicke des Manganniederschlages betrug im günstigsten Fall nur 1 bis 2 mm, selbst bei Versuchen mit sehr mangansulfatreichen Lösungen. Häufig störte die Bildung von Dendriten das Flächenwachstum.

Bei den Versuchen zur Abscheidung von Mangan aus Manganchloridlösungen wurden Graphitkathoden benutzt. Auch hier wirkte der Zusatz größerer Mengen von Ammonchlorid günstig. Temperatursteigerung verringerte die Stromausbeute. Bis 50° aufwärts wirkte dagegen eine Erhöhung der Stromdichte günstig. Der  $pH$ -Wert war ohne Einfluß auf die Metallabscheidung. Fast 100prozentiges Manganmetall konnte bei  $pH$ -Werten von 2 bis 7 erhalten werden. Bei zu sauren Lösungen wurde jedoch das Wachstum der Dendriten begünstigt. Die Niederschläge aus Chloridlösungen waren meist dunkel gefärbt, weil sie Mangandioxyd enthielten.

Versuche zur Abscheidung vom Manganmetall aus nitrat-, azetat- und borathaltigen Lösungen u. a. mißlingen. Dagegen bildete sich besonders reichlich an der Kathode Mangandioxyd und Uebermangansäure. Bei Verwendung von Graphitanoden, eines sehr sauren Anolyten, Unterteilung des Anodenraumes und ziemlich hoher Temperatur betrug die Stromausbeute für den Vorgang  $Mn^{++}/Mn^{0}$  50 bis 80 %, war also viel günstiger als bei Chloridlösungen.

Das durch Elektrolyse abgeschiedene Metall bestand aus  $\alpha$ -Mangan. Der Energieverbrauch beträgt etwa 9 bis 13 kWh/kg Mn bei Abscheidungen aus Chloridlösungen, 9 bis 15 kWh/kg bei sulfathaltigen Lösungen. Bei der aluminothermischen Herstellung werden 0,7 kg Al für die Gewinnung von 1 kg Mn gebraucht, und zu dessen Herstellung sind 12 bis 14 kWh nötig. Die Stromkosten für beide Mangangewinnungsverfahren sind demnach etwa die gleichen, jedoch ist elektrolytisch gewonnenes Metall mit 96,5 bis 99,98 % Mn wegen seiner Reinheit weit überlegen.

Fritz Hartmann.

### Hochdruckdampf- und Kesselanlagen im Hüttenbetrieb.

An den bereits veröffentlichten Vortrag von W. Güldner<sup>1)</sup> schloß sich folgende Aussprache an.

H. Meyer, Rheinhausen: Wir danken Herrn Güldner für seine Ausführungen, die uns einen wesentlichen Ueberblick gegeben haben über das, was augenblicklich auf den großen Werken an Hochdruckanlagen und Kesselausbildungen bereits vorhanden ist.

Wenn ich die Erörterung eröffnen darf, so glaube ich doch, daß sich aus allem, was wir heute gelernt und von den großen Werken erfahren haben, immerhin schon eine Richtlinie herauschält, die unbedingt befolgt werden sollte, und zwar Hochdruckdampfverwendung in einer möglichst ganz großen Turbine, in der der Dampf reduziert wird. Er wird dann weitergeleitet mit 18 bis 20 at zu anderen Maschinen und Turbinen, die als Kondensationsturbinen arbeiten und die dann als zusätzliche Stromaggregate oder Windaggregate tätig sind.

Als Faustformel sollte gelten, daß nach dem Gesamtbilde des Hüttenwerkes die größte Turbine etwa die Hälfte der Gesamtleistung hat.

W. Güldner, Dortmund: Ich glaube, eine Einheit, die die Hälfte der gesamten Stromerzeugung umfaßt, wäre doch wohl etwas zu groß. Eine andere Möglichkeit bestünde natürlich, die Turbinen in gleiche Leistungen von etwa 15 000 bis 20 000 kW aufzuteilen. Der Weg, den Sie vorschlagen, nach dem Grundsatz des Gewichtssatzes vorzugehen, ist zu überlegen.

K. Rummel, Düsseldorf: Die Fragestellung scheint mir etwas abwegig. Es geht nicht darum, wie wir ein ganz neues Hüttenwerk bauen, das mit Dampfturbinen versehen wird, sondern wir denken an unsere alten guten Werke, die schon Anlagen haben und zusätzliche Mengen leisten sollen. In diesem Falle möchte ich Herrn Meyer beistimmen. Würde es sich jedoch darum handeln, ein ganz neues Werk einzurichten, dann würde ich der Meinung von Herrn Güldner zuneigen, würde dann aber auch noch gewisse Reserven vorsehen. Es kommt auch darauf an, ob ich das neue Werk mit anderen Zentralen koppeln kann.

B. Weißenberg, Düsseldorf: Aus den Abbildungen, die uns Herr Güldner gezeigt hat, habe ich entnommen, daß eine planmäßige Dampfbewirtschaftung in Hinsicht auf beste Dampfausnutzung durch Hochdruckdampf erst am Anfang bei den Hüttenwerken steht, denn die beste Anlage in dieser Beziehung war die Anlage nach Bild 8, die etwa zwei Drittel des vorhandenen

<sup>1)</sup> Stahl u. Eisen 62 (1942) S. 835/43 (Masch.-Aussch. 99 u. Wärmestelle 309).

<sup>1)</sup> Min. & Metall. 21 (1940) S. 528/29.

<sup>2)</sup> Siehe Hammerquist, W. L.: Steel 105 (1939) Nr. 18, S. 42/45; vgl. Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 307/08.

<sup>3)</sup> Iron Coal Tr. Rev. 143 (1941) S. 454.

<sup>4)</sup> Behr, A.: Metal Ind., Lond., 56 (1940) S. 273/74.

<sup>5)</sup> Metallurg 14 (1939) S. 15/33.



Dampfes vom Hochdruckdampf an ausnutzt. Die nächstbeste Anlage nutzte etwa ein Drittel aus, und die anderen lagen noch weit darunter. Es bleibt für die Ausnutzung des Hochdruckdampfes auch für ältere Hüttenbetriebe offenbar ein sehr großer Spielraum.

K. Rummel: Wir wollen auch fortschrittlich sein, und wir wollen uns alle Errungenschaften zunutze machen. Wir haben auch bei der Gasmaschine allerhand lernen müssen. Die Gasmaschine war zuerst gar nicht so einfach zu bedienen. Wir mußten erst unser ganzes Personal auf eine größere Höhe heraufschrauben. Wir haben umlernen müssen, wir würden es auch lernen, mit Hochdruckdampfanlagen umzugehen. Aber eins muß doch dabei beachtet werden. Haben wir eine Grundlast wie das Werk, das in Bild 10 gezeigt wurde, dann können wir mit dem Dampfdruck ziemlich hoch heraufgehen. Haben wir aber stark schwankende Lasten, wie bei uns allgemein, so möchte ich diese doch von den Vorschaltturbinen und von den Kesseln selbst möglichst fernhalten. Ein Betrieb eines solchen Kraftwerkes, wie es jetzt als mustergültig in unseren großen Ueberlandzentralen durchgebildet ist, ist bei großen Schwankungen nicht ganz einfach, ganz abgesehen von der Wasserreinigungsfrage. Wenn wir die Kessel allmählich ausbauen — und das ist der Fall —, dann werden wir in der Lage sein, Grundlasten auf die Hochdruckkessel zu legen, Grundlast auf die Vorschaltung zu legen, um dann mit den anderen Kesseln, die wir haben, mit niedrigem Druck in die zweitniedrigere Sammelschiene hineinzugehen.

Auch werden wir unersetzten „Gasböcke“ nicht hinauswerfen. Die Gasmaschinen werden so lange weiterlaufen, als sie dies tun können, und wir werden nur allmählich zum Dampfbetrieb übergehen, je nachdem wie die Leistungsanforderungen bei uns steigen. Was die Stillstände anbelangt, so bin ich mit Herrn Meyer der Meinung, daß man sich sehr gut durch Planung anpassen kann, indem man die Stillstände vorher bestimmt, und nicht nachher, wenn es zu spät ist.

H. Meyer: Herr Rummel erwähnte in seinen Ausführungen einen Umstand, der von Herrn Güldner nach meiner Meinung auch nicht genügend bewertet worden ist, das ist die Eignung der verschiedenen Kesselarten für die stoßweise Belastung. Es bestehen da Unterschiede so gewaltiger Art, daß es nach meiner Meinung ein Kapitel für sich ist, einwandfrei zu untersuchen, welches Kesselsystem und welche Kesselbauart sich gerade für den Hüttenbetrieb ganz besonders eignet dadurch, daß sie aufnahmefähig sind für die bei uns auftretenden stoßweisen Belastungen, die erfahrungsgemäß bei einzelnen Werken derartig plötzlich gehen, daß von einem Drittel Last — um ein Beispiel zu geben — auf Vollast aufgefahren wird innerhalb weniger Sekunden, und in  $1\frac{1}{2}$  bis 2 s wieder heruntergefahren wird auf ein Drittel Belastung. Und so wechselt das oft die ganze Schicht hindurch, so daß das Diagramm der Belastung eine Zickzacklinie zeigt, die eigentlich nur aus Spitzen Auf und Ab besteht. Dieser Beanspruchung kann nicht jede Kesselbauart genügen, und es wäre außerordentlich wertvoll, zu untersuchen, welche Kesselbauarten gerade diesen Ansprüchen unserer Hüttenwerke am besten gewachsen sind.

E. Raven, Gelsenkirchen: Herr Rummel hat uns auf den richtigen Weg der Erörterungen geleitet. Nachdem der Herr Vortragende uns ein klares Bild über den heutigen Stand der Hochdruckanlagen gegeben hat, wäre nun zu überlegen: Wie passen wir diese neuen Konstruktionen mit hohen und höchsten Drücken unseren bestehenden älteren Betrieben an? Welches ist der richtige zu wählende Dampfdruck, wenn wir ein älteres Werk mit neuen Dampfanlagen weiter ausbauen wollen? Herr Güldner hat ja schon einen mittleren Wert angenommen, ich glaube, er lag um etwa 60 atü. Ich möchte ebenfalls vor zu hohen Drücken in unseren Betrieben warnen, denn es ist, wie Herr Rummel anführte, für ein Hüttenwerk noch lange nicht richtig, was sich für ein Elektrizitätswerk eignet.

Nun zu den Turbinen. Da ist die Frage zu prüfen: Welche Turbinengrößen sollen wir wählen und welche Reserven müssen gehalten werden? Das hängt natürlich ganz von den vorliegenden Betriebsverhältnissen und der Größe des Werkes ab.

Bei Hüttenwerken mit sehr großen Belastungsschwankungen wird man vorteilhaft eine oder mehrere große Turbinen als Träger der Grundlast einsetzen und die kleineren Einheiten (Turbinen oder Gasmaschinen) nach Bedarf zu- oder abschalten. Und da komme ich wieder auf die Äußerung von Herrn Rummel zurück; hier leisten uns die Gasmaschinen ganz vorzügliche Dienste.

Bei Belastungsschwankungen, die sich in wenigen Sekunden oder Minuten abspielen, kommen die Dampfkessel gut mit. Handelt es sich aber um große Belastungsschwankungen, die sich

auf einen Zeitraum von einer oder mehreren Stunden ausdehnen, dann ist es oft schwer, diese Schwankungen durch die Turbine aufzunehmen. Wird z. B. die Turbine ohne Voranmeldung für längere Zeit stark belastet, dann kommen die Kessel nicht mehr nach, und umgekehrt kann es vorkommen, daß bei einer unerwarteten Entlastung von längerer Dauer die Sicherheitsventile abblasen. Handelt es sich dabei noch um Hochdruckkessel, so weiß jeder, daß ein Sicherheitsventil, das längere Zeit abgeblasen hat, reif zur Reparatur ist.

Zur Aufnahme solcher stoßweiser Be- und Entlastungen von längerer Dauer ist es sehr empfehlenswert, sich der Gasmaschinen zu bedienen, die man schnell in Betrieb nehmen und nach Bedarf auch wieder stillsetzen kann; oder aber man muß die Dampfkessel mit einer Dampfspeicheranlage in Verbindung bringen, die ebenfalls große Belastungsschwankungen aufnehmen kann. Das letzte ist ein Weg, der vor allen Dingen den Werken anzuraten ist, die nicht neben der Grundlastturbine noch Gasmaschinen verfügbar haben.

B. Weißenberg: Herr Güldner hat die Einheitskessel gezeigt, die auch erst in der Einführung sind. Inzwischen ist die Entwicklung weitergegangen. Man plant in Zukunft nur noch zwei Druckstufen von 40 und 125 at. Es wäre gerade im Hinblick auf diesen Plan von Bedeutung, aus Ihrem Kreise zu hören, wie Sie über diese Möglichkeit denken.

K. Rummel: Ich wurde neulich gefragt, was ich von der Dampfspeicherung halte. Historisch liegt die Sache so, daß ich im Jahre 1920 verschiedene große deutsche Hüttenwerke und Elektrizitätswerke auf den Ruths-Speicher aufmerksam machte, von dem ich mir seinerzeit große Erfolge versprach. Ich habe ein Gutachten darüber erstattet, wie ich das für den Hüttenbetrieb abstellen würde. Ich sah schon auf jedem großen Hüttenwerk solche Speicher. Das hat sich nicht bewahrheitet. Ich habe unrecht bekommen. Es hat natürlich seine guten Gründe, daß es so gekommen ist. Aber ich meine doch, daß ein neues Licht auf die Frage geworfen wird, wenn wir zu den hohen Drücken übergehen wollen, und wenn wir die Hochdruckkessel und Vorschaltturbinen gleichmäßig belasten wollen. Die gleichmäßige Belastung ist auch wegen des Spuckens der Kessel notwendig. Wenn eine plötzliche scharfe Druckentlastung kommt, behagt das dem Kessel sehr wenig. Aber hier kann man die Lösung treffen, indem man in die niedrige Stufe von 20 at ab die Speicherstufe einbaut. Natürlich kostet das Eisen, das kostet auch allerhand Betriebserfahrung. Also, da sind noch verschiedene Fragen zu prüfen, die bei unseren Ueberlandwerken nicht vorkommen, wie sie aber die Sonderbedürfnisse der Betriebe mit wechselnder Belastung erfordern. Aber auch hier könnte man zulernen, man müßte das ausprobieren, indem man den Kessel mit hohen Drücken bestellt, aber vorläufig mit niedrigem Druck betreibt. Es würde auch notwendig sein, bei diesen Kesseln dafür zu sorgen, daß ein zu starkes Aufschäumen des Kessels nicht erfolgt. Da gibt es noch ein Mittel, um das zu verhüten. Man kann Düsen bauen, die die Dampfleistung des Kessels begrenzen und gewissermaßen selbsttätig bremsen, wenn der Dampf zu stark mit Wasser vermischt entweichen will.

W. Güldner: Herr Weißenberg hat die Frage angeschnitten, ob es zweckmäßig ist, bei 40 oder 125 at zu fahren, wenn das zur Norm erhoben wird. Ich glaube, daß sich diese Frage für uns erübrigt, wenn wir den Gedanken verfolgen, ob nicht unsere Hüttenwerke an die öffentliche Stromversorgung angeschlossen werden. Dann werden alle diese Fragen ein ganz anderes Gesicht bekommen. Dann werden wir die Schwankungen, die wir jetzt im eigenen Kraftwerk aufnehmen müssen, in wesentlich kleinerer Form haben, unsere Kessel werden eine größere gleichmäßigere Belastung bekommen und wahrscheinlich auch zu höheren Drücken übergehen können.

G. Hubel, Neunkirchen: Mir kommt es vor, daß mit der Kupplung von Kraftwerken ähnliche Hoffnungen erweckt werden, wie es Herr Rummel vorhin mit den Wasserspeichern ausgeführt hat. Es ist sehr schön, die Reserven sind gemeinsam. Aber man muß sich vorstellen, wenn die Werke mit diesen gewaltigen Leistungen zusammengeskuppelt werden, welche Leistungsbeanspruchungen auftreten. Und dann ist überhaupt die parallele Betriebsführung zwischen einem Kraftwerk, das Walzwerksbelastung hat, und einem Elektrizitätswerk, das Licht liefert, nicht so einfach. (Zuruf Rummel: Elektrostahlwerke mit kaltem Einsatz!) Der Gedanke ist durchaus gesund, das möchte ich betonen; aber man soll nicht sagen, damit ist alles zu machen. Genau so wie es Herr Rummel mit dem Dampfspeicher gesagt hat, das ist auch eine sehr gute Sache; aber wenn man sich einmal die Stöße betrachtet, die aus dem Walzwerk kommen, und gebigt sich ans Rechnen, damit man eine genügende Dampf-



speicherung bekommt, um diese Spitzen auszugleichen, wird man sehen, daß das ein sehr großes Ding gibt und viel Geld kosten wird.

Dann möchte ich meiner Freude Ausdruck geben, daß Herr Rummel eine Lanze gebrochen hat für die Gasmaschine. Ich glaube, die meisten Werke werden sich freuen, daß sie Gasmaschinen haben. Und wenn es auch richtig ist, was Herr Güldner gesagt hat, daß augenblicklich die Dampfturbine das Rennen gewonnen hat, so braucht das noch nicht für alle Zeiten zuzutreffen. Jedenfalls wäre meine Ideallösung eine Verbindung zwischen Dampfturbine und Gasmaschine, wie wir sie heute schon haben; und wenn dieser Vorsprung, den die Dampfturbine augenblicklich hat, ein Ansporn ist für die Gasmaschinenbauer, etwas Neues zu bringen, so wäre das zu begrüßen. Es sind in diesem Saale schon vor Jahren Vorträge gehalten worden, die einen Weg wiesen, der noch nicht in die Praxis Eingang gefunden hat. Der Fehler der Gasmaschine ist einmal, daß sie viel Platz braucht und daß die Einheiten zu klein sind. Wenn es gelingen würde, die Gasmaschinen so zu bauen, daß sie mit 400 bis 500 Umdrehungen laufen können, so wäre viel erreicht. Das ist Aufgabe der Konstrukteure, das braucht nicht unmöglich zu sein. Dann aber könnte es eines Tages sein, daß die Gasmaschine einen Vorsprung vor der Dampfturbine erreicht. Jedenfalls wird es der praktische Hüttenmann immer begrüßen, wenn ihm eine Vereinigung zwischen Gasmaschine und Dampfturbine geboten wird.

W. Güldner: Man darf auch bei Kupplungen, die Herr Hubel erwähnte, nicht nur eine kleine Stromschiene betrachten. Es sind Bestrebungen im Gange, eine Reichsschiene zu schaffen, so daß für Westfalen der Strom aus Ostpreußen bezogen wird. Dann ist das Gewicht so groß, daß auch die Spitzen von den Walzwerken aufgenommen werden. Vielleicht ist das nicht die Rettung, aber so viel wird es sicherlich bringen, daß die großen Spitzen von den Kesseln abgehalten werden, die in den Betrieben schädlich sind und eben genannt worden sind.

Anderseits glaube ich, daß die Kesselfrage durch Entwicklung der Regelelastizität der Kessel weiter vorgetrieben wird, um auch erhebliche Dampfschwankungen einwandfrei zu bewältigen. Ich denke hier an die Entwicklung im Bergbau, wo ganz erhebliche Schwankungen auftreten. Hochelastische Kessel sind beschrieben und die Aufsätze veröffentlicht worden. Aber es wäre doch wichtig, wenn diese Dinge bis in alle Einzelheiten besprochen werden könnten. Es war mir nicht möglich, bei meinen Besuchen der Hüttenwerke nun die einzelnen Lastschwankungen zu untersuchen und zum Gegenstand des Vortrages zu machen. Das wäre zweifellos doch etwas zu weit gegangen.

H. Meyer: Es ist mir Bedürfnis und meine Pflicht, Herrn Güldner nochmals herzlich zu danken für den aufschlußreichen Vortrag, der uns eine Fülle von Anregungen gegeben hat. Für die Zukunft werden wir uns mit diesen Fragen noch schwerwiegender auseinandersetzen haben.

Fr. Linder, Teschen (nachträgliche schriftliche Äußerung): Aus dem Vortrag von Herrn Güldner ging eindeutig hervor, daß die Entwicklung der Dampferzeugungsanlagen zum Hochdruckkessel hinweist. Der Wärmeverbrauch der deutschen Hüttenwerke, der aus der Kohle gedeckt werden muß, bedingt aus volkswirtschaftlichen Gründen die beste und zweckmäßigste Ausnutzung der vorhandenen Brennstoffe. Die Ansicht, daß die Frage des Wirkungsgrades von Dampf- und Stromerzeugern bei der Umsetzung des Wärmeinhalts der Gichtgase in Energie so lange von untergeordneter Bedeutung ist, als noch Gas abgefackelt wird, muß abgelehnt werden. Die zunehmende Mechanisierung, der Ausbau der Erzvorbereitungsanlagen, die Bereitstellung von Sauerstoff zur Anreicherung des Hochofenwindes, die Aufstellung von Elektroöfen und die Ausweitung der nachgeschalteten Verarbeitungsbetriebe erfordern laufend zusätzliche Strommengen. Bei Kupplung der Werke untereinander oder mit den Stromversorgungsbetrieben der öffentlichen Hand ist die Möglichkeit des Lastausgleichs und damit eine Beschränkung der Reservehaltung auf ein Mindestmaß gegeben. Außerdem kann bei Abgabe von Uberschußenergie durch den zu erzielenden Strompreis der Kapitaldienst erheblich entlastet werden.

Gegen die Verwendung von Höchstdruckdampf wird eingewandt:

1. Es liegen noch keine langjährigen Erfahrungen im Hinblick auf die zu verwendenden Werkstoffe vor. Es wird daher befürchtet, daß die Hochdruckanlagen nicht die Betriebssicherheit der alten Anlagen erreichen und daß dementsprechend die Bereithaltung einer größeren Leistungsreserve erforderlich ist.

2. Die neuen Anlagen müssen mit vorhandenen Anlagen zusammenarbeiten. Ein Vorhandensein verschiedener in Druck und Temperatur unterschiedlicher Dampfnetze erschwert die

Übersicht über die Gesamtanlage und die Reserveteilhaltung. Die Bedienung verschieden gearteter Kraftanlagen ist schwieriger und verlangt unter Umständen mehr Personal als bei Typen gleicher Einheiten.

3. Die Betriebsbedingungen, die sich auf Hüttenwerken laufend ändern, beeinflussen die Arbeitsweise neuzeitlicher Hochleistungsanlagen erheblich mehr als die der bisher üblichen Mittel- und Niederdruckkraftwerke, die im allgemeinen allen auftretenden Erfordernissen ohne allzu großen Wirkungsgradabfall folgen konnten.

Demgegenüber sei auf folgendes hingewiesen:

1. Die Erfahrungen, die im Hinblick auf die zu verwendenden Werkstoffe vorliegen, sind zufriedenstellend, und die Herstellerfirmen übernehmen die Gewähr für die Betriebssicherheit der von ihnen erstellten Anlagen.

2. Die Zusammenarbeit mit den alten Dampfnetzen kann schaltungstechnisch durch Verwendung von Vorschaltturbinen einwandfrei gelöst werden. Die Bedienung der Hochdruckanlagen erfolgt entsprechend dem derzeitigen Stand der Entwicklung von vornherein weitgehend selbsttätig. Daß eine zusätzliche Reserveteilhaltung notwendig wird, läßt sich nicht vermeiden. Bei der Planung neuer Anlagen darf diesem Punkt jedoch keine ausschlaggebende Bedeutung zugebilligt werden.

3. Um den wechselnden Anforderungen der Betriebe im Hinblick auf Dampf- und Strombedarf folgen zu können, muß der Wahl der zur Aufstellung gelangenden Einheiten in bezug auf Größe, Bereich des besten Wirkungsgrades und Entnahmemöglichkeiten der Dampfturbogruppen besondere Beachtung geschenkt werden. Da der Übergang zu Hochdruckkesseln und -turbinen im allgemeinen die Aufstellung größerer Einheiten mit sich bringt, ist zu überlegen, woher die Dampf- oder Strommenge genommen werden kann, wenn die Anlage zu Revisions- oder Instandsetzungszwecken außer Betrieb genommen werden muß. Die Bereitstellung einer entsprechend großen Reserve ist im allgemeinen aus wirtschaftlichen Erwägungen heraus sowie im Hinblick auf die derzeitige Arbeitseinsatzlage nicht zu vertreten. Es dürfte in diesem Falle richtig sein, einen genügend großen Stromanschluß an öffentliche Stromversorgungsbetriebe oder benachbarte Industrien zu erstellen. In vielen Fällen wird jedoch eine ausreichende Reserve durch eine vorhandene Kessel- und Stromerzeugungsanlage gebildet, die als veraltet und unwirtschaftlich von schlechtem Wirkungsgrad für einen Dauerbetrieb nicht mehr in Frage kommt. Es sei in diesem Zusammenhang an die alten Flammrohrkesselbatterien erinnert, wie sie auf zahlreichen Hüttenwerken noch vorhanden sind. Die Außerbetriebnahme dieser Kessel-Einheiten ist aus wirtschaftlichen Gründen erwünscht. Für Reservewecke reichen sie jedoch in den meisten Fällen aus.

Ausschlaggebend für die Planung neuer Stromerzeugungsanlagen muß die Forderung sein: Möglichste Verringerung des spezifischen Wärmeverbrauchs, insbesondere für Werke, die bereits heute neben dem Gichtgas Zusatzbrennstoffe verfeuern. Für alle nicht bei den Zechen errichteten Hüttenwerke ergibt dies gleichzeitig eine Entlastung der Verkehrsmittel. Die Entscheidung ist daher nicht nur von innerbetrieblichen Voraussetzungen, sondern auch vom gesamtwirtschaftlichen Nutzen abhängig zu machen.

F. Sträuber, Huckingen (nachträgliche schriftliche Äußerung): Die Wahl des geeigneten Frischdampfdruckes für Hüttenwerke dürfte keine ernsthaften Schwierigkeiten mehr bereiten. Bekanntlich hat die Wirtschaftsgruppe „Elektrizitätsversorgung“ Richtlinien für die Wahl der Drücke, Temperaturen und Leistungen herausgegeben. Nimmt man aus Gründen einer gewissen Betriebssicherheit 500° als obere Temperaturgrenze an, so bleibt nur die Entscheidung zwischen den Drücken 40 und 64 oder 80 atü zu treffen, da die nächsthöhere Druckstufe von 125 atü, wegen der hierbei erforderlichen Zwischenüberhitzung, die den Betrieb umständlicher und schwieriger gestaltet, für Industrie-Kraftwerke vielfach nicht in Frage kommen dürfte. Außerdem sind die zu installierenden Kraftwerksleistungen hierfür oft zu gering. Soll die zulässige Endnässe des Dampfes von 10 % in der letzten Turbinenstufe nicht überschritten werden, so sind, falls man sich für einen mittleren Hochdruck entschieden hat, 64 atü bei Frischwasserkühlung, über die an Flußläufen gelegene Werke meist verfügen, zu wählen und 80 atü bei Werken mit Rückkühlung d. h. mit Kühlturbetrieb. Es sind genügend Anlagen mit diesen Druckstufen bei bester Bewährung heute in Betrieb.

Die Wahl ist demnach für die meisten Hüttenkraftwerke auf die beiden Druckstufen 40 und 64/80 atü begrenzt. Die Frage nach dem geeignetsten Druck ist von Fall zu Fall zu entscheiden und kann erst durch eine genaue Wirtschaftlichkeitsberechnung eindeutiger beantwortet werden. Dabei sind be-



sonders zu berücksichtigen die Größe der zu installierenden Leistung, da man Hochdruck wegen der Wirkungsgradverschlechterung nur bei großen Turbinenleistungen etwa ab 20 000 kW anwendet; ferner u. a. die Anlage- und Brennstoffkosten, damit entschieden werden kann, welche Kostenart unter Berücksichtigung eines bestimmten Ausnutzungsfaktors des Kraftwerkes an den Gesamtgestehungskosten für eine Kilowattstunde entscheidend beteiligt ist: der Kapitaldienst, d. h. die festen Kosten, oder die beweglichen, d. s. die Brennstoffkosten. Der rechnerisch ermittelte wärmewirtschaftliche Gewinn bei einer Anlage höheren Druckes im Vergleich z. B. mit einer 40-atü-Anlage kann bei niedrigen Brennstoffkosten unter Umständen nicht entscheidend zur Geltung kommen, sondern durch den höheren Kapitaldienst bei Hochdruck wieder aufgezehrt werden. Trotzdem sollte man in jedem Falle möglichst auch die volkswirtschaftlichen Gründe berücksichtigen, die eine Bestausnutzung unserer Brennstoffe, also auch der minderwertigen, verlangen. So ergibt z. B. die Rechnung bei 80 atü und 500° Dampftemperatur einen um 6,9 % geringeren Wärmeverbrauch als bei einem Dampfdruck von 40 atü sowie einer Dampftemperatur von 450°. Von 80 auf 120 atü beträgt der Wärmegewinn nur noch weitere 2 %.

Wir sind z. B. bei der Kraftwerksplanung in folgender Weise vorgegangen: Vorhanden sind Dampfturbogebälse für Hochöfen und Thomaswerk, ferner Turbogeneratoren zur Stromerzeugung. Die Anlagen sind ausgelegt für einen Druck von 15 atü bei einer Dampftemperatur von 350°. Die Kessel werden mit Hochofengas beheizt. Um weiteren Gichtgasüberschuß unterzubringen, haben wir zunächst drei Hochdruckkessel errichtet. Der in diesen Kesseln erzeugte Dampf soll in einer Grundlast fahrenden Vorschaltturbine auf 15 atü entspannt werden und dann zur weiteren Arbeitsleistung in die Hochofen- und Stahlwerksgebälse gelangen. Da mit Frischwasserkühlung gearbeitet wird und eine Endnässe von 10 % nicht überschritten werden soll, so war bei einer Dampftemperatur von 500° die Druckstufe mit einem Normdruck von 64 atü gegeben, da der aus der Vorschaltturbine kommende Dampf, wie vorstehend bereits erwähnt, in den Antriebsturbinen der Gebläse weiter entspannt wird. Die Entwicklung ist so gedacht, daß vorhandene ältere Kessel durch einige neuzeitliche Hochdruckkessel ersetzt werden und die Stromerzeugung durch eine weitere Vorschaltturbine oder später durch eine größere Anzapfkondensationsturbine entsprechend gesteigert wird. Ähnliche Lösungen dürften sich auch für manche anderen Hüttenkraftwerke ergeben.

## Patentbericht.

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

(Patentblatt Nr. 49 vom 3. Dezember 1942.)

Kl. 7 a, Gr. 5/01, S 140 096; Zus. z. Pat. 721 298. Einrichtung zum Spannen von bandförmigem Gut, insbesondere von Walzgut, zwischen zwei Walzgerüsten. Erf.: Gerhard P. Leßmann, Wilkinsburg, Pa. (V. St. A.). Anm.: Siemens-Schuckertwerke AG., Berlin-Siemensstadt.

Kl. 7 a, Gr. 14/03, D 82 287. Vorrichtung zum gemeinsamen Anstellen der Walzen von Rohrwalzwerken mit aus mindestens drei in einer Ebene angeordneten Kaliberwalzen bestehenden Walzensätzen. Erf.: Dipl.-Ing. Paul Barth, Duisburg. Anm.: Demag AG., Duisburg.

Kl. 7 a, Gr. 24/02, Q 2310. Rollgang, insbesondere Walzwerksrollgang. Bruno Quast, Rodenkirchen b. Köln.

Kl. 18 c, Gr. 5/40, K 155 478. Kohlenstoffhaltiger Salzbadbehälter. Erf.: Dr. Fritz Hartmann, Dortmund, und H. Willy Heuner, Dortmund-Aplerbeck. Anm.: Kohle- und Eisenforschung, GmbH., Düsseldorf.

Kl. 18 c, Gr. 11/01, B 197 300. Sicherstellung des Handantriebes bei Vorrichtungen, die wahlweise elektromotorisch oder von Hand angetrieben werden. Erf.: Peter Becker, Dortmund-Lindenhorst. Anm.: Brown, Boveri & Cie., AG., Mannheim-Käfertal.

Kl. 18 d, Gr. 2/20, St 60 356. Stahlegierung für Spritzgußmatrizen oder -kokillen. Erf.: Dipl.-Ing. Richard Rollet, Völklingen (Saar). Anm.: Röchling'sche Eisen- und Stahlwerke, GmbH., Völklingen (Saar), und Stahlwerke Röchling-Buderus AG., Wetzlar (Lahn).

Kl. 18 d, Gr. 2/30, R 111 577. Stahl für hochverschleißfeste Warmverarbeitungswerkzeuge. Erf.: Dipl.-Ing. Hermann Bortscheller, Völklingen (Saar). Anm.: Röchling'sche Eisen- und Stahlwerke, GmbH., Völklingen (Saar).

Kl. 31 c, Gr. 25/04, K 158 367. Verfahren zum Herstellen von Verbundgütern. Dr.-Ing. Alfred Keller, Halle a. d. S., und Ernst Meier, Braunschweig-Melverode.

### Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 49 vom 3. Dezember 1942.)

Kl. 42 k, Nr. 1 526 047. Vorrichtung zur magnetischen Reißprüfung. Oberhütten, Vereinigte Oberschlesische Hüttenwerke, AG., Gleiwitz.

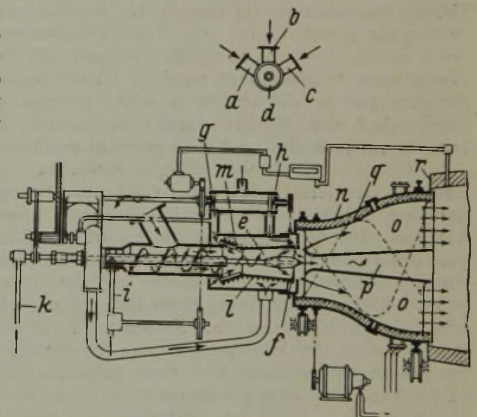
### Deutsche Reichspatente.

Kl. 18 a, Gr. 18<sub>05</sub>, Nr. 723 344, vom 31. Juli 1937; ausgegeben am 3. August 1942. Hütten-Gesellschaft Lohse-Lindhorst-Paxmann, G. m. b. H., in Berlin-Wilmersdorf. (Erfinder: Dipl.-Ing. Julius Lohse in Berlin.) *Verfahren zur Durchführung hüttenmännischer Reaktionen, besonders zur unmittelbaren Eisengewinnung.*

Das feinverteilte Reaktionsgut (z. B. staubförmiges Gut von Mineralien, Rückstände od. dgl.) und das Brennstoffgemisch, wie

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

Gas und Kohlenstaub, werden durch die Stützen a, b, c und die Wurfschnecke d unter Druck in den Düsenkörper e mit der Düsen-



nadel f befördert, wosie mit der Primärluft durch die Zuführung g und mit der Sekundärluft durch die Zuführung h zusammenschließen. Durch Leitung i können Oel und durch Leitung k Gase, z. B. überhitzter Dampf, Wasserstoff, Acetylen, reiner Sauerstoff, Kohlenoxyd, zugeführt werden. In der von außen durch Heizwindungen l erhitzten Düsenvorkammer, die bei m Leitrippen hat, werden das zu behandelnde Gut und das Brenngemisch bereits vor Entstehen der Flammenwirkung, d. h. also vor der Entzündung, derart in Wirbelung versetzt, daß durch den hierdurch erzeugten Schwebezustand und den herrschenden hohen Druck eine innige und kraftvolle Berührung der Schwebestoffe im Gasgemisch und dadurch bereits eine gewisse Vorreaktion herbeigeführt wird. Nach Durchströmen der Düsenöffnung kommt das Brenngemisch zur Entzündung, und die Flamme wird durch den im entgegengesetzten Sinn zur Drehrichtung des Ofens drehbaren Leitkopf n mit den Leitschaukeln o zur Aufteilung der Flamme und Kerndüse p geleitet. In der Wandung des Leitkopfes n liegen die Heizwindungen q. Das Ofengehäuse r ist als Trommel- oder Drehofen dargestellt. Durch die innige Vorberührung der einzelnen Moleküle in der Düsenvorkammer wird es ermöglicht, daß in der Flamme selbst das reine Eisen oder Metall tropfenförmig ausfällt und die Flammenwärme so hoch bleibt, daß die einzelnen Eisentropfen nicht mehr wieder oxydieren können.

Kl. 42 k, Gr. 20<sub>02</sub>, Nr. 723 849, vom 18. Juli 1937; ausgegeben am 12. August 1942. Siemens & Halske, AG., in Berlin-Siemensstadt. (Erfinder: Dr.-Ing. George Keinath in Neuyork, V. St. A.) *Verfahren zum zerstörungsfreien kurzzeitigen Feststellen des dynamischen Festigkeitsverhaltens von Werkstücken mittels einer Schwingungsprüfmaschine.*

Unter gleichzeitiger Aufzeichnung zweier für die elastischen Eigenschaften wichtiger Meßgrößen, besonders des Verlustfaktors und des Elastizitätsmaßes, wird die Belastung des Prüflings bis zu einem oberhalb der Ermüdungsgrenze gelegenen Wert selbsttätig gesteigert, daran anschließend dauernd auf diesem Wert gehalten und schließlich wieder abgeschaltet. Dann kann aus den der Ermüdungsgrenze nachfolgenden Unstetigkeitswerten der beiden Meßgrößen auf das dynamische Festigkeitsverhalten des Prüflings geschlossen werden.



## Wirtschaftliche Rundschau.

### Leistungssteigerung durch gerechte Löhne und Akkorde.

Der Generalbevollmächtigte für den Arbeitseinsatz, Gauleiter und Reichsstatthalter Fritz Sauckel, hat die Reichstreuhand der Arbeit angewiesen, ab 1. Oktober 1942 in den Betrieben der Metallindustrie lohnpolitische Maßnahmen zur Leistungssteigerung und zur Herstellung der Lohn- und Akkordgerechtigkeit durchzuführen. In einer Dienstweisung an die Reichstreuhand der Arbeit hat der Generalbevollmächtigte für den Arbeitseinsatz folgende grundsätzlichen Ausführungen gemacht:

Unser großes, unübertrefflich schöpferisches, tüchtiges und fleißiges deutsches Volk kämpft in dieser geschichtlichen einmaligen und erhabenen Epoche seinen größten und für alle Zukunft entscheidenden Schicksalskampf. Aus diesem Grunde sind wir alle die Zeugen der gewaltigsten militärischen und wirtschaftlichen Anstrengungen und Leistungen, die jemals auf dieser Erde vollbracht wurden. Das deutsche Volk und der deutsche Soldat haben unter der genialen Führung Adolf Hitlers in diesem gigantischen Ringen auf allen Gebieten die ungeheuerlichsten Schwierigkeiten überwunden und alle noch so übermächtigen Feinde geschlagen. Die Opfer, Taten, Leistungen und Siege aber des deutschen Soldaten zu Wasser, zu Lande und in der Luft sind von so erhabener Größe, daß sie in Worten gar nicht geschildert werden können. Sie können nicht übertroffen werden.

So hat der deutsche Soldat durch diese seine unvergängliche Leistung Leben, Ehre, Freiheit und Brot des ganzen deutschen Volkes vor der Vernichtung durch übermächtige, haßerfüllte und zum Letzten entschlossene Feinde gerettet. Auch der Endsieg kann ihm nie mehr entrisen werden. Dafür haben beste deutsche Soldaten ihr Leben gegeben und den Kampf des Führers für das Glück und die Zukunft des deutschen Volkes geheiligt. Der Kampf aber geht weiter. Er muß und wird bis zum guten Ende, d. h. bis zum vollkommenen Siege geführt werden.

Während der unvergleichliche deutsche Soldat an der Front kämpft, müssen nun der deutsche Arbeiter der Stirn und der Faust und alle Männer und Frauen in der Heimat ebenfalls ihr Bestes geben und das Höchste leisten, um die kämpfende Front auf das Vollkommenste mit all den Waffen, Munition, Geräten, Fahrzeugen, Flugzeugen, Schiffen, Ausrüstungen aller Art, Proviant usw. zu versehen, damit auch die materiellen Mittel zur Erringung des Sieges jederzeit in bester Qualität, verschwenderischer Fülle und zur höchstmöglichen Sicherung des Lebens unserer Soldaten immer zur Verfügung stehen. Die Arbeitsleistung aller Deutschen in der Heimat muß der Kampfleistung der Soldaten an den Fronten würdig und ebenbürtig sein. Sind es doch unsere Väter, Brüder, Söhne, Gatten, die draußen kämpfen, und umgekehrt sind es deren nächste Angehörige, die zu Hause in den Bergwerken, Fabriken, Werkstätten und auf dem Felde für den Sieg arbeiten.

So müssen Heimat und Front eine unlösliche und unzerstörbare Einheit darstellen. Keine von beiden kann bestehen ohne die andere. Beide müssen sich gegenseitig die besten Kräfte und die höchstmöglichen Leistungen gewährleisten. Versagt die eine, ist die andere verloren. Darum schafft der deutsche Arbeiter der Stirn und der Faust nicht nur für den Bruder draußen im Felde, sondern ebenso für die Erhaltung seines eigenen Lebens und das seiner Familie; denn der Feind, der unser Volk im Falle seines Sieges mit der sicheren Vernichtung bedroht, wird auch diese nicht schonen.

So gilt es denn nun in der Heimat alle Mittel anzuwenden, um tatsächlich das vom Führer gestellte Ziel der größten Produktion an allen kriegsnotwendigen Gütern durch die höchste Leistung zu erreichen. An den Soldaten draußen wird der denkbar härteste Maßstab angelegt, das ist der Vernichtungswille der Feinde. Der Soldat wird geprüft durch den Einsatz seines Blutes und Lebens, der Maßstab, der zu Hause im Betrieb angelegt werden kann, ist unvergleichlich erträglicher. Gerade deshalb erfordert die Gerechtigkeit gegenüber dem Soldaten draußen, daß die Leistungen in den Betrieben genau gemessen werden und daß ein jeder schon aus Kameradschaft angehalten wird, seine Leistungen auf das erreichbare Höchstmaß zu steigern.

Auch das deutsche Landvolk hat eine einmalige Leistung weltgeschichtlichen Ausmaßes vollbracht. Es hat, zur größten Enttäuschung unserer Gegner, nicht nur die Ernährung von Front und Heimat gesichert, sondern hat es unter härtesten Bedingungen ermöglicht, daß im vierten Kriegsjahr die Rationen

an Brot und Fleisch wieder erhöht werden konnten. Diese bewunderungswürdige und entscheidende Tatsache raubt unseren Feinden die letzte Hoffnung, uns durch Hunger auf die Knie zu zwingen. In allen Betrieben der gesamten Kriegsindustrie ist somit die Notwendigkeit von Leistungssteigerung klar erwiesen. Ihr kann und muß durch eine gerechte nationalsozialistische Regelung des Verhältnisses zwischen Akkorden und Löhnen schnellstens Rechnung getragen werden.

Um dieser Gerechtigkeit nach nationalsozialistischen Grundsätzen willen ordnete ich die Durchführung von lohnpolitischen Maßnahmen zur Wiederherstellung der Lohn- und Akkordgerechtigkeit in vollstem Einvernehmen mit der Partei, der DAF, und den staatlichen Dienststellen an, die sich in einigen Gauen des Reiches, in denen sie bereits eingeführt wurden, bestens bewährt haben. Auch sie dienen dem Sieg des nationalsozialistischen Großdeutschen Reiches und gereichen durch ihre Verwirklichung dem deutschen Arbeiter zur höchsten Ehre, denn dadurch stattet er der Front seinen Dank ab und ist des Bruders im Felde würdig. Der gesamten Nation, d. h. unserem lieben deutschen Volk, leistet der deutsche Arbeiter hierdurch einen unvergänglichen Dienst.

### Rohstoffvorräte und der Krieg.

In der „Iron and Coal Trades Review“ vom 31. Juli 1942 finden wir nachstehende Betrachtungen, die kennenzulernen unseren Lesern sicherlich willkommen sein wird. Wir geben den Aufsatz wörtlich wieder; eine Stellungnahme unsererseits dürfte sich erübrigen.

„Vor Kriegsausbruch ging die allgemeine Meinung, die sich weitgehend auf die Äußerungen von Sachverständigen stützen konnte, dahin, daß die Achsenmächte schließlich wegen Oelmangels zusammenbrechen würden. Manches, was sich seitdem ereignet hat, gibt Veranlassung, die gegenwärtige Gültigkeit dieser Theorie zu bezweifeln. Bekanntlich hat Deutschland bereits einige Jahre vor dem Kriege seine gewaltigen Vorräte an Braunkohle und Lignit in großem Umfange aufgeschlossen, hauptsächlich zum Zweck, das Reich von der Einfuhr von Oel unabhängig zu machen. Riesige Summen sind hierfür ausgegeben worden; obwohl den natürlichen Erzeugnissen gleichwertige Treibstoffe für Flugzeuge und Schmieröle nicht unmittelbar gewonnen werden können, ist es doch gelungen, eine sehr umfangreiche und ständig wachsende Tonnenmenge geeigneter Erzeugnisse zur Verfügung zu stellen. Darüber hinaus hat Deutschland seit der Besetzung Rumäniens unmittelbaren Zugang zu den Oelfeldern, die, obwohl erst teilweise aufgeschlossen, nichtsdestoweniger dazu verwendet werden können, die heimische Erzeugung an Oel und Treibstoffen wesentlich zu ergänzen.“

Die Erfolge Deutschlands bei der Lösung der Oelfrage haben Sir Robert Holland auf der Tagung der British Association in London ausführen lassen, daß das deutsche Bestreben, tiefer in Rußland einzudringen, nicht so sehr durch den Oelmangel bestimmt sei als durch eine Knappheit an Manganerz; denn diese müsse beseitigt werden, wenn nicht die Lieferung geeigneten Stahles für Rüstungszwecke ernstlich bedroht werden solle. Keines der kriegführenden europäischen Länder, mit Ausnahme Rußlands, verfügt über ausreichende Vorräte an Mangan innerhalb seiner Grenzen, um die Erzeugung geeigneten Stahles für längere Zeit sicherzustellen. Rußland, Indien und die Goldküste sind die Hauptlieferanten von Manganerz. Es ist nicht einfach, einigermaßen genau die Vorräte zu schätzen, über die Deutschland noch verfügt. Die Einfuhr 30prozentigen Manganerzes stieg von 390 000 metr. t im Jahre 1932 auf 554 200 t im Jahre 1937 und 425 800 t im Jahre 1938. Die Förderung von Erzen mit über 12 % Mn stieg von rd. 20 000 t im Jahre 1932 auf durchschnittlich 209 000 t in den vier Jahren 1935 bis 1938. Zweifellos hat Deutschland mit Erfolg beträchtliche Vorräte angesammelt, wozu noch die Mengen kommen, über die Frankreich und andere besetzte Länder verfügten. Darüber hinaus sind die Achsenmächte, die nur geringe Verluste zu verzeichnen haben, notfalls in der Lage, verbrauchtes und beschädigtes Gerät zu ersetzen. Es wäre daher unverzeihlicher Optimismus, sich einzubilden, daß Deutschland jetzt noch bei der Weiterführung des Krieges mit Knappheit an wesentlichen Stoffen rechnen müsse.“



## Heinrich Fey †.

Still, wie er durch das Leben gegangen, ist unser lieber Kamerad und Mitarbeiter Heinrich Fey am 20. November 1942 in Aachen, seiner alten Heimat, nach kurzer Krankheit von uns geschieden. Sein Lebensweg sei hier kurz aufgezeigt.

Heinrich Fey wurde am 20. April 1874 zu Verviers geboren. Seine Eltern waren Deutsche, beide aus Eupen. In seinem siebenten Lebensjahre siedelte er mit seinen Eltern nach Argentinien über und blieb dort bis zu seinem zwölften Jahre. Zur besseren Ausbildung kam er dann in die Heimat zurück zu seinem Onkel nach Eupen und besuchte dort das Gymnasium. Er verlebte frohe Jugendjahre in seiner zweiten Heimat. Mit 17 Jahren wechselte er hinüber auf die Realschule nach Aachen und bezog dort im Jahre 1894 die Technische Hochschule. Er war ein fleißiger Student, aber beileibe kein Kopfhänger. Männer wie Ritter, Classen, Wüllner, Intze, Arzruni waren seine Lehrer, nicht zuletzt aber Dürre, der dem jungen Eisenhüttenmann aus seinem reichen Wissen alles vermittelte, was ihn befähigte, draußen seinen Mann zu stehen. Ein besonders schönes Blatt in den Erinnerungen von Heinrich Fey blieb bis zu seinem Ende seine Zugehörigkeit zu dem Montanen-Kreis, dem er mit besonderer Liebe und Treue bis zum Grabe anhing.

Seine erste Stelle führte Fey als Chemiker zur damaligen Dortmunder Union, der heutigen Henrichshütte, nach Hattingen. Von dort ging er als Konstrukteur zu der Duisburger Maschinenbau-AG., vormals Bechem & Keetmann; zwischendurch war er 1½ Jahre in Bilbao tätig. Seit 1905 war er nacheinander als Betriebsingenieur und Neubauchef beim Aachener Hüttenverein Rothe Erde, bei der Maxhütte, Haidhof, während des Krieges bei der Geschoßfabrik in Ingolstadt, bei den Dillinger Hüttenwerken, dem Phoenix in Ruhrort und der Hütte Ruhrort-Meiderich beschäftigt.

Zur Geschäftsführung des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute, dem er bereits seit dem Jahre 1898 angehörte, stieß er im Jahre 1928. Der unvergessene damalige zweite Vorsitzende des Vereins, Wilhelm Esser, beurlaubte in einer Zeit dringender Arbeit zunächst Fey zu uns, und er blieb dann der Unsere, bis er sich im Jahre 1939 entschloß, in den Ruhestand zu gehen. Auch dann blieb er von Aachen aus in gemeinsamer Arbeit mit uns verbunden.

Fey war ein gewissenhafter Arbeiter, der allem auf den Grund ging. Ganz besonders ist er den Lesern von „Stahl

und Eisen“ bekannt geworden durch seine planmäßige Berichterstattung über das in- und ausländische Walzwerkswesen, eine Fundgrube bester Art damit schaffend. Sorgsam geführte Aufzeichnungen befähigten ihn zu raschen Auskünften über die Einrichtungen der deutschen und vieler ausländischen Walzwerke. Seine umfassenden Sprachkenntnisse hat er dem Eisenhüttenhaus und darüber hinaus immer wieder zur Verfügung gestellt. Er war ein lexigraphischer Sammler in des Wortes bester Bedeutung und verfügte über einen umfassenden Wortschatz technischer Sondergebiete. Es war sein Lieblingsgedanke, eines Tages diesen Schatz als Nachschlagewerk den Fachgenossen zur Verfügung zu stellen. Die Zeitumstände haben das leider verhindert; das bedeutet einen Verlust, der nur schwer wieder aufgeholt werden kann.

Heinrich Fey, der unverheiratet geblieben ist, war schließlich ein einsamer Mann geworden, der still seinen Weg ging. Aber sein alter Frohsinn kam im Kameradenkreise doch immer wieder zur Geltung. Humor und nie verletzte Ironie waren sein eigen, Eigenschaften, die wie Blitzlichter hervortraten. Seine Frei- und Urlaubszeit galt allem Schönen in der Natur und in der Musik. Er war ein unermüdlicher Wanderer; den Zauber der Berge genoß er immer aufs neue aus tiefster Seele, und begeistert schilderte er seine Erlebnisse im Kreise seiner Mitarbeiter. Täglich galten seine stillen Abendstunden der Pflege der ernsten und heiteren Tondichtung.

Sein leider nur kurzer Ruhestand in Aachen ließ ihn, umhert von der Liebe seiner Schwester, mit der er zusammen lebte und besonders verbunden war, auf alten Jugendpfaden wandernd, die Schönheiten der Aachener Umgebung noch einmal genießen und erkennen. Aber sonst war ihm Aachen doch fremd geworden; die alten Freunde waren fortgezogen oder gestorben. Ein neues Anschließen war ihm, der mehr und mehr Einzelgänger wurde, nicht möglich. Die Kriegszeit gestattete ihm nicht, schöne Reisen zu machen, wie er es wohl gewollt und auch verdient hätte. Er hatte noch ein langes Leben erwartet — das Schicksal hat es anders gewollt. Still ging er aus diesem Leben, und es entsprach seinem letzten Wunsch, auch in aller Stille im Heimatboden beigesetzt zu werden. Dem lieben Kameraden und alten Studienfreund werden viele aus unserem Kreis ein gutes Andenken bewahren, nicht zuletzt wir vom Eisenhüttenhaus.

O. P.



*H. Fey*

### Fachausschüsse.

Freitag, den 18. Dezember 1942, 9.45 Uhr, findet in Düsseldorf, Eisenhüttenhaus, Ludwig-Knickmann-Str. 27, die

#### 27. Vollsitzung des Chemikerausschusses

statt mit folgender Tagesordnung:

1. Ueber den Einfluß der Glühbehandlung auf die Stickstoffbestimmung bei legierten Stählen. Berichterstatter: Dr.-Ing. W. Holtmann, Düsseldorf.
2. Zur Bestimmung des metallischen Eisens in Schlacken. Berichterstatter: Dipl.-Ing. E. Stengel, Essen.
3. Die Gewinnung von Mangan durch chemische Verfahren. Berichterstatter: Fräulein Dr.-Ing. L. Heller, Düsseldorf, und Dr.-Ing. F. Hartmann, Dortmund.

### Eisenhütte Südwest,

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

Dienstag, den 15. Dezember 1942, 16.30 Uhr, findet im Haus der Technik Westmark, Saarbrücken, Hindenburgstr. 7, eine

#### Sitzung des Fachausschusses

„Siemens-Martin- und Elektrostahlwerk“

statt mit folgender Tagesordnung:

1. Erfahrungen mit Sondersteinen in einem Siemens-Martin-Stahlwerk. Berichterstatter Dipl.-Ing. H. Damoiseaux, Völklingen.

2. Gesetze der chemisch-metallurgischen Reaktionen bei der Stahlerzeugung. Berichterstatter Dr.-Ing. E. O. Brüggemann, Saarbrücken.
3. Verschiedenes.

### Eisenhütte Oberschlesien,

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

Donnerstag, den 17. Dezember 1942, 15 Uhr, findet in der Friedenshütte der Vereinigten Oberschlesischen Hüttenwerke, Friedenshütte, O.-S. (Treffpunkt Tor 1), die

#### 54. Sitzung des Fachausschusses „Stahlwerk“

statt mit folgender Tagesordnung:

1. Besichtigung der Friedenshütte.
2. Der Einfluß des Roheisensatzes im Siemens-Martin-Ofenbetrieb. Berichterstatter: Dipl.-Ing. R. Ziegler, Trzynietz, mit Beiträgen der Herren Oberingenieur K. Cyran und Dr.-Ing. G. Prieur.
3. Das Betriebslaboratorium des Stahlwerkes. Berichterstatter: Chefchemiker Dipl.-Ing. C. Machaczek, Bobrek.
4. Ergebnisse der Erhebung über die ober-schlesische Rohstahlerzeugung. Berichterstatter: Dipl.-Ing. G. Striegan, Bobrek.
5. Verschiedenes.