

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 46

18. November 1943

63. Jahrgang

	Seite		Seite
Der Betrieb von Hochleistungs-Gaserzeugern, Von		Umschau	846
W. Blaschinz	837	Verhalten der Nitride des Stahles im Wasserstoffstrom und im Vakuum unter Berücksichtigung der Trennungsmöglichkeit. — Stand der Refa-Arbeiten. — Die Eisentechnik der Ballistatzeit.	
Versuche zur Leistungssteigerung bei der Saugzugsintererung von Eisenerzen. Von H. Wittenberg		Patentbericht	849
und K. Meyer (Schluß)	840	Wirtschaftliche Rundschau	851
		Buchbesprechung	851
		Vereinsnachrichten	852

Der Betrieb von Hochleistungs-Gaserzeugern

Von Walter Blaschinz

[Bericht Nr. 418 des Stahlwerksausschusses und Mitteilung Nr. 320 der Wärmestelle des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT.*.]

(Beschreibung einer Hochleistungs-Gaserzeugeranlage der Bauart „VIAG“ mit angeschlossener zweistufiger elektrischer Schwelgasreinigung. Drehrost-Gaserzeuger mit aufgesetztem Schwelschacht. Erfahrungen mit backenden Steinkohlen und einer Beimischung von Braunkohle. Große Betriebssicherheit bei geringstem Raum- und Kraftbedarf. Zukunftsaussichten.)

Verschiedene Neubauten von gasverbrauchenden Anlagen forderten eine wesentliche Leistungssteigerung in der Gaserzeugung. Wenn die alte, mit Schleuderwäschern arbeitende Gasanlage baulich für eine Vergrößerung ungünstig gelegen war, so war für die Schaffung einer neuen leistungsfähigeren Anlage hauptsächlich die Forderung mitbestimmend, in dieser Anlage in weitestgehendem Maße von der Art der zur Vergasung zur Verfügung stehenden Kohle unabhängig zu sein. Da das Werk infolge seiner geographischen Lage sehr weite Zufuhrwege sowohl für oberschlesische Steinkohlen als auch für solche aus dem Ruhr- und Saargebiet hat, mußte auch mit der Möglichkeit gerechnet werden, Braunkohlen, die aus den steirischen Braunkohlenbezirken leichter zu beziehen sind, vergasen zu können. Eine weitere Forderung war ein entsprechend hoher statischer Druck in der Sammelleitung hinter den Gaserzeugern, um das Gas bei noch tragbaren Leitungsquerschnitten ohne weiteren Energieaufwand an die einige hundert Meter verzweigt liegenden Verbraucherstellen zu bringen.

Es war daher notwendig, das Gas vom Teer zu reinigen und zu kühlen. Da aber mit diesem Gas auch der Betrieb von Gaskraftmaschinen vorgesehen war, mußte das Gas auf Maschinenreinheit gebracht werden. Hierfür war eine elektrostatische Gasreinigung ins Auge gefaßt worden, mit der aber bisher nur Erfahrungen bei reinem Braunkohlenbetrieb vorlagen; in Fachkreisen wurde vielfach befürchtet, daß bei Steinkohlenbetrieb Störungen an den Elektrofiltern durch Ablagerung von Dickteer eintreten würden.

Von der ausführenden Firma wurde jedoch auf Grund ihrer Erfahrungen in der Vergasung von Kohle zu Starkgas die Gewähr dafür übernommen, daß der Schwelteil der Gaserzeuger so ausgebildet wird, daß nur reiner, dünnflüssiger Urteer anfällt und Ueberhitzungstoffe, wie Asphalt, vermieden werden. Für die elektrische Gasreinigung sprach auch noch der geringe Energieaufwand und die Möglichkeit, reinen wasserfreien Schwelteer und Teeröl zu gewinnen, die beide vollkommen getrennt vom Gas zweckentsprechend verbraucht werden können.

Die Anlage ist somit die erste Schwelvergasungsanlage für reinen Steinkohlenbetrieb, die mit einer elektrostatischen Teerabscheidung anstandslos arbeitet.

Die im Betrieb befindliche Anlage besteht aus zwei Gaserzeugern mit einem Schachtdurchmesser von je 2,6 m samt allen für die Reinigung des Gases erforderlichen Einrichtungen. Die Erweiterung der Anlage auf vier Gaserzeuger ist zur Zeit in Ausführung. In Bild 1 ist der Uebersicht halber nur ein Gaserzeuger samt allen zugehörigen Einrichtungen wiedergegeben.

Der Gaserzeuger ist ein Drehrost-Gaserzeuger mit aufgesetztem Schwelschacht. Die Rostpyramide ist so ausgeführt, daß das zur Vergasung erforderliche Luft-Dampf-Gemisch dem Gaserzeuger in Zentral- und Randwind geteilt zugeführt werden kann. Der Schacht ist mit einem Wassermantel umgeben, der mit einem Oberkessel als Dampfsammler in Verbindung steht. Ueber dem Schacht baut sich der ausgemauerte Schwelschacht auf, in welchem die besonders durchgebildete Schwelretorte eingebaut ist. Darüber befindet sich die selbsttätige Beschickungsvorrichtung.

Die Kohle, die möglichst in einer Körnung von 10 bis 30 mm dem Gaserzeuger zugeführt werden soll, wird, bevor sie in ein Arbeitssilo gelangt, über ein Schwingsieb mit 8 bis 10 mm Maschenweite geführt. Diese Siebung erweist sich als vorteilhaft, um möglichst wenig Feinkohle, die sich ungünstig auf die Flugstaubbildung und die Druckverteilung im Gaserzeuger auswirkt, mit aufzugeben. Der bei der Siebung anfallende Feinkohlenanteil beträgt erfahrungsgemäß 10 bis 15 % der vergasten Kohlenmenge. Ein Kohlenverlust entsteht dadurch nicht, da diese Feinkohle einer Kohlenstaubfeuerung zugeführt wird.

Aus dem Arbeitssilo schleust eine mechanisch angetriebene, selbsttätig arbeitende Beschickungseinrichtung die Kohle über zwei sich hintereinander öffnende Gichtglocken in den Schwelschacht ein. An der Unterseite des Schwelschachtdeckels ist ein Staubmantel angebracht, bis über dessen Unterkante der Gaserzeuger immer mit Kohle gefüllt sein soll, um das Mitreißen von Flugstaub in die Gasleitung zu unterbinden. Durch entsprechend lange Aufenthaltszeit der Kohle in der Schwelretorte, bedingt durch die Höhe derselben einerseits und richtige Betriebsführung andererseits, wird sie in eine Art Halbkoks übergeführt und gelangt als solcher in den eigentlichen Gaserzeugerschacht. Ueber dem Drehrost wird die Asche aus der Schlackenschüssel naß ausgetragen

*) Vorgetragen in der Sitzung des Stahlwerksausschusses am 5. Februar 1943 und in der 2. Arbeitstagung der Energie-Ingenieure der Eisenhüttenwerke des Südostens am 4. Juni 1943. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahl Eisen m. b. H., Pöschneck, Schließfach 146, zu beziehen.

und mit Kratzband abbefördert. Die zur Vergasung erforderliche Luft wird von einem Gebläse geliefert, das diese, wie bereits erwähnt, in Zentral- und Randwind regelbar, durch die Schlitze des Kegelrostes einbläst. Die Randwindzuführung hat sich in den seltensten Fällen als notwendig erwiesen und war nur erforderlich, wenn sich aus irgendwelchen Gründen am Schachtrand zu geringe Temperaturen einstellen.

Der zur Windbefeuchtung erforderliche Dampf wird im Wassermantel erzeugt und sammelt sich in dem als Dampfsammler ausgebildeten Oberkessel, über den auch durch einen selbsttätig arbeitenden Zuflußregler die Speisung des Wassermantels erfolgt. Die Dampferzeugungsanlage arbeitet mit einer höchsten Dampfspannung von 0,5 at als Niederdruckdampfkessel. Die Sättigungstemperatur der Vergasungsluft beträgt je nach dem Verhalten der Schlacke der vergasteten Kohlenart 55 bis 60°, was einem Feuchtigkeitsgehalt von 148 bis 196 g/Nm³ trocken entspricht. Die Stochlöcher am Gaserzeuger sind, wie üblich, mit Ringdüsen versehen, durch welche bei geöffnetem Verschuß Dampf auströmt und so ein Austreten von Gas beim Messen der Schlackenhöhe über dem Rost oder bei allenfalls erforderlichen Stocharbeiten vermieden wird. Entstehender Ueberschußdampf wird über ein Sicherheitsventil am Dampfsammler abgeleitet und kann beispielsweise, um seine Eigenwärme auszunützen, zum Warmhalten des in der ersten Filterstufe anfallenden Teeres verwendet werden.

Das im Schacht erzeugte Schwachgas fällt, da es durch Vergasung einer Art Halbkoks entsteht, vollkommen teerfrei an; daher auch vielfach die Bezeichnung Klargas. Ein Teil dieses Schwachgases steigt im Schwelschacht hoch, wobei es die eiserne Schwelretorte von außen umspült und so einen Teil seiner Eigenwärme zur mittelbaren Retortenheizung abgibt. Die Austrittstemperatur des Schwachgases aus dem Gaserzeuger soll 400 bis 450° nicht übersteigen; eine dauernde Ueberwachung dieser Temperatur ist durch ein in die Schwachgasleitung eingebautes Fernthermometer möglich. In seiner Zusammensetzung ist dieses Gas dadurch gekennzeichnet, daß die Kohlenwasserstoffe fast ganz fehlen. Der Heizwert dieses Gasanteiles liegt daher auch wesentlich unter dem Mischgasheizwert. Die in die Schwachgasleitung geschaltete Reinigungsvorrichtung besteht

aus einem mittelbaren Kühler mit nachgeschalteter Waschkolonne. Sowohl im Kühler als auch in der Waschkolonne sind Düsen angeordnet, durch die Wasser zur unmittelbaren Kühlung und Reinigung des Gases eingespritzt wird. Dieses Wasser wird zur Klärung und Rückkühlung im Kreislauf durch ein Klärbecken geführt. Das so gereinigte Schwachgas strömt nun in die Gassammelleitung.

Der zweite Teilstrom des Schwachgases steigt in der Schwelretorte hoch und gibt dort als Spülgas seine Eigenwärme zur Entgasung an die Kohle ab. Die Regelung der zur ausreichenden Schwelung erforderlichen Spülgasmenge erfolgt durch einen in die Klargasleitung eingebauten Drosselschieber. Diese Spülgasmenge hängt vom jeweiligen Wärmebedarf der zu vergasenden Kohlenart ab. Das Schwelgas, ein Gemisch aus Halbkoks-Generatorgas und Destillationsgas, verläßt im Oberteil der Schwelretorte den Gaserzeuger mit einer Austrittstemperatur, die bei richtiger Betriebsführung zwischen 90 und 140° liegen soll. Ein Sinken der Temperatur unter den Taupunkt des Gases muß auf alle Fälle vermieden werden, wenn man auf die Gewinnung eines wasserfreien Teeres Wert legt. Um diese Forderung einhalten zu können, ist es notwendig, bei Kohlen mit höherem Wassergehalt eine größere Spülgasmenge durch die Retorte zu schicken als bei Kohlen mit geringerer Feuchtigkeit. Demnach schwankt das Verhältnis von Schwelgas zu Schwachgas.

Das Schwelgas wird nun einer zweistufigen elektrischen Reinigung unterworfen. In der ersten Filterstufe wird Teer abgeschieden, und zwar schwankt die abgeschiedene Teermenge je nach vergaster Kohlenart zwischen 8 und 10% der vergasteten Kohlenmenge. Um in diesem Filter eine Gasabkühlung und damit Wasserausscheidung zu unterbinden, ist es zweckmäßig, die Kammer zu isolieren.

Der Teer fällt dünnflüssig an und kann, wenn seine Temperatur über 45 bis 50° gehalten wird, mittels Pumpe abgeführt werden. Das vom größten Teil seines Teeres befreite Gas wird nun in den als Röhrenkühler ausgebildeten Zwischenkühler auf etwa 30° abgekühlt. Dabei gibt es den Hauptteil des mitgeführten Schwelwassers und geringe Teerölmengen ab. In der anschließenden zweiten Stufe der Reinigung werden ein leichtflüssiges Teeröl und die restlichen Schwelwassermengen abgeschieden. Die im Zwischenkühler und in der zweiten Stufe anfallenden Oel-Wasser-Gemische werden in ein Trenngefäß gepumpt, wo durch Absitzenlassen eine genügende Trennung zwischen Oel und Wasser erfolgt, um das Oel für Heizzwecke verwenden zu können. Für

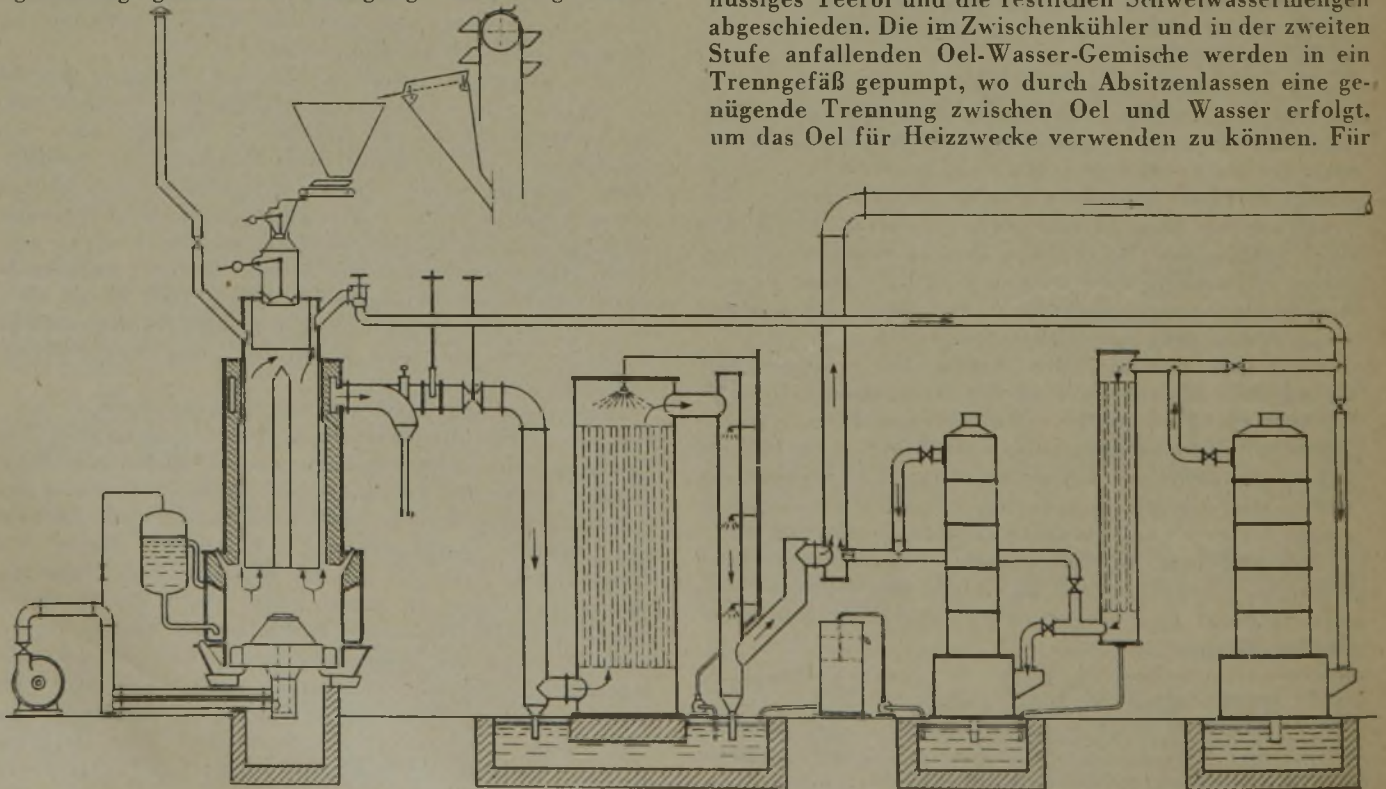


Bild 1. Hochleistungs-Gaserzeugeranlage, Bauart „VIAG“, mit elektrischer Gasreinigung.

die Verwendung des Oeles als Dieseltreibstoff ist eine Nachbehandlung mit Natronlauge erforderlich, um die im Oel enthaltenen Phenole als Natriumphenolat abzuscheiden, das sich als wässrige Lösung leicht vom Oel trennen läßt. Die gesamte abgeschiedene Oelmenge hängt ebenfalls von der vergasteten Kohlenart ab und schwankt zwischen 1 und 3 % der vergasteten Kohlenmenge. Das anfallende Schwelwasser kann, sofern die Mengen nicht sehr groß sind, durch Einspritzen in die Glühzone des Gaserzeugers durch Verdampfen und Zersetzen des Dampfes vernichtet werden; bei größeren Schwelwassermengen ist ein zusätzliches Verdampfen mit vorhandener Abgaswärme erforderlich. Messungen nach den Vorschriften der Teerbestimmung in strömenden Gasen haben im Schwelgas nach der zweiten Stufe einen Restteergehalt in Form von Teernebeln von 2,5 bis 3,7 mg/m³ ergeben.

Regelmäßige Ueberwachung der Inneneinrichtung der Elektrofilter zeigte, daß die Elektrodenplatten vollkommen rein geblieben sind. Asphaltbildung oder Ablagerungen treten also bei dieser Gaserzeugerbauart nicht ein. Der Teer und das Oel fallen infolge der besonderen Ausbildung des Schwelschachtes und der damit verbundenen langsamen Schwelung der Kohle in solcher Beschaffenheit an, daß ein sicheres Abfließen von den Platten eintritt und jede Schichten- oder Krustenbildung darauf vermieden wird.

Ein Teil dieses gereinigten Schwelgases wird teilweise den Gaskraftmaschinen zugeführt; im übrigen erfolgt die Vereinigung des Schwelgases mit dem Klargas in der Gassammelleitung, von wo aus das gereinigte Mischgas mit einer Temperatur von 28 bis 35° den Verbraucherstellen zugeführt wird.

Der Druck in der Gassammelleitung, an die im Nebenschluß ein Gasspeicher geschaltet ist, beträgt 80 mm WS. Bei voller Belastung beträgt der Winddruck unter dem Rost 380 mm WS. Die Druckverluste betragen dabei:

Druckverlust im Gaserzeugerschacht . . .	etwa 45 %
Druckverlust im Schwelschacht	etwa 35 %
Druckverlust in den Leitungen und Reinigungs- vorrichtungen	etwa 20 %

Sämtliche Anzeigergeräte für den Druck- und Temperaturverlauf in der ganzen Anlage sind auf einer Meßtafel vereinigt, die für den Wärter übersichtlich auf der Arbeitsbühne der Anlage untergebracht ist.

Schließlich ist die Anlage mit einem Hilfsschornstein versehen, durch den beim Anfahren, Abstellen oder bei auftretenden Störungen Gas über das Dach abgeblasen werden kann.

Die Anlage eignet sich besonders für die Vergasung von nichtbackenden Steinkohlen. Bei der Vergasung einer nichtbackenden oberschlesischen Steinkohle wurden Tagesdurchsätze von 27 t erreicht. Dies entspricht einer stündlich durchgesetzten Kohlenmenge von 1125 kg oder einer spezifischen Leistung von rd. 210 kg je m² Schachtquerschnitt und Stunde. Die Gasausbeute dieser Kohle betrug 3,4 Nm³ Reingas je kg Kohle, so daß ein Gaserzeuger stündlich eine Gesamtgasmenge von rd. 3800 Nm³ erzeugte. Der untere Heizwert des erzeugten Mischgases betrug rd. 1600 kcal/Nm³. Die getrennte Bestimmung der Heizwerte von Klargas und Schwelgas ergaben für das Klargas rd. 1400 kcal und für das Schwelgas rd. 1700 kcal/Nm³. Im Gegensatz von Gaserzeugern üblicher Bauart ist der Gasheizwert keinen starken Schwankungen unterworfen und wird durch das Aufgeben frischer Kohle auch bei längeren Gichtzeiten kaum beeinflußt, so daß sich die Gleichmäßigkeit der Gaszusammensetzung bei den Verbraucherstellen sehr günstig auswirkt. Der Heizwert des erzeugten Gases wird mittels Kalorimeters laufend bestimmt.

Bei Vergasung von backenden Steinkohlen ist ein Rückgang in der Leistung des Gaserzeugers festzustellen. Im allgemeinen ist zu sagen, daß sich Kohlen

mit einer Backzahl, die nach dem Bestimmungsverfahren von Maurice und Camprédon über 4 liegen, schlecht für die Vergasung in diesen Gaserzeugern eignen, da es zu Hängenbleiben und Brückenbildung in der Schwelretorte kommt, wodurch starke Unregelmäßigkeiten in der Betriebsführung auftreten, die nur durch ausgiebige Stocharbeit beseitigt werden können. Der erreichte Tagesdurchsatz mit einer backenden Steinkohle betrug 18 t. Ein wirksames Mittel zur weitgehenden Verminderung dieses Uebels bei Vergasung von stärker backenden Steinkohlen hat sich in der Beimischung von Braunkohle ergeben. Zur Erreichung dieses Erfolges genügen schon Braunkohlenzusätze in einer Menge bis zu 30 % der gesamt vergasteten Kohlenmenge, doch ist es ohne weiteres möglich, diese Braunkohlenmengen weiter zu steigern. Wenn sich nicht zu wasserreiche Braunkohlen allein vergasen lassen, ist der Zusatz von Braunkohlen mit Wassergehalten von 20 % und mehr bei ungefähr 70 % der gesamt vergasteten Kohlenmenge begrenzt, sofern auf einen wasserfreien Anfall des Schweltees Wert gelegt wird. Bei Vergasung von nichtbackenden oberschlesischen Steinkohlen ergibt sich ein Gesamtwirkungsgrad der Anlage von 89 %, wobei 78 % auf die Gaserzeugung, 9 % auf die Teergewinnung und 2 % auf die Oelgewinnung entfallen. Die gesamten Wärmeverluste, die sich zusammensetzen aus der Eigenwärme der Gase, dem unzersetzten Wasserdampf im Gas, dem Unverbrannten in der Asche und den Strahlungsverlusten, betragen 11 %.

Die zur Dampferzeugung aufgewendete Wärmemenge in der Höhe von etwa 4 % wird dem Gaserzeuger als Wasserdampf für die Vergasung wieder zugeführt.

Der Kraftbedarf der Anlage beträgt etwa 25 kWh/t vergaster Kohle. Davon entfallen auf Kühlwasser etwa 40 %, Vergasungsluft etwa 33 %, Gasreinigung etwa 26 % und Kohle und Schlackentransport etwa 1 %.

Der Wärmepreis des Gases beträgt 0,75 Rpf. je 1000 kcal, wobei der Steinkohlenpreis mit 30 RM/t eingesetzt ist. Anschließend sei noch erwähnt, daß die gesamte Anlage als Druckgasanlage arbeitet, wodurch eine große Betriebssicherheit gegeben ist, da im gesamten Leitungsnetz keine Unterdrücke auftreten, die Anlaß zu Explosionen geben können. Die Anlage gewährt bei Vergasung von nichtbackenden Steinkohlen eine gleichmäßig hohe Dauerleistung bei geringstem Einsatz an Arbeitskräften. Durch Wegfall schwerer Stocharbeiten und durch die Möglichkeit, den Betrieb sauber zu halten und hygienisch zu führen, entspricht die Anlage allen Forderungen, die an eine zeitgemäße Hochleistungsanlage gestellt werden.

Diese Art der Gaserzeugung in Verbindung mit der elektrischen Reinigung des Gases wird überall dort zweckmäßig Anwendung finden, wo mit dem erzeugten Gas Oefen beheizt werden, die im Dauerbetrieb zwecks Reinigung von Gasleitungen, Schiebern, Ventilen, Brennern usw. nicht zeitweilig abgestellt werden können. Dies trifft vor allem bei den in der keramischen Industrie verwendeten Oefen zu, bei denen eine Außerbetriebsetzung — von Erzeugungsausfällen ganz abgesehen — sowohl auf das Einsatzgut als auch auf den Ofen selbst ungünstig wirkt.

Die erzielten Ergebnisse lassen schließen, daß man von den bisher gebräuchlichen Reinigungsarten für Industriegase der Reinigung auf elektrostatischem Wege eine große Verbreitung voraussagen kann. Denn bei dem erzielten hohen Reinigungsgrad bietet diese Art der Reinigung große Betriebssicherheit bei geringstem Raum- und Kraftbedarf. Maßgebend ist auch bei der hier verwendeten elektrischen Trockenreinigung der Fortfall von gashaltigen Waschwässern, die beispielsweise bei mechanischen Naßreinigungen, auch wenn sie durch Kühlung und Klärung im Kreislauf verwendet werden können, für den Betrieb

doch eine zusätzliche Belastung bedeuten. Der Anfall von wasserfreiem Teer gewährleistet die Güte dieses Brennstoffes im Gegensatz zu mechanischen Naßreinigungen, bei denen der Teer in Verbindung mit dem Waschwasser abgeschieden wird und vielfach durch einfaches Absitzen nicht getrennt werden kann, sondern mit dem Wasser ein emulsionsartiges Gemisch bildet.

Wenn nun den Stahlwerken durch die Entwicklung der chemischen Industrie im Laufe der Zeit die erforderlichen Mengen an Ferngas nicht in entsprechendem Maße zur Verfügung gestellt werden können, so ist die Annahme wohl berechtigt, daß der Schwelvergasung von nichtbackenden Steinkohlen, Braunkohlen oder eines Gemisches von beiden für die Eisen schaffende Industrie immer mehr an Bedeutung zukommen wird. Der Vorteil, auch hier mit einem gereinigtem Gas zu arbeiten, wäre durch den Fortfall der oftmaligen Reinigungsarbeiten der Gaskanäle, Umsteuerteile und Schieber bei Rohgasbetrieb gegeben. Der durch die Gaskühlung entstehende Verlust an fühlbarer Wärme im Gas würde dadurch ausgeglichen werden, daß der Feuchtig-

keitsgehalt des Gases bei Verwendung von gereinigtem Kaltgas wesentlich tiefer liegen wird, womit aber eine wesentliche Erhöhung des Heizwertes verbunden ist. Wegen der nichtleuchtenden Flamme bei Verbrennung dieses Gases im Siemens-Martin-Ofen müßte eine Karburierung mit dem Eigenteer des Gases durchgeführt werden. Darin sind jedoch keine Schwierigkeiten zu sehen, zumal da solche Anlagen verschiedentlich in Betrieb sind und zufriedenstellend arbeiten.

Zusammenfassung

Die beschriebene Schwelvergasungsanlage für reinen Steinkohlenbetrieb arbeitet mit einer elektrostatischen Teerabscheidungsanlage anstandslos. Die Arbeitsweise der Anlage, insbesondere des Drehrostgaserzeugers mit aufgesetztem Schwelschacht, wird beschrieben. Das Schwelgas wird einer zweistufigen elektrischen Reinigung unterworfen, wobei 8 bis 10 % der vergasteten Kohlenmenge als Teer abgeschieden werden. Wegen der großen Betriebssicherheit bei geringstem Raum- und Kraftbedarf und des hygienischen Betriebes hat diese Anordnung gute Zukunftsaussichten.

Versuche zur Leistungssteigerung bei der Saugzugsinterung von Eisenerzen

Von Herbert Wittenberg und Kurt Meyer

[Bericht Nr. 217 des Hochofenausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT. Schluß zu Seite 824.]

Leistungssteigerung

Hatten die vorausgegangenen Versuche Klarheit darüber gebracht, daß die Gasdurchlässigkeit von entscheidender Bedeutung für den Sintervorgang ist, so blieb nunmehr die Frage zu klären, mit welchen Mitteln sich bei den einzelnen Erzen während der verschiedenen Abschnitte des Sintervorganges die Gasdurchlässigkeit erhöhen und damit die Forderung einer Leistungssteigerung erfüllen läßt.

Das Nächstliegende war, die in einem bestimmten Zeitraum erforderliche Luft mit stärkerem Unterdruck durch die Beschickung zu saugen und so rein mechanisch die Schwierigkeiten zu überwinden. Bereits früher war durch Versuche nachgewiesen worden, daß die Leistung eines Sintergerätes durch erhöhten Saugzug größer wird^{7) 8)}. Diese Versuche erstreckten sich auf Unterdrücke bis höchstens 600 mm WS, wobei Leistungssteigerungen bis zu 100 % erzielt werden konnten, je nachdem, ob das Erz mit 300 oder 600 mm Saugzug gesintert wurde. Dabei war man der Ansicht, daß der beobachtete lineare Anstieg auch bei höheren Unterdrücken weiterhin so verläuft. Neuzeitliche Sinteranlagen arbeiten dagegen mit 800 mm WS und noch höheren Unterdrücken, so daß diese Untersuchungen nicht ohne weiteres übertragen werden können. Bei den folgenden Versuchen wurden drei Erzmischungen mit verschiedenen Schmelzeigenschaften verwendet. Die chemische Zusammensetzung und die Siebanalysen enthält *Zahlentafel 3*. Das Ergebnis der Versuche zeigt *Bild 7a*. Die Arbeitsbedingungen waren bei allen Erzen gleich. Auf der Ordinate sind die erzeugten Sintermengen je m² Rostfläche in 24 h, auf der Abszisse die Unterdrücke in mm WS eingetragen.

In *Bild 7b* sind die durchgesaugten Luftmengen in m³/m²/s in Abhängigkeit vom Unterdruck bei den gekrümmten, nicht erhitzten Erzen aufgezeichnet. Die Versuche mit Erz 1 (13,18 % SiO₂ und 12,52 % CaO) wurden bei 200, 400, 600, 800, 1000, 1200, 1400 und 1600 mm WS Saugzug durchgeführt. Das Erz schmilzt mit kurzer Schlacke und hat deswegen eine kurze Schmelzdauer und eine schmale Erweichungszone. Bei 200 mm werden bei diesem Erz 11,4 t Sinter

in 24 h erzielt. Die Leistung erhöht sich je 200 mm Druckunterschied gleichmäßig um 4,4 bis 4,7 t bis 1000 mm. Dann nimmt die Höhe der Leistungssteigerung ab, und zwar von 1000 auf 1200 mm werden noch 2,9 t, von 1200 auf 1400 mm noch 1,1 t und von 1400 auf 1600 mm noch 0,6 t Sinter mehr erzeugt.

Zahlentafel 3. Chemische Analysen und Körnungen der für die Unterdruckversuche benutzten Erzproben

Körnung	Erz Nr.		
	1	2	3
	%	%	%
10-12 mm	2,3	4,1	-
+ 8 mm	3,8	2,3	1,1
+ 5 mm	7,4	4,6	1,2
+ 3 mm	10,8	7,1	15,2
+ 1 mm	7,1	7,0	23,2
+ 0,5 mm	18,9	27,1	15,4
+ 0,3 mm	12,6	18,2	25,6
+ 0,15 mm	23,6	20,3	9,5
+ 0,075 mm	8,1	6,2	2,9
- 0,075 mm	5,4	3,1	5,9
Chemische Analyse:			
Fe	42,2	38,95	33,67
SiO ₂	13,18	14,82	20,46
Al ₂ O ₃	9,17	6,52	7,60
CaO	12,52	5,28	3,01
Glühverlust	4,0	9,60	12,54

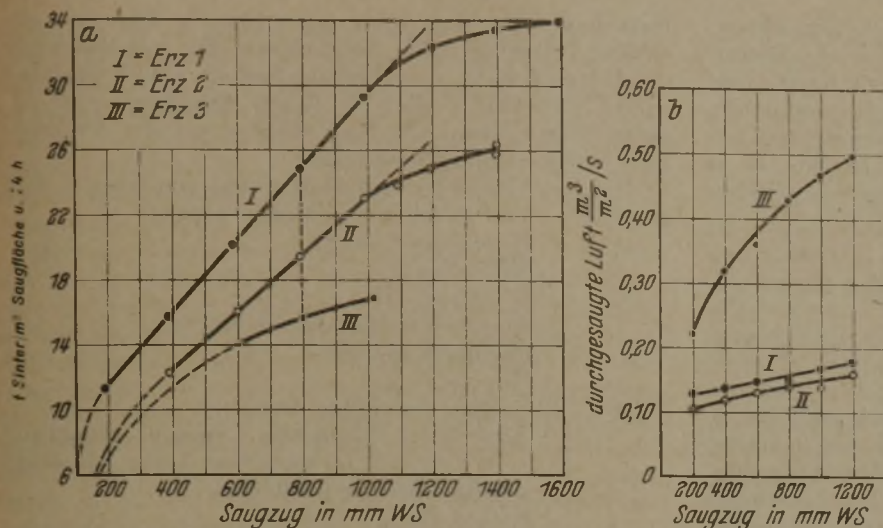
Die Erweichungsdauer von Erz 2 (14,82 % SiO₂ und 5,28 % CaO) ist länger als bei Erz 1. Die Messungen mit diesem Erz beginnen bei 400 mm und enden bei 1400 mm. Die Kurve II steigt genau wie I bis 1000 mm geradlinig an, wobei sie aber einen kleineren Neigungswinkel als I mit der Abszisse bildet. Der gleichmäßige Leistungsunterschied bei Saugzugerhöhung um je 200 mm beträgt hier nur 3,6 t statt 4,6 t bei Erz 1. Ab 1000 bis 1200 mm werden noch 1,8 von 1200 bis 1400 mm noch 1,4 t Sinter mehr erzeugt.

Erz 3 (20,46 % SiO₂ und 3,01 % CaO) ist das vorher bereits bearbeitete Haverlahwiese-Erz, bei dem die Ursache der Minderleistung ausschließlich auf die lange Erweichungsdauer zurückzuführen ist. Hier bedurfte es nur der Aufnahme weniger Punkte, um festzustellen, daß dieses Erz die geringste Leistung erlaubt und daß die Unterdruckabhängigkeit viel geringer als bei den beiden anderen Proben ist. Bei 800 mm beispielsweise beträgt die Leistung

- mit Erz 1 24,6 t Sinter in 24 h
- mit Erz 2 19,7 t Sinter in 24 h
- mit Erz 3 15,6 t Sinter in 24 h

⁷⁾ Baake, R.: s. Fußnote 1, a. a. O.

⁸⁾ Luyken, W., und L. Kraeber: s. Fußnote 1, a. a. O.



Bilder 7a und 7b. Abhängigkeit der Leistung und Gasdurchlässigkeit vom Unterdruck.

Vergleicht man nun zunächst die Kurven des Bildes 7a, so ist festzustellen, daß Kurve I höher verläuft als II und III und bedeutend steiler ansteigt. Bei dem Erz mit der kürzesten Erweichungsdauer macht sich demnach die Unterdrucksteigerung am stärksten geltend. Bei dem Erz 2 mit stärkerer Schmelzzone ist der Einfluß schon geringer und verläuft bei tieferen Werten. Am wenigsten wird die Sinterdauer des Erzes mit der längsten Erweichungsdauer durch die Saugzugsteigerung beeinflusst.

Vergleicht man nun Bild 7a mit Bild 7b, so sieht man, daß gerade das Erz 3 auf die Unterdruckerhöhung am stärksten anspricht, solange es nicht erhitzt wird, und die beiden anderen mit sehr viel Feinkorn unter 0,5 mm kaum größere Luftmengen durchlassen. Beim Sintern wird dagegen mit dem Erz 3 gerade die geringste Leistungserhöhung erzielt. Daraus ist zu ersehen, daß die Unterdrucksteigerung sich am meisten während der Erweichung der Erze bemerkbar macht. Bei Erzen mit kurzer Schlacke verkürzen die größeren, kühleren, von oben kommenden Luftmengen ihre Erstarrung sehr erheblich, wodurch von oben gewaltsam die an sich schon schmale Erweichungszone noch mehr verengt wird. Sobald aber eine Schlacke sich nur langsam abkühlt sowie zäh und glasig ist, vermögen die größeren Luftmengen nicht in dem Maße durch diese weiche Schicht zu strömen wie bei Erz 1 und können deshalb den Sinterverlauf auch nicht so beschleunigen, wie dies erwünscht ist.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die Unterdrucksteigerung nur bei Erzen, die auf Grund ihrer Zusammensetzung eine kurze Erweichungsdauer, außerdem gute Krümfähigkeit und Bindefestigkeit haben, leistungsfördernd wirkt. Gerade bei den Erzen aber, deren Verhalten Veranlassung zu diesen Untersuchungen war, rechtfertigen die erzielbaren Ergebnisse den durch die Saugzugsteigerung erforderlichen erhöhten Kraftaufwand in keiner Weise. Zu klären wäre noch die Frage nach dem Abbiegen der Kurven I und II von der Geraden über 1000 mm Unterdruck hinaus. Die von oben kommenden kühleren Luftmassen können nur bis zu einem gewissen Grade die Schmelzzeit abkürzen, und zwar nur dann, wenn der Koks bereits verbrannt ist. Da dieser eine bestimmte Mindestverbrennungszeit benötigt, kann das schmelzende Erz so lange nicht erstarren, als noch Koks verbrennt. Diese Mindestverbrennungszeit wird wahrscheinlich bei der durch 1000 mm WS Unterdruck erzeugten Gasgeschwindigkeit fast erreicht. Wird die Gasgeschwindigkeit noch weiter erhöht, so läßt sich die Koksverbrennung nicht mehr entsprechend steigern.

Eine weitere Möglichkeit der Leistungssteigerung besteht darin, die Brennstoffmenge in den einzelnen Schichten verschieden hoch zu bemessen.

Zerlegt man die zu sinternde Beschickung in viele Einzelschichten, die der Brennvorgang von oben nach unten durchschreitet, so stehen jeder Schicht im Sinne der Brennrichtung nach unten zunehmend immer größere Wärmemengen für die Sinterung zur Verfügung, weil der weitaus größte Teil der zum Erhitzen der Beschickung auf die Zündtemperatur benötigten Wärme durch die aus darüberliegenden Schichten entstandenen Heizgase übertragen wird. Die innerhalb eines sinternden Beschickungsanteiles entstehenden heißen Verbrennungsgase wirken sich auf das gesamte noch darunterliegende Gut so aus, daß sie zu-

nächst dem unmittelbar benachbarten Teile eine dem Temperaturunterschied zwischen Abgas und fester Beschickung entsprechende Wärmemenge übertragen und dies, sich selbst abkühlend, in den weiter unten liegenden kälteren Schichten so lange wiederholen, bis entweder Temperaturausgleich erfolgt, oder solange noch zu erwärmende Beschickung vorhanden ist. Bei den zu unterst liegenden Schichten summieren sich also von allen darüber verbrennenden Koksschichten entsprechende Teilmengen ihrer Verbrennungswärme, so daß sie mit fortschreitender Sinterung immer heißer werden müssen. Diese Vorwärmung kann bis zum Beginn der Sinterung so weit fortgeschritten sein, daß die eigentliche Verbrennungswärme des beigemischten Kokes kaum noch zur Erhitzung des Erzes auf Verschlackungstemperatur benötigt wird, sondern zum größten Teil nur zur Verlängerung des unter Umständen bereits eingetretenen Erweichungsabschnittes beiträgt und so übermäßig starke Schmolzbildung veranlaßt. Versuche zur Beseitigung dieses Uebelstandes sind Gegenstand zweier Patente^{9) 10)}. In dem einen wird vorgeschlagen, zur Verhinderung der zu starken Schmolzbildung den unteren Schichten weniger Koks beizumischen, das andere behandelt das gleiche Verfahren beim Abrösten sulfidischer Erze.

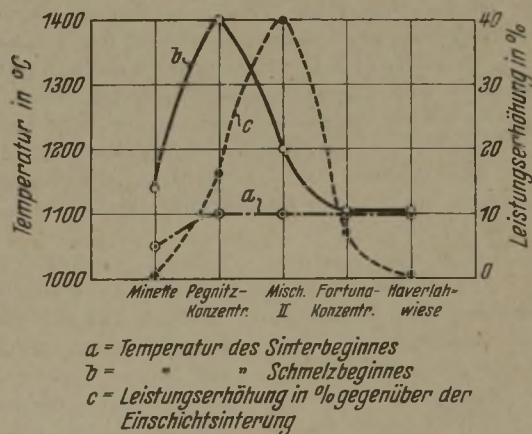


Bild 8. Zweischichtensinterung bei verschiedenen Erzen.

Durch die Verlängerung der Erweichungsdauer wird der notwendigen Verbrennungsluft für die folgenden Schichten ein längerer Widerstand entgegengesetzt, so daß die Sintergeschwindigkeit sich von selbst verringern muß. Dieser ungünstige Einfluß der Wärmestauung macht sich naturgemäß bei Erzen mit niedrigem Erweichungspunkt und damit von Natur aus bedingter

⁹⁾ DRP. 384 372 vom 14. Juni 1922.

¹⁰⁾ DRP. 538 324 vom 3. Aug. 1930.

langer Erweichungsdauer besonders stark bemerkbar. Gibt man nun den unteren Schichten nur so viel Brennstoff, wie zur Deckung der erforderlichen Restwärme für eine gute Sinterung erforderlich ist, so müßte die Wärmestauung verhindert und die Sintergeschwindigkeit unter Umständen erhöht werden. In Bild 8 ist das Ergebnis dieser Versuche mit verschiedenen Erzen dargestellt.

Auf der Ordinate links sind die Temperaturen von 1000 bis 1400° eingetragen, während die rechte Seite die Leistungssteigerung in % bei Anwendung der Doppelschichtensinterung gegenüber der Einschichtensinterung enthält. Die Abszisse verzeichnet die für die Untersuchungen verwendeten Erze. Es wurde jeweils ein Versuch mit dem günstigsten Kokssatz in der Einschichtensinterung durchgeführt und dann ein weiterer in der Doppelschichtensinterung, bei dem die obere Schicht den Kokssatz der Einschichtensinterung, die untere 15 bis 25 % weniger Brennstoff enthielt. Bedingung bei den Versuchen war, daß der Sinter aus der Doppelschichtensinterung mit insgesamt weniger Brennstoff gütetmäßig dem aus der Einschichtensinterung nicht nachstehen durfte. Man sieht sofort, daß bei Erzen mit kleiner Temperaturspanne zwischen Sinter- und Erweichungsbeginn eine Leistungserhöhung durch die Zweischichtensinterung nicht eintritt. Bei Erzen mit größerer Spanne zwischen den beiden thermischen Punkten lassen sich beträchtliche Verbesserungen erzielen, die in einem Falle bei der Mischung II aus 25 % Fortuna, 15 % Pegnitz, 20 % Gällivare, 12 % Klippenflöz und 28 % Gichtstaub sogar 40 % beträgt.

Die Deutung dieser Ergebnisse ist nicht schwierig. Wenn zwischen Sinter- und Schmelzbeginn ein so großer Temperaturunterschied herrscht, daß durch Verminderung des Brennstoffes in den unteren Schichten die Sintergrenze wohl überschritten, die Schmelzgrenze aber nur erreicht oder eben überschritten wird, entsteht trotzdem noch ein brauchbarer Sinter, ohne zu stark verschmolzen zu sein. Durch Verhinderung der Schmolzbildung erhält die Luft aber bessere Durchgangsmöglichkeiten, was eine Erhöhung der Sintergeschwindigkeit bedeutet. Ist die Temperaturspanne aber sehr gering oder gar nicht vorhanden, wie bei den beiden Salzgittererzen, so muß, um Sinter zu bekommen, auf jeden Fall die Schmelzphase durchschritten werden. Da in ihr der Luftdurchgang immer sehr gering ist, spielt von einer bestimmten Mindestmenge an der zugesetzte Brennstoff für die Dauer des Erweichungsvorganges kaum noch eine Rolle. Hier versagt also die Anwendung der Doppelschichtensinterung im Hinblick auf die Leistungssteigerung. Auch dieses Verfahren allein angewandt, führte bei den sauren Erzen nicht zum Ziel. Physikalische und thermische Maßnahmen allein scheinen jedenfalls keine Möglichkeit zur Lösung der anfangs gestellten Aufgabe bieten zu können.

Nachdem nachgewiesen ist, daß gerade bei den sauren Erzen das thermische Verhalten während der Erweichung den ungünstigen Einfluß auf die Leistung ausübt und daß sowohl die Unterdrucksteigerung als auch die Zweischichtensinterung keine nennenswerte Verbesserung zu bringen imstande waren, sollen im folgenden die Versuche mit Kalkzuschlag, also durch chemisch-metallurgische Beeinflussung, beschrieben werden.

Der Zuschlag von Kalk in Form von Kalkstein beim Sintern ist bekannt¹¹⁾. Auch wurde versucht, den Einfluß von Kalkmergel, Kalkstein, gebranntem Kalk und Dolomitzusatz zu bestimmen¹²⁾. Ferner befaßt sich eine ausführliche Untersuchung mit der Verarbeitung von

Kalkstein beim Sintern saurer Erze¹³⁾. Des weiteren werden Tiegelversuche beschrieben, die hauptsächlich die Untersuchung der Reduzierbarkeit von Kalksinter zum Ziel haben¹⁴⁾. Bei all diesen Arbeiten wurde indessen der Einfluß des Kalkzusatzes auf die Sintergeschwindigkeit nicht beobachtet.

Zu den Versuchen mit Kalkzuschlägen wurden folgende Erze und Mischungen herangezogen:

- Haverlahwiese-Erz,
- Mischung I.
- Mischung III.
- Kriwoi-Rog-Magnetkonzentrat,
- Pegnitz-Konzentrat,
- Minette.

Als kalkhaltige Zuschläge dienen:

- Natürlicher Kalkstein, einmal gemahlen, ferner unter 3 mm Körnung,
- gefälltes Kalziumkarbonat,
- Kalkhydrat,
- gebrannter Kalk, gemahlen und in den Körnungen 0 bis 3 und 0 bis 5 mm.
- Mischungen von gebranntem Kalk und Kalkhydrat mit Kalziumkarbonat.

Beim Sintern von Haverlahwiese-Erz mit Kalkzuschlag^{14) 15)} (Bild 9) lassen sich mit der Grundmischung

- 100 Teile Roherz
- 36 Teile Rückgut
- 7,8 Teile Koks
- 10 Teile Rostbelag

ohne Zusätze 16,9 t Sinter/m² erzeugen. Schlägt man 8, 12, 20 oder gar 28 % Kalksteinsplitt unter 3 mm

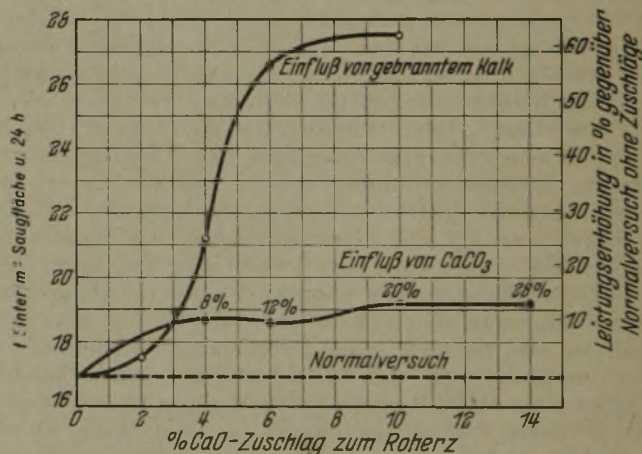


Bild 9. Kalkzusatz bei Haverlahwiese-Erz.

Körnung zu, so erhöht sich die Leistung auf 19 t als Höchstwert, was einer Leistungserhöhung von etwa 12 % entspricht. Benutzt man aber gebrannten gemahlten Kalk, so beginnt ab 4 % Zuschlag die Leistung stark anzusteigen und erreicht bei etwa 8 % einen Bestwert, der bei 27,5 t Sinter gegenüber 16,9 t/24 h ohne Kalk liegt. Die Leistung hat sich um rd. 60 % erhöht. Auffällig ist dabei der große Unterschied in der Anwendung von Kalkstein und gebranntem Kalk.

Ein Rückblick auf die Kurve 1 des Bildes 5a zeigt, daß der Schmelzvorgang sehr früh beginnt. In dieser kurzen Zeit ist es dem Kalkstein nicht möglich, seine Kohlensäure abzustößen. Die Kieselsäure hat bereits begonnen, mit dem Eisenoxyd die zähen Eisensilikatschlacken zu bilden, ehe sie durch das Kalziumoxyd daran gehindert werden konnte. Das laufend frei werdende Kalziumoxyd wird sich bei den hohen Temperaturen selbstverständlich sofort mit den erreich-

¹¹⁾ Schumacher, H.: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 353/63 (Hochofenaussch. 181).

¹⁴⁾ Klärding, J.: Arch. Eisenhüttenw. 12 (1938/39) S. 525/28.

¹⁵⁾ Kintzinger, K.: Stahl u. Eisen 63 (1943) S. 453/56 (Hochofenaussch. 215).

¹¹⁾ Luyken, W., und L. Kracher: s. Fußnote 1. a. a. O.

¹²⁾ Schrupp, C.: Stahl u. Eisen 61 (1941) S. 785/94 (Hochofenaussch. 200).

baren Säuren verbinden, kann dies aber nur noch mit bereits schmelzendem Gut tun, weil es zu spät reaktionsbereit ist. Danach ist die verbessernde Wirkung des gebrannten Kalkes zwanglos zu erklären. Das freie Kalziumoxyd und Kalkhydrat werden als sehr aktive Basen sich sofort mit der Kieselsäure oder dem Eisenoxyd verbinden, sobald dazu Gelegenheit bei entsprechender Temperatur geboten wird.

Da während des Misch- und Anfeuchtungs Vorganges und der nachfolgenden Weiterbeförderung zum Sinterband das Kalziumoxyd reichlich Gelegenheit hat, abzulöschen, wird es in sehr feinkörniger Form die Erzkörnchen umhüllen. Sobald nun eine genügend hohe Temperatur erreicht ist, reagiert der Kalk mit der Oberfläche der Erzkörnchen, wobei zunächst durch Bildung von Kalksilikaten oder durch Einwirken von Kalk auf Eisen-silikate der Schmelzpunkt oberflächlich erhöht wird. Ferner ist an der Oberfläche der Erzkörner der Kalk angereichert, so daß sich hier primär kurze Schlacken bilden können, die natürlich beim weiteren Verlauf mit dem gesamten Erzkorn reagieren. Durch die Erhöhung des Schmelzpunktes wird der Luft eine längere Durchtrittsmöglichkeit gelassen. Diesen Vorgang fördert noch das zwischenzeitliche Auftreten einer kurzen, rasch erstarrenden Schlacke.

Eine Nachprüfung im elektrischen Ofen bestätigt diese Auffassung. Das kalkfreie Erz schmilzt dort bei 1100°, das Erz + 10% gebrannter Kalk schmilzt erst bei 1200° und fängt bei 1150° an zu backen. Die thermische Analyse führt zu den Werten des Bildes 10. Im oberen Bildteil wird die Temperaturkurve des Versuches ohne Kalk mit der des Versuches mit 10% CaO verglichen, wobei sich einige sehr bemerkenswerte Unterschiede feststellen lassen. Die Verdampfung des Wassers ist auch schon nach 3 min bei der Kalkkurve beendet gegenüber 4½ min bei der Normalkurve. Der wesentlichste Unterschied zeigt sich aber in der Spitze, welche die Schmelzdauer der Beschickung darstellt. Das kalkhaltige Erz befindet sich etwa 1 min auf 1100°, während das kalkfreie doch immerhin beinahe 3 min bei den hohen Temperaturen verharzt. Diese beiden Kurven zeigen ganz klar, daß der Zusatz von gebranntem Kalk außer besserer Krümelung und Erhöhung der Bindefestigkeit das Schmelzverhalten der sauren Erze ganz wesentlich beeinflußt. Er ist also ein einfaches Mittel zur beliebigen Steuerung des Sintervorganges saurer Erze in weiten Grenzen. Die starke Erhöhung der Gasdurchlässigkeit zeigen eindeutig die zeitlich genau abgestimmten Unterdruckkurven der unteren Bildhälfte. Der Anfangsunterdruck beim Kalkversuch liegt schon etwa 80 mm unter dem des kalkfreien. Die unteren Waagerechten unterscheiden sich wieder ganz erheblich. Auch der kalkhaltige Sinter ist demnach poriger als der kalkfreie.

In einer weiteren Versuchsreihe wurden dem Haverlahwiese-Erz etwa 30% Magnetkonzentrat und 7% Gichtstaub beigegeben und dann wieder mit verschiedenen Kalkzusätzen gesintert (Bild 11). Die Normalleistung ohne Kalk beträgt hier 15,3 t Sinter/m². Der Zuschlag von 20% CaCO₃ läßt wiederum nur eine Leistungserhöhung von etwa 10% zu, während 7% CaO (0 bis 3 mm) schon zu 40% Mehrleistung führen. Die Leistung erhöht sich bei 7% Kalkhydrat um beinahe 70%. Die Unterschiede der beiden letzten Werte sind nur durch die Versuchsordnung bedingt. Bei den Kleinversuchen hat der Kalk (0 bis 3 mm) wegen der kurzen Zeit zwischen Anfeuchten und Sintern keine Gelegenheit, vollständig abzulöschen und zu zerfallen, kann also dann nicht so umfassend wirken wie das von vornherein in feinsten Körnung zugesetzte Kalkhydrat.

Bemerkenswert ist noch die gestrichelte Kurve, bei der zu je einem festen Zusatz von 2% Kalkhydrat nacheinander verschiedene Mengen Kalkstein 0 bis 3 mm zugesetzt wurden. Hier liegt die Leistungssteigerung durch

die Verbindung Kalkhydrat-Kalkstein bis zu gewissen Werten über der der Einzelzusätze.

Jedenfalls ist sehr erstaunlich, daß durch Zusatz von 2% Ca(OH)₂ + 8% CaCO₃ 60%

Mehrleistung erzielt werden konnten. Diese Mehrleistung ist so zu erklären, daß die 2% Ca(OH)₂ zunächst einmal den Schmelzbeginn etwas verzögern und so dem Kalziumkarbonat Gelegenheit geben.

Die Feinheit seiner entsprechend zu zersetzen und nun seinerseits einzugreifen, ehe die Schmelzung weiter fortgeschritten ist.

Durch den Kalkzusatz wird eine Fülle neuer Fragen aufgeworfen, die ihrer Beantwortung noch harren, so z. B. die Frage nach der Veränderung der

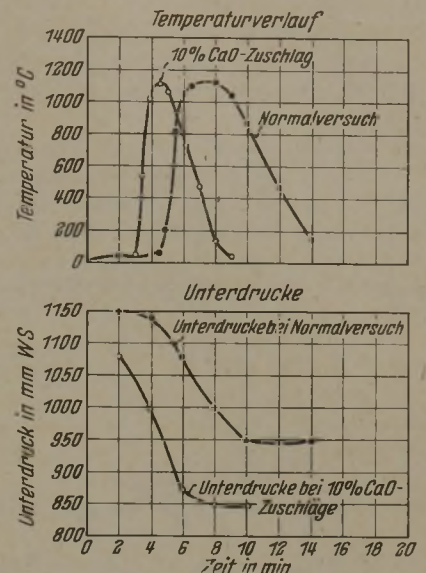


Bild 10. Temperaturverlauf und Unterdrücke beim Haverlahwiese-Erz.

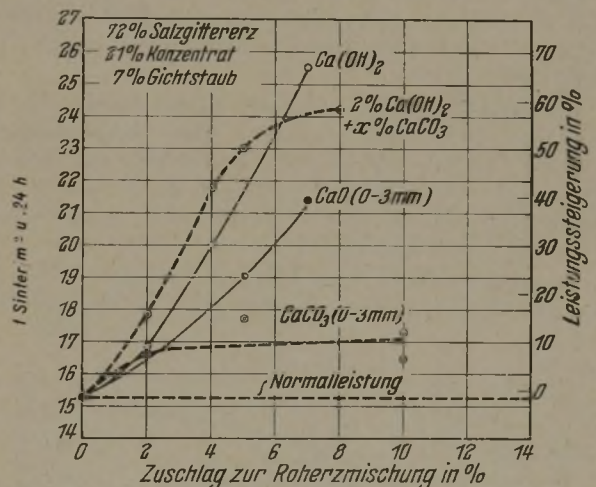


Bild 11. Kalkzusatz bei Salzgittermischung.

Stückigkeit des Sinters mit steigendem Kalkzusatz und nach der Veränderung der erforderlichen Luftmengen oder nach dem Verhalten von kalkhaltigem Rohgut bei Schichterhöhung. Diese Fragen finden ihre Beantwortung in den Bildern 12 und 13.

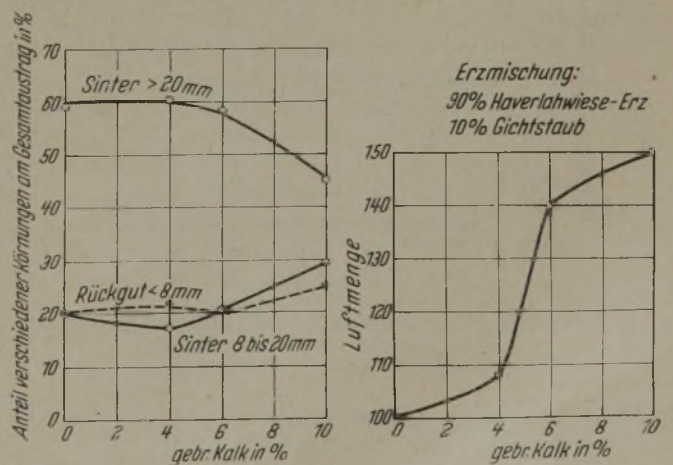


Bild 12. Einfluß von gemahlenem gebranntem Kalk auf die Körnung des Sinterausstrages und die Luftmengen bei der Sinterung.

Bild 12 zeigt im linken Schaubild die Abhängigkeit der Kornzusammensetzung vom Zusatz gemahlene Brantkalks.

Der Austrag ohne Kalk setzt sich zusammen aus:

- 60 % Stücke > 20 mm
- 20 % Sinter 8 bis 20 mm
- 20 % Rückgut 0 bis 8 mm.

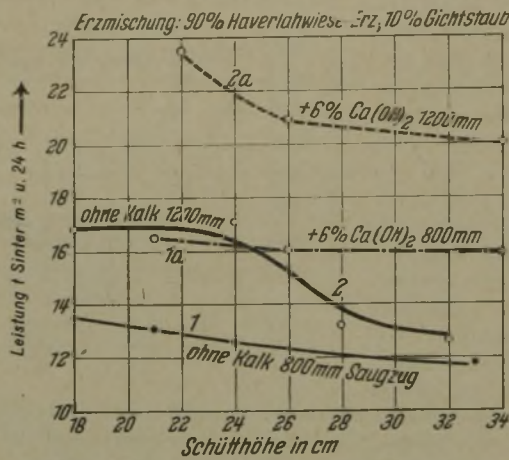
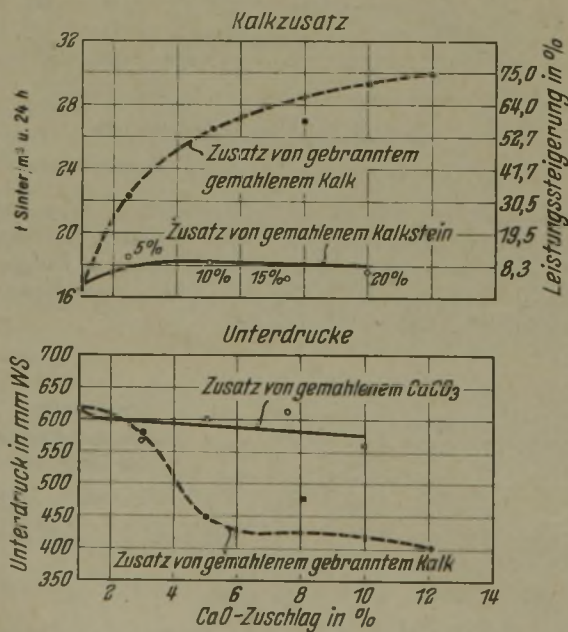


Bild 13. Einfluß von Schichthöhe, Kalkzusatz und Unterdruck auf die Sinterleistung.

Bis 4 % CaO ändert sich dieses Verhältnis nicht. Bei 6 % CaO ist der Anteil groben Sinters auf 58 % gefallen, der Anteil der beiden anderen Kornstufen auf je 21 % angestiegen.

Bedeutend weicher wird der Sinter, wenn die Beschickung 10 % CaO enthält. Die Grobkornklasse sinkt auf 45 % ab, während die Mittelstufe auf 30 % ansteigt und das Rückgut sich auf 25 % erhöht. Die Hauptmenge des Sinters verlagert sich bei viel Kalk in die mittleren Körnungen.

Die rechte Hälfte des Bildes 12 bringt die durchschnittlich erforderlichen Luftmengen im Verhältnis zu



Erzmischung: 33% Fortuna-Konzentrat 10% Pegnitz-Konzentrat
 14% Finkenkuhle 10% Langen öh
 10% Geisingen fein 23% Gichtstaub

Bild 14. Einfluß von Kalkzusatz auf Leistung und Unterdrücke bei der Mischung I.

dem kalkfreien Versuch, dessen Luftbedarf je m² Saugfläche und min gleich 100 gesetzt wird. Bei 4 % gebranntem Kalk werden ungefähr 8 %, bei 6 % CaO aber schon 40 % und bei 10 % CaO 50 % mehr Luft durch-

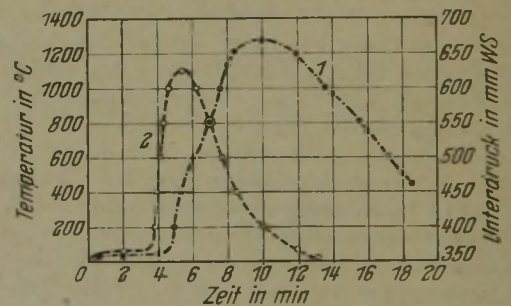
gesaugt. Die kalkhaltigen Mischungen sind demnach bedeutend poriger.

Während die kalkfreie Mischung immer leistungsmäßig hinter der kalkhaltigen bleibt, ist aus Bild 13 zu entnehmen, daß die kalkhaltigen Mischungen auch gegen Erhöhung der Beschickungsschicht viel unempfindlicher sind, ein wichtiger Hinweis dafür, daß man mit bedeutend höherer Schicht auf dem Bande fahren und dadurch sowohl Rostbelag als auch Zündgas je Einheit Sinter sparen kann.

Die Hauptversuche mit dem Haverlahwiese-Erz wurden hier mit der sich thermisch ähnlich verhaltenden Mischung I nachgeprüft. Die Grundmischung bestand aus:

- 100 Teilen Erzmischung I
- 20 Teilen Rückgut
- 5 Teilen Koksgrus
- 9 Teilen Rostbelag.

Dazu wurden in steigenden Mengen feingemahlener gebrannter Kalk und feingemahlener Kalkstein gemischt. Das Ergebnis bezüglich der Leistungssteigerung, der Unterdruckveränderung und Temperaturkurven zeigen die Bilder 14 und 15. Während beim Kalkstein die Leistung sich um 8 % erhöht, steigt sie bei 8 % gebranntem Kalk um 65 % an.



1= Temperaturverlauf beim Normalversuch
 2= " " bei 5% CaO-Zuschlag

Bild 15. Temperaturverlauf bei der Mischung I.

Die mittleren Unterdrücke bei den Versuchen mit Kalkstein liegen in der Größenordnung zwischen 550 und 600 mm, sie sinken aber bei den Mischungen mit gebranntem Kalk auf 400 bis 450 mm ab.

Der Vergleich der Temperaturkurve eines Normalversuches mit der eines Versuches mit 5 % gebranntem

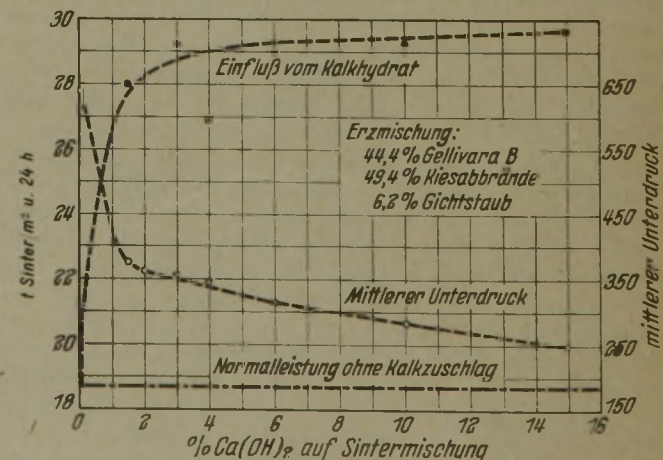


Bild 16. Zusatz von Kalkhydrat zu einer kieselsäurearmen Erzmischung.

Kalk (Bild 15) ist ein überzeugender Beweis für den außerordentlichen Einfluß des gebrannten Kalkes sowohl auf die Krümelbarkeit als auch auf die Bindefestigkeit, vor allem aber auf die Schmelzeigenschaften dieser Erzmischung.

Die Mischung III (Zahlentafel 1 und Bild 16) zeichnet sich zunächst aus durch einen sehr geringen

Kieselsäuregehalt (5.03 %) und eine feine Körnung (57,4 % < 1 mm). Sie besteht aus rein oxydischen Erzen, und eine Untersuchung des Einflusses von Kalk auf diese Erze war besonders beachtenswert, da deren Schmelzpunkt durch den hohen Eisenoxydgehalt schon so hoch liegt, daß er durch die auf dem Sinterband übliche Temperatur kaum erreicht werden kann. Ueberraschend wirken auch hier ganz geringe Mengen Kalkhydrat sehr stark. Durch Zuschlag von 2 % $\text{Ca}(\text{OH})_2$ wird die Leistung von 18.7 t auf 28 t/m² und 24 h gesteigert.

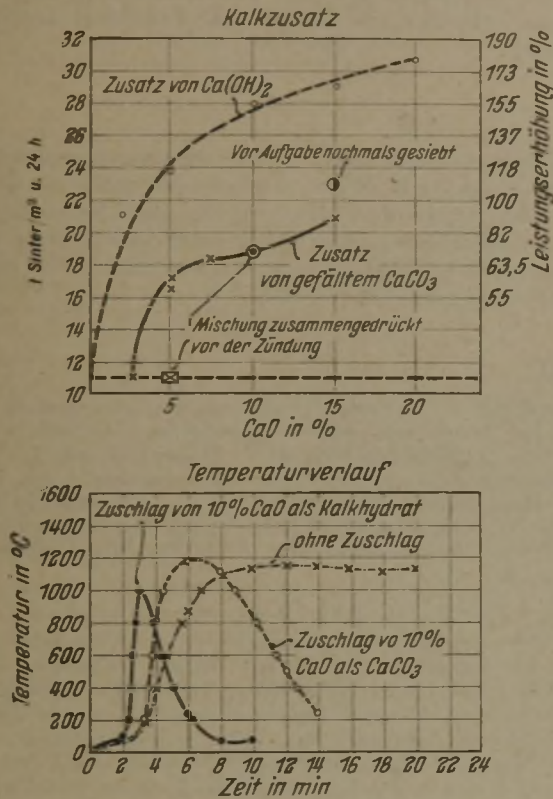


Bild 17. Kalkzusatz und Temperaturverlauf bei Kriwoi-Rog-Konzentrat.

gert, während der mittlere Unterdruck von 650 auf 375 mm WS fällt. Daß durch weiteren Zusatz von Kalkhydrat keine Leistungssteigerung mehr verursacht wird, hängt mit der Leistungsgrenze des Versuchsgebläses zusammen, das wegen der weiter ansteigenden Porigkeit nicht mehr die erforderliche Mehrluft bewältigen konnte (vgl. auch Bild 12). Hier macht sich als neue Eigenschaft des Kalkes neben der Steigerung der Krümelbarkeit und besonders der Bindefestigkeit bemerkbar, daß er den hohen Schmelzpunkt der Eisenoxyde senkt, so daß die Sinterung schon bei niedrigeren Temperaturen einsetzen kann und dadurch weniger Zeit erforderlich ist.

Das Kriwoi-Rog-Magnetkonzentrat läßt sich ohne Zuschläge wegen des vollständigen Fehlens der Bindefestigkeit nur mit größten Schwierigkeiten sintern (siehe Kurve 1 in Bild 5f). Der Zusatz von gefälltem Kalziumkarbonat in verschiedenen Mengen wirkt hier bereits stark leistungsfördernd, wie Bild 17 deutlich zeigt. Durch den mehlfinen Kalk wird die Krümelung sehr stark verbessert, vor allem aber die Bindefestigkeit wesentlich erhöht. Erheblich stärker wirkt allerdings auch hier Kalkhydrat, das Leistungssteigerungen von 10,5 bis 28 t/24 h ohne Mühe zuläßt. Während der gefällte Kalk hauptsächlich durch gute Krümelung wirkt, gesellt sich beim Kalkhydrat außerdem noch die chemische Wirkung hinzu. Um dies zu prüfen, wurde die Mischung mit 10 % Kalkhydrat vor dem Zünden auf dem Rost zusammengedrückt. Während mit der ungepreßten Mischung 28 t/24 h erzeugt werden konnten, lassen sich mit der gepreßten nur 19 t er-

zielen. Diese Zahl liegt aber immer noch um 75 % höher als beim kalkfreien Versuch. Preßt man dagegen eine Mischung mit 5 % Kalziumkarbonat ähnlich zusammen, so sinkt die Leistung von 17 t Sinter auf 10,5 t/24 h den ursprünglichen Wert, ab. Hier wurde die Krümelung durch die mechanische Beanspruchung rückgängig gemacht. Die Leistung ging entsprechend zurück. Folglich hat das Kalziumkarbonat hauptsächlich durch Krümelung gewirkt, während bei Kalkhydrat außer der physikalischen Einwirkung auch ein wesentlicher chemischer Einfluß mitspielte. Wie das ganze Sinterverhalten sich durch Kalkzuschlag geändert hat, zeigen wiederum die entsprechenden Temperaturkurven.

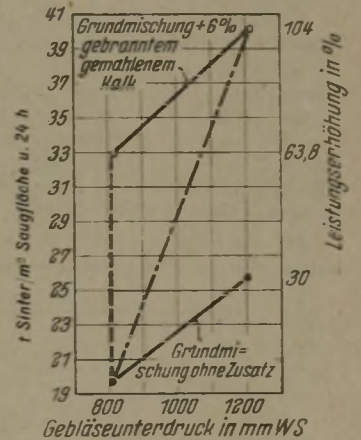
Auch die reine Krümelbarkeit wird durch Kalkzuschlag erhöht, wie am Pegnitz-Konzentrat gezeigt werden kann. Ohne Kalk läßt sich eine Leistung von 15,6 t Sinter 24 h erzielen. Mit Zusatz von 10 % gemahlenem Kalkstein erhöht sich die Leistung auf 17,7 t um 13 %, und 7,35 % Kalkhydrat bewirken wiederum bei 22,6 t Sinter 32 % Steigerung.

Bei einer Mischung von kalkiger und kieseliger Minette, bei der das Verhältnis $\text{CaO} : \text{SiO}_2 = 1 : 1$ war, ergab der Zusatz von 5 % Kalkhydrat eine Leistungsverbesserung von 23 t Sinter auf 31 t/24 h = 35 %. Wie bei den früheren Versuchen bereits betont, hat durch Oberflächenreaktion auch hier eine Verbesserung der Sinterbedingungen stattgefunden.

Kalkzusatz + Unterdrucksteigerung

Um noch einmal auf die vorher besprochenen Unterdruckversuche zurückzukommen, wurden, nachdem die

Schmelzeigenschaften der Erze durch Kalkzuschläge günstig verändert werden konnten, entsprechende Versuche angesetzt und die in Bild 18 eingetragenen Ergebnisse erhalten. Mit der Grundmischung ohne Zuschläge werden bei 800 mm WS Unterdruck 19,5 t Sinter in 24 h erzeugt. Steigert man den Unterdruck auf 1200 mm WS, so erhöht sich die Leistung um etwa 30 %. Gibt man zu der Grundmischung bei 800 mm WS Unterdruck 6 % gemahlene Brantkalk, so steigt die Leistung um rd. 64 %. Erzeugt man bei der gleichen Mischung 1200 mm WS Unterdruck, so läßt sich eine Leistungserhöhung von 104 % erzielen. Die Verbindung eines Kalkzusatzes



40% Fortuna
25% Gellivara B
15% Pegnitz-Konz.
20% Gichtstaub

Bild 18. Kalkzusatz + Unterdrucksteigerung

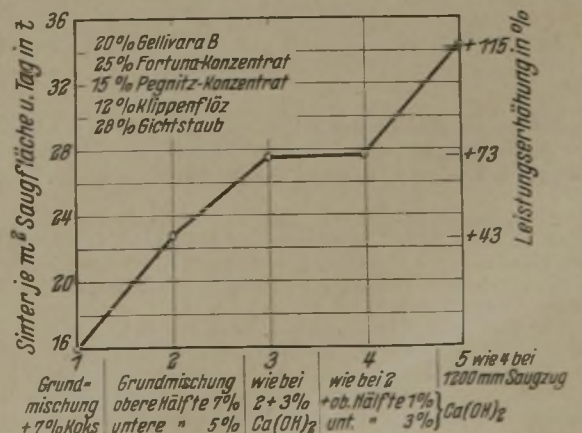


Bild 19. Kalkzusatz + Unterdrucksteigerung + Zweisechichtensinterung.

mit einer Unterdrucksteigerung ist demnach für die Leistungserhöhung von sehr großer Bedeutung.

Kalkzusatz + Unterdrucksteigerung + Zweischichtensinterung

Wendet man auf die in Bild 19 angegebene Mischung, die ohne Zuschläge eine Leistung von 16 t Sinter zuläßt, die Zweischichtensinterung bei einer Kokersparnis von 14 bis 20 % an, so steigt die Leistung um 43 %. Gibt man hierzu noch 3 % Ca(OH)₂, so erhöht sich die Leistung um 73 %. Saugt man statt mit 800 mm WS mit 1200 mm WS, so wird endlich eine Leistungssteigerung von 115 % neben beträchtlicher Kokersparnis erzielt. Das Ergebnis der zahlreichen Versuche mit Kalk hat gezeigt, daß der Zusatz von gebranntem Kalk in der Körnung unter 3 mm oder Kalkhydrat einen günstigen Einfluß auf alle drei Grundelemente für die gute Gasdurchlässigkeit ausübt, vor allem aber gerade bei den sauren Erzen die lange Schmelzdauer wesentlich verkürzt.

Zusammenfassung

Bei Versuchen zur Leistungssteigerung besonders der saure Erze verarbeitenden Saugzugsinteranlagen muß-

ten zunächst die für eine gute Gasdurchlässigkeit ausschlaggebenden Umstände ermittelt, d. h. der Sintervorgang weitgehend zergliedert werden. Die weitestgehenden Einflüsse auf die Sinterleistung haben danach die Krümelfähigkeit und die Bindefestigkeit des Erzes oder der Erzmischung sowie die Kürze der Erweichungs- oder Schmelzdauer.

Versuche zur Leistungssteigerung durch Erhöhung des Saugzugs und Anwendung der Zweischichtensinterung führten bei sauren Erzen nicht zum Erfolg. Erst ein Zuschlag von Kalk in Form von gemahlenem Branntkalk oder Kalkhydrat oder von Branntkalk und Kalksteinmehl bringt eine weitgehende Erhöhung der Sinterleistung.

Auch an dieser Stelle soll nicht unterlassen werden, Herrn Direktor K. Kintzinger herzlich zu danken für seine wertvollen Hinweise bei den Versuchen zur Leistungserhöhung durch Unterdrucksteigerung sowie für die Bereitwilligkeit, eine Sinteranlage mehrfach für die Großversuche bereitzustellen.

Umschau

Verhalten der Nitride des Stahles im Wasserstoffstrom und im Vakuum unter Berücksichtigung der Trennungsmöglichkeit

Bei der Behandlung stickstoffhaltiger Stahlproben im Wasserstoffstrom entstehen infolge der Zersetzung von Nitriden flüchtige Stickstoff-Wasserstoff-Verbindungen¹⁾.

C. Holthaus²⁾ schlägt vor, bei der Bestimmung der Tonerde im Stahl nach dem Salzsäureverfahren, das nach P. Klinger und H. Fücke³⁾ bei Anwesenheit von Aluminiumnitrid zu hohe Werte liefern kann, den Stahl zunächst in Form von Spänen oder dünnen Blechen bei 750° bis 800° in stickstofffreiem Wasserstoff zu reduzieren, wodurch Eisen- und Mangannitride zersetzt werden, während Aluminiumnitrid nicht angegriffen wird und so quantitativ bestimmt und berücksichtigt werden kann.

H. Fücke und M. Möhrle⁴⁾ unterzogen das Verhalten der im Stahl vorkommenden Nitride gegenüber Was-

serstoffstrom durch Nitrierung der Metalle im Ammoniak- oder Stickstoffstrom. Geprüft wurden folgende Stickstoffverbindungen: Eisennitrid mit 7,1 % N₂, Aluminiumnitrid mit 31,5 % N₂, Mangannitrid I mit 11,8 % N₂, Mangannitrid II mit 14,4 % N₂, Chromnitrid I mit 7,0 % N₂, Chromnitrid II mit 13,5 % N₂, Titanitrid mit 20,4 % N₂, Vanadinnitrid mit 16,7 % N₂, Siliziumnitrid mit 18,2 % N₂.

Verhalten im Wasserstoffstrom

Die Zersetzungsversuche im Wasserstoffstrom wurden mit 0,5 oder 1,0 g der gepulverten Nitride in kleinen Quarzschliffchen in einem geschlossenen Rohr eines Silitabofens vorgenommen, dessen Temperatur von 200° an nach jeweils einer Stunde Erhitzung um 100° gesteigert wurde. Nach jeder Stunde Glühens im Wasserstoffstrom wurde zur Feststellung der Gewichtsabnahme zurückgewogen. Beim Mangannitrid mußte — wegen der mit steigender Temperatur zunehmenden Manganverdampfung — die Gewichtsabnahme während der Reduktion durch Stickstoffbestimmungen im verbleibenden Pulver verfolgt werden.

Die Ergebnisse der Reduktionsversuche gibt Bild 1 wieder. Die bei jeder Reduktionstemperatur eingetragenen Gewichtsabnahmen (in Prozent des Gesamtstickstoffgehaltes) sind die von Zimmertemperatur bis zur jeweiligen Temperaturstufe eingetretenen Gesamtgewichtsverluste, die dem Stickstoffverlust entsprechen.

Es wurde nachgewiesen, daß Aluminiumnitrid, Titanitrid und Siliziumnitrid im Wasserstoff unzersetzliche

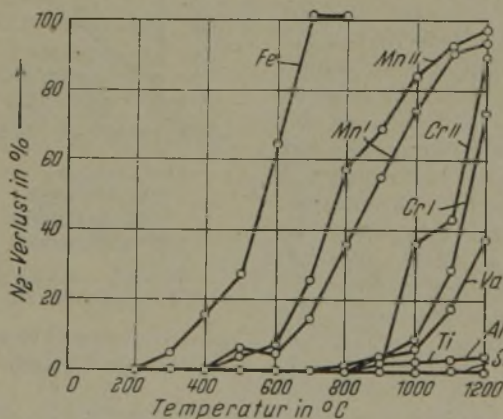


Bild 1. Verhalten der Nitride im Wasserstoffstrom (Reduktionszeit 1 h).

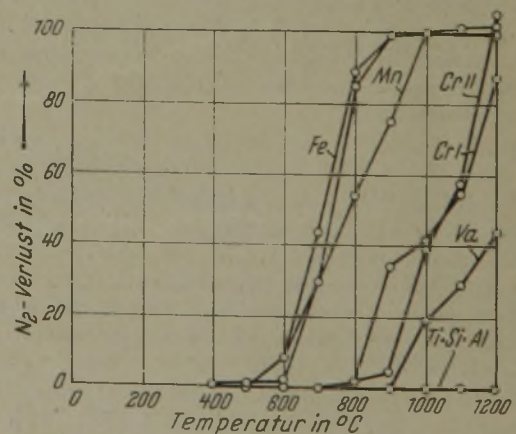


Bild 2. Verhalten der Nitride im Vakuum.

serstoff einer planmäßigen Prüfung; gleichzeitig wurde auch das Verhalten der Nitride im Vakuum, wie bereits früher von P. Klinger⁵⁾, einer Nachprüfung unterworfen. Die

Nitride sind. Bei Eisen- und Mangannitriden beginnt die Zersetzung schon bei niedrigeren Temperaturen und nimmt bei höheren in starkem Maße zu. Nitriertes Chrom und Vanadin geben erst von etwa 900° an den Stickstoff wieder ab. Weitere Zersetzungsversuche an Eisen- und Mangannitriden

¹⁾ Erörterungsbeitrag zu P. Bardenheuer und Chr. A. Müller. Arch. Eisenhüttenw. 1 (1927/28) S. 709.

²⁾ Bardenheuer, P. und Chr. A. Müller: Arch. Eisenhüttenw. 1 (1927/28) S. 707/15 (Chem.-Aussch. 57).

³⁾ Unveröffentlicht.

⁴⁾ Techn. Mitt. Krupp 3 (1935) S. 4/14; Arch. Eisenhüttenw. 7 (1933/34) S. 615/25 (Chem.-Aussch. 100).

⁵⁾ Techn. Mitt. Krupp. A: Forsch.-Ber., 6 (1943) S. 75/85.

⁶⁾ Unveröffentlichte Versuche der Firma Fried. Krupp Aktiengesellschaft. Essen, Phys.-chem. Versuchsanstalt, 1925; s. a. Fry, A.: J. Iron Steel Inst. 1 (1932) S. 191/222; vgl. Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 713/14.

in Abhängigkeit von der Zeit ließen u. a. erkennen, daß bei 800° eine einstündige Reduktionszeit genügt, um Eisen-nitrid vollständig zu zersetzen, während beim Mangannitrid erst etwa die Hälfte gespalten wird.

Verhalten im Vakuum

Die gleichen Nitride wurden mit Einwaagen von 0,1 bis 1,0 g der gepulverten Menge im evakuierten Quarzrohr eines Silitstabofens von 100° zu 100° bis 1200° erhitzt und die bei den einzelnen Temperaturen entstehenden Gase bis zur Druckkonstanz abgepumpt. Die Gase wurden im Mikrogas-analysator auf ihren Stickstoffgehalt untersucht. Die Ergebnisse dieser Versuche zeigt Bild 2. Auch hierbei ergab sich, daß durch eine Vakuumbehandlung der Nitride ein unterschiedliches Verhalten der Eisen- und Mangannitride, die bis etwa 950° zersetzt werden, im Gegensatz zu den erst bei höherer Temperatur unbeständigen anderen Nitriden, eintritt.

Trennung von Nitriden

Das verschiedenartige Verhalten der Nitride bei der Behandlung mit Wasserstoff oder im Vakuum in Abhängigkeit von der Temperatur führte zu Trennungsversuchen.

Am aussichtsreichsten war der von C. Holthaus²⁾ vorgeschlagene Weg zur Trennung von Eisen- und Aluminiumnitrid im Stahl durch eine Wasserstoffbehandlung. Als Reduktionstemperatur, bei der Aluminiumnitrid noch beständig war, Eisennitrid aber zersetzt wurde, kamen 850° in Betracht. Trennungsversuche an Gemischen beider Nitride ergaben auch unter Zugabe von Stahl brauchbare Werte, so daß anschließende Trennungen in Stählen mit steigendem Aluminiumgehalt vorgenommen werden konnten. Mit steigendem Aluminiumgehalt wurde in immer höheren Anteilen unzer-setzliches Aluminiumnitrid nachgewiesen. Die Übereinstimmung der unter gleichen Versuchsbedingungen erhaltenen Werte war vorhanden. Besser als stückige Proben, die eine sehr lange Reduktionszeit erfordern, sind feine Späne für die Reduktion geeignet.

Besteht die Möglichkeit, daß in einem Stahl neben dem Aluminiumnitrid noch andere im Wasserstoff beständige Nitride, beispielsweise des Siliziums, Titans oder Chroms, vorliegen, dann kann nach dem Trennungsverfahren durch eine Wasserstoffreduktion das Eisennitrid von den in der unzer-setzlichen stabileren Form vorliegenden Nitriden nur gruppenweise getrennt werden. Bei mangannitridhaltigen Stählen wird bei 850° neben dem genannten Eisennitrid auch ein Teil des Mangannitrides reduziert.

Entsprechende Versuche zur Trennung der Nitride durch eine Vakuumbehandlung führten zu unbefriedigenden Ergebnissen.

Trotz gleicher Versuchsbedingungen an Pulvern und Spänen ergaben sich stark streuende Werte, die vermutlich in einer unvollständigen Einwirkung des Vakuums begründet sind, das nur nahe der Oberfläche einwirkte, während beim Wasserstoffreduzieren durch die Diffusionsvorgänge der gesamte Versuchsstoff erfaßt wurde.

Zur Trennung der Eisen- und Aluminiumnitride im Stahl durch Wasserstoff wird folgende Arbeitsweise vorgeschlagen:

Aus der zu untersuchenden Probe werden durch trockenes, fettfreies, langsames Abdrehen unter Vermeidung von Verunreinigung oder Erwärmung feine Frässpäne hergestellt. Die Späne werden gut gemischt und in einem Teil mikrochemisch oder der Stickstoffgehalt der Probe nach einem anderen Verfahren bestimmt. Von den Spänen werden etwa 0,5 g in einem ausgeglühten Quarzschiffchen eingewogen und in das Oberhoffersche Wasserstoffreduktionsgerät gebracht. Die Versuchseinrichtung wird zunächst auf Dichtigkeit geprüft. Man evakuiert die gesamte Anlage bei ungeöffnetem Wasserstoffentwickler mit einer Vakuumvorpumpe und läßt die geschlossene Vorrichtung ungefähr $\frac{1}{2}$ h unter Vakuum stehen. Nun erfolgt das erste Füllen der geschlossenen Versuchseinrichtung mit Wasserstoff. Im ganzen werden das Evakuieren und Füllen der Vorrichtung dreimal wiederholt, ehe der Wasserstoff durch die Versuchseinrichtung hindurchströmen und der bereits auf 850° angeheizte elektrische Widerstandsofen über das Bergkristallrohr geschoben werden darf. Die Probe wird nun 2 h bei 850° im Wasserstoffstrom geglüht. Anschließend muß sie nach Zurückschieben des Ofens im Wasserstoffstrom erkalten. In der reduzierten Probe nimmt man nun wieder eine Stickstoffbestimmung vor.

Der Verlust an Stickstoff entspricht dem Anteil des Gesamtstickstoffs, der in Form des leicht durch Wasserstoff zersetzlichen Eisennitrids (bei manganreichen Stählen auch als Mangannitrid) vorliegt, der verbleibende Rest liegt in Form von Aluminiumnitrid — oder bei Anwesenheit von Chrom, Silizium, Titan, Vanadin — als unzer-setzliches Nitrid dieser Elemente vor. *Herbert Fücke.*

Stand der Refa-Arbeiten

Unmittelbar nach dem seinerzeitigen Erscheinen des Sofortprogramms des Reichswirtschaftsministeriums vom Mai 1939 hat der Ausschuß für Betriebswirtschaft des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT, für die Werke der Eisen schaffenden Industrie im Einvernehmen mit dem Reichsausschuß für Arbeitsstudien (Refa) die Ausarbeitung eines Refa-Fachbuches für das Eisenhüttenwesen in Angriff genommen. Dieses sollte die Anweisungen für Arbeits- und Zeitstudienuntersuchungen unter Berücksichtigung der besonderen Belange und Verhältnisse in der Eisenhüttenindustrie sowohl in grundsätzlichen Ausführungen als auch an Beispielen behandeln. Der hierzu einberufene Arbeitsausschuß war schon im vollen Zuge an der Arbeit, als der Reichsausschuß in Berlin seinen früheren Entschluß, ein neues Refa-Buch herauszugeben, in die Tat umzusetzen begann, das das Arbeits- und Zeitstudium auf den neuesten Stand bringen und für alle Wirtschaftszweige gültig sein sollte. Infolgedessen gab unser Arbeitsausschuß für das „Refa-Fachbuch Eisenhüttenwesen“ einen wesentlichen Teil der ursprünglich vorgesehenen grundlegenden und allgemeingültigen Abschnitte an den Reichsausschuß ab, stellte diesem seine bisherigen Ergebnisse in einer von der Geschäftsführung aufbereiteten Form zur Verfügung und seine Arbeiten bis zum Erscheinen des 3. Refa-Buches zurück.

Dieses neue, sogenannte 3. Refa-Buch wird nunmehr nicht, wie früher, in der Hauptsache nur die spanabhebende Verformung behandeln, sondern umfaßt alle Wirtschaftszweige und hat Gültigkeit sowohl für die Rohstoffgewinnungsbetriebe als auch für die Eisen- und Metall-erzeugung und -verarbeitung, die Holz- und Textilindustrie, das Baugewerbe, die Landwirtschaft, die Verwaltungsbetriebe, die Energie- und Verkehrsbetriebe u. a. m.

Andererseits soll sich das 3. Refa-Buch wiederum zunächst auf den Zweck der Lohnermittlung beschränken. Dies geschah in der Erkenntnis, daß eine Behandlung des gesamten Umfanges der betriebswirtschaftlichen sowie Leistungssteigerungs- und Rationalisierungsaufgaben zur Zeit zu umfangreich und daher zu zeitraubend würde, zumal da das 3. Refa-Buch im Hinblick auf seine Notwendigkeit und Anwendung bei der Einführung der lohnordnenden Maßnahmen auf schnellstem Wege herausgebracht werden soll. Es wurde jedoch festgelegt, daß diese Beschränkung auf die Lohnfrage keineswegs die Preisgabe der Behandlung des gesamten betriebswirtschaftlichen Fragegebietes für den Refa bedeutet. Dies wird später zu gegebener Zeit nachgeholt. Die Ausarbeitung erscheint daher unter dem Titel:

Drittes Refa-Buch

Einführung in das Arbeits- und Zeitstudium und seine Anwendung auf die betriebliche Lohnermittlung.

Im Verlauf dieser Beschlüsse wurden vom Vorsitz der Refa Ende des Jahres 1942 sieben Herren berufen, denen unter Führung von Dipl.-Ing. Maas die Aufstellung einer Gliederung für das 3. Refa-Buch und die Ausarbeitung der einzelnen Abschnitte obliegt. Jeder Abschnitt wird verantwortlich von einem dieser Herren bearbeitet; ihm steht als Berichterstatter ein zweiter Herr dieses Kreises zur Seite.

Im folgenden wird eine Übersicht über die Gliederung des 3. Refa-Buches nebst Benennung des jeweiligen Bearbeiters gegeben:

- I. Geschichtliche Entwicklung und Aufgabenstellung des Refa
(Als Bearbeiter vorgesehen: E. Kothe)
- II. Menschliche Arbeitsleistung
(Bearbeiter: Dr. Bramesfeld — Dr. Kupke)
- III. Refa-Grundbegriffe
(Bearbeiter: Dr. Euler — Dipl.-Ing. Hillmer)
- IV. Vorbereitende Arbeitsuntersuchungen
(Bearbeiter: Dr. Pentzlin — Dr. Kupke)

- V. Verfahren und Zuschläge
 a) Zeitstudie und Zuschläge
 (Bearbeiter: Maas — Dr. Bramesfeld)
 b) Berechnen von Zeiten
 (Bearbeiter: Hillmer — Dr. Bramesfeld)
 c) Schätzen von Zeiten
 (Bearbeiter: Dr. Bramesfeld — Dr. Kupke)
 d) Leistungsgrad
 (Bearbeiter: Dr. Kupke — Dr. Bramesfeld)
- VI. Bestimmung des Schwierigkeitsgrades
 (Bearbeiter: Dr. Pentzlin — Maas)
- VII. Aufbau des Lohnes
 (Bearbeiter: Hillmer — Maas)
- VIII. Anwendung der Lohngestaltung
 (Bearbeiter: Dr. Euler — Dr. Böhrs)
- IX. Grundsätze der Arbeitsgestaltung
 (Bearbeiter: Dr. Pentzlin — Dr. Kupke)
- X. Weitere Aufgaben der Zeitstudie
 (Bearbeiter: Dr. Euler — Maas)
- XI. Aufgaben des Refa-Mannes
 (Bearbeiter: Dr. Böhrs — Dr. Euler)
- XII. Schriftumsverzeichnis
 (Bearbeiter: Dr. Kupke).

Soweit dem Berichterstatter bekanntgeworden ist, sind inzwischen fertiggestellt worden:

- Abschnitt II: „Menschliche Arbeitsleistung“
 „ III: „Refa-Grundbegriffe“ (zum größten Teil)
 „ VI: „Bestimmung des Schwierigkeitsgrades“
 „ XI: „Aufgaben des Refa-Mannes“.

An der Vollendung der übrigen Abschnitte wird mit größtem Nachdruck gearbeitet, soweit die derzeitige starke Belastung und Behinderungen anderer Art es zulassen. Zur Förderung des Gedankenaustausches ist ein reger Schriftwechsel unter den Verfassern im Gange, der schon viele Anregungen vermittelte und manche Unklarheit beseitigte. Es soll unter allen Umständen versucht werden, die Handschriften bis Ende dieses Jahres fertigzustellen. So steht zu hoffen, daß bald ein grundlegendes Werk über die Theorie und Praxis des Arbeits- und Zeitstudiums vorgelegt wird, das für alle Refa-Lehrer und -Schüler, Betriebswirtschaftler, Betriebsleiter, Meister und auch Arbeiter einen Leitfaden für die Vornahme und Verwertung von Arbeits- und Zeitstudien und darüber hinaus ein wichtiges Hilfsmittel zur Leistungssteigerung und Lohngerechtigkeit darstellt.
 Hans Euler.

Die Eisentechnik der Hallstattzeit

Es steht heute fest, daß die Menschheit schon früh mit der Verwendung des Meteorisens und auch mit der Gewinnung des Eisens aus Erzen bekannt gewesen ist. Die Bodenfunde sprechen aber dafür, daß das Eisen durch zwei Jahrtausende hindurch nur wenig benutzt wurde. Die Ursache hierfür suchen die Altertumsforscher in der damaligen „Seltenheit“ des Eisens, die diesem hohen Wert verlieh. Manche der für diese These angeführten Beweise sind nicht stichhaltig¹⁾, auffallend ist aber die frühe Anwendung des Eisens bei kleinen Schmuckstücken und die nur in der Frühzeit übliche Verwendung kleiner Eiseneinlagen in Bronze.

Weshalb wurde das Eisen in der Frühzeit nur wenig verwendet, und welche Umwälzung hat dann dazu geführt, daß das Eisen innerhalb der verhältnismäßig kurzen Spanne von dreihundert Jahren die Bronze überall vollständig verdrängt hat? Eine Arbeit von A. Rieth²⁾ über die Eisentechnik der illyrischen Hallstattkultur und deren Be-

¹⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 188/89. — Wenn der Dolch im innersten Sarge des Tut-Anch-Amon-Grabes eine Eisenklinge hat, so beweist dies nur, daß diese Ausführung damals üblich war. Die Klinge ist plump und häßlich, der Wert des Stückes lag offenbar nur in der prachtvollen Ausführung des Griffes. Dasselbe dürfte von der Prunkaxt von Ugarit (Syrien, um 1400 v. Zw.) gelten. Die Meißel im Grabe des Tut-Anch-Amon sind nur deshalb in Miniaturausbildung gehalten, weil unbedeutende Besitzstücke stets durch verkleinerte Nachbildungen angedeutet wurden.

²⁾ Rieth, Adolf, Dr. phil. habil. Straßburg: Die Eisentechnik der Hallstattzeit. Unter Mitarbeit von Dipl.-Ing. J. W. Gilles, Niederschelden-Sieg. Mit 97 Abb. im Text, 1 Zeittaf. u. 1 Fundkarte. Leipzig: Johann Ambrosius Barth 1942. (VI, 178 S.) 8°. Brosch. 24 RM, geb. 25,50 RM. (Mannus-Bücherei. Gegründet von Gustaf Kosinna. Hrsg. vom Reichsbund für Deutsche Vorgeschichte durch Professor Dr. Hans Reinerth. Bd. 70.)

ziehungen zur gleichzeitigen Eisentechnik in den anderen Ländern beschäftigt sich mit dieser Uebergangszeit. Der Untersuchung, die durch die Mitarbeit von J. W. Gilles eine gesicherte technische Grundlage erhalten hat, ist folgendes zu entnehmen:

Die vereinzelt frühen Eiseneinlagen auf mitteleuropäischem Boden hält Rieth für Einfuhrware; er weist darauf hin, daß zwei Drittel der Bronzezeit aus der älteren Bronzezeit Niedersachsens aus dem Südosten herkommen. Auch in der ältesten Hallstattzeit, in Stufe A (1100—1000 v. Zw.), kommt das Eisen bei uns ganz selten vor; bekannt ist nur ein einziger Fund, ein kleines Messer. Eiseneinlagen in Bronze zeigen die spielerische Anwendung des Eisens noch im 10. und 9. Jahrhundert. Erst in Stufe B (9. bis 8. Jahrh. v. Zw.) findet sich das Eisen häufiger neben Bronze. Nun aber bemerkt man nichts mehr von einer besonderen Wertschätzung oder Seltenheit des Eisens. Die Eisengegenstände sind den älteren Bronzegegenständen nachgebildet, sie sind gewöhnlich schlichter und schlechter gearbeitet als diese. Auch wird das Eisen vorzugsweise zur Herstellung von Gebrauchsgegenständen des täglichen Lebens benutzt, zu Gewandnadeln, Bratspießen, Pferdetranssen, Ketten, Sichel, Steigeisen, und besonders früh auch zu kleinen Messern, die in der Form den Messern unserer Zeit ähnlich sind. Die Nachbildung der Bronzezeit in Eisen und das Umgießen von Bronzegegenständen bei Eisenschwernern lassen darauf schließen, daß Bronzearbeiter die Eisensachen hergestellt haben. Diese anfängliche Einheitlichkeit des Metallgewerbes geht auch aus der griechischen Bezeichnung des Eisenschmieds als Chalkos (Chalkos = Erz, Bronze) und aus den fabri aerarii, der angeblich schon von Numa geschaffenen römischen Schmiedezunft, hervor. Die Ursache für den Uebergang von der Bronze zum Eisen bleibt vorläufig dunkel. Anscheinend waren weniger Fortschritte in der Eisentechnik anregend als die zunehmende Nachfrage nach Metall, die dann zur weitgehenden Anwendung des Eisens führte, das man bis dahin anscheinend nicht hochgeschätzt, sondern mißachtet hatte. Für diese Ansicht würde ein im Gräberfelde Maria Rast (Drau) gefundenes italiches Bronzerasiermesser mit eisernem Griff sprechen.

Beim Vergleich der Eisentechnik der norischen Illyrier mit derjenigen der anderen Völker treten die Germanen ganz zurück. Die Urkelten Süddeutschlands hatten keine Eisenkultur; später übernahmen die westlichen Kelten diese von den Illyriern und damit auch deren Wort „isarnon“, das sie auf ihren Wanderungen nach England und Irland brachten und das mit der überlegenen keltischen Eisentechnik auch zu den Germanen gekommen ist³⁾.

Selbständig und in mancher Hinsicht überlegen war die Eisenkultur der Etrusker. Von diesen haben die Römer wohl das Wort ferrum übernommen: man führt es auf das assyrische parzillu (sumerisch: an bar) zurück. Eisenschwerter finden sich in den etruskischen Gräbern des ausgehenden 9. Jahrhunderts. Die etruskischen Gräber des 8. und 7. Jahrhunderts sind sehr reich an Eisen: man findet darin eiserne Bratoste, Dreifüße als Untersätze großer Bronzebecken, eiserne Bettgestelle u. a. m. Da das Eisen im Innern des Landes seltener ist als an der Westküste, dürfte man die Erzvorkommen der Insel Elba ausgebeutet haben, eine Annahme, die allerdings durch Analysen nachgeprüft werden müßte. Jenseits des Apennin (Villanova-Kultur) war das Eisen weniger bekannt, auch die norditalischen Veneter kommen nicht als Lehrmeister der norischen Eisenschmiede in Betracht. Langschwerter finden sich hier nicht, eiserne Lanzen spitzen erst spät. In der späten Hallstattzeit, als die Lanze nördlich der Alpen die volkstümliche Waffe war, verbreitete sich der italische Stil, insbesondere der italische Dolch, nach Norden. Die Westkelten, die das lange Eisenschwert beibehalten hatten, überwandern dann die mit diesen Dolchen ausgerüsteten Illyrier, von denen sie einst das Eisen übernommen hatten.

In Griechenland findet man eiserne Langschwerter schon in der submykenischen Zeit, die unserer Hallstattstufe A entspricht, d. h. vor der Zeit, in der die dorische Einwanderung das südliche Griechenland erreichte. Daß die Entwicklung der Eisentechnik nicht auf die Dorer zurückzuführen ist, geht auch aus der Seltenheit des Eisens bei „dorischen“ Waffen hervor. Ungewöhnlich reich an Eisen sind die Hügelgräber bei Halos in Thessalien aus dem 8. Jahrh. v. Zw.; man findet in diesen nur Eisenwaffen.

³⁾ „Isarn“ hängt wohl mit unserm Worte „Eis“ zusammen, es ist mit diesem eines Stammes; „Eisen“ bedeutet wegen seiner Farbe oder wegen seiner Kälte das „Eismetall“.

Sehr früh beginnt die Eisenkultur im heutigen Rumänien, Bulgarien, Bosnien und in der Herzegowina. Rieth nimmt an, daß die norischen Illyrier, etwa um das Jahr 1000 v. Zw., ihre Eisentechnik über die auf dem nordwestlichen Balkan wohnenden illyrischen Stämme erhalten haben. Den Weg über Italien hält Rieth für ausgeschlossen. Der Vergleich mit der Eisenkultur Kleinasien ergibt dann weiter, daß die Wiege der Eisentechnik nicht nördlich der Alpen gestanden haben kann, wie von mancher Seite angenommen worden ist. Auch die in letzter Zeit vertretene Ansicht, daß die Philister, denen man eine wichtige Rolle beim Aufkommen der „Volleisenzeit“ zuschrieb, Illyrier gewesen sind, ist wissenschaftlich nicht zu halten. Welche Beziehungen schon in diesen frühen Zeiten zwischen den Völkern bestanden, haben wir schon beim italischen Dolch gesehen. Ein weiteres Beispiel ist die Verbreitung der sogenannten Aermchenbeile. Diese frühe Form trat zuerst in Kleinasien auf, und zwar schon um 1300 v. Zw., allerdings nur in Bronze; sie verbreitete sich seit etwa 1000 v. Zw. nach Westen und kam so nach Europa. Im östlichen Hallstatttraume wurden die Aermchenbeile nur in Eisen ausgeführt.

Die Eisentechnik erreichte schon in der Hallstattzeit einen hohen Stand. Die Unterschiede in den Analysen zeigen, daß Eisen an verschiedenen Plätzen und aus verschiedenen Erzen gewonnen wurde. Die Übereinstimmung mancher Funde läßt auf die Herstellung in größeren Betrieben, also in „Fabriken“, schließen. Schmelzöfen und auch Werkzeuge der Hallstattzeit hat man nördlich der Alpen nicht gefunden⁴⁾. In Griechenland ist der Hammer mit Stielloch schon um 900 v. Zw. bekannt gewesen, die Gelenkzange ist für das 6. Jahrhundert durch etruskische Funde und grie-

⁴⁾ Zur späteren Entwicklung des Schmiedewerkzeugs s. Ohlhaver, Horst: Der germanische Schmied und sein Werkzeug. Leipzig 1939. Vgl. Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 1015.

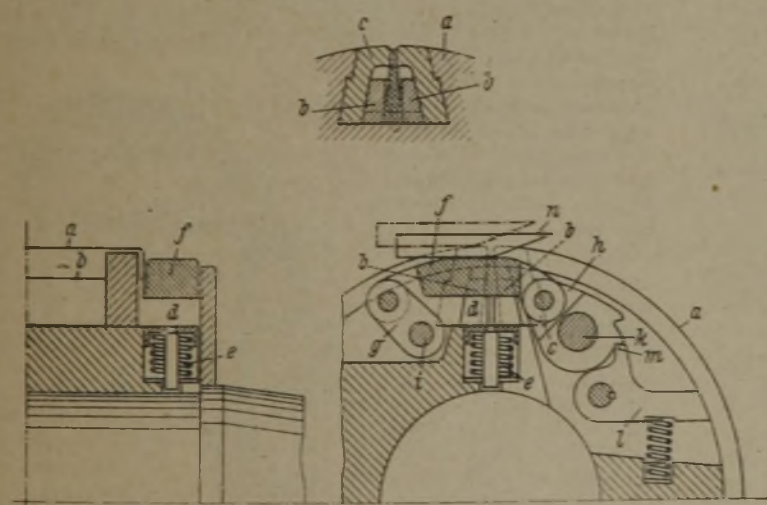
chische Vasenbilder belegt. Nietung wurde oft verwendet, das Aufspalten der Eisenstangen und auch die Schweißung waren bekannt. Man findet an Lanzenspitzen verschweißte Tüllen und durch Schweißung wiederhergestellte Klingen. Härtung durch Abschrecken, Aufkohlung durch Einsatzhärtung und Kaltbearbeitung sind metallographisch nachweisbar, nicht aber das Aufschiessen von Stahlschneiden auf einen Kern von weichem Eisen. Die schon in der älteren Bronzezeit (1600 bis 1400 v. Zw.) verbreitete Tauschierung wurde in der Hallstattstufe C bei Eisen angewendet; man legte Bronze und Gold in Eisen ein. Die überladenen Dolchgriffe, die im 6. Jahrhundert in Mode kamen, wurden in Eisen nachgebildet. Besondere Leistungen der Hallstattschmiede sind die eisernen Langschwerter und die späteren langen Lanzenspitzen mit hohem Mittelgrad und geschweißter Tülle. Bewunderung verdienen die aus Eisenblechen durch Treiben und Falzen, teilweise auch durch Verschweißen hergestellten eisernen Dolchscheiden, vor allem aber die Beschläge der Räder, die man in Wagengräbern der Stufe D findet. In Etrurien sind Wagenräder seit Beginn des 7. Jahrhunderts bekannt; ein Fund aus Populonia hat Bronzebeschläge der Nabe, auf die dreieckige Blätter aus Eisen aufgelegt sind. Bei dem berühmten Wagen aus Cannstatt bestehen die Beschläge der Nabe aus breiten geschweißten und profilierten Eisenblechringen von etwa 1 mm Wandstärke. Bei einem Wagen aus Apremont (Haute Saône) sind die Speichen durch geschweißte Rohre mit aufgeschweißten Verstärkungsringen verstärkt. Als Barbaren wird man die Schöpfer dieser Werke nicht bezeichnen können.

Eine Zeittafel der frühesten Eisenfunde und des Aufkommens des Eisens in den verschiedenen Ländern, Fundkarten, Fundverzeichnisse, Fingerzeige für die Erhaltung von Eisenfunden, chemische und metallographische Untersuchungen von Eisen und Schlacke verleiher der Arbeit von Rieth und Gilles einen besonderen Wert. *Otto Johannsen.*

Patentbericht

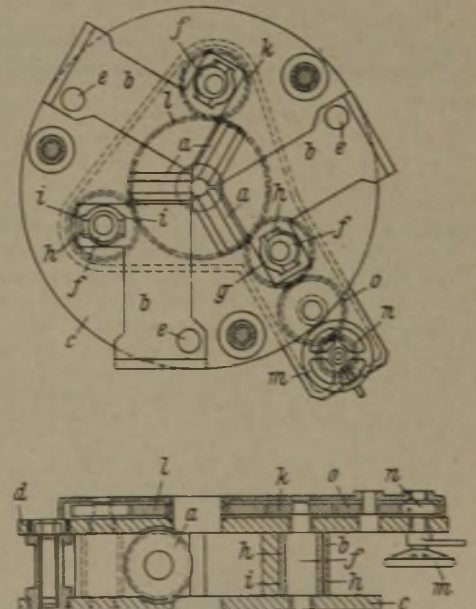
Kl. 7 b, Gr. 5₃₀, Nr. 735 217, vom 11. April 1940. Ausgegeben am 9. Juni 1943. Demag AG. in Duisburg. (Erfinder: Josef Niederprüm in Duisburg.) *Wickeltrommel für bandförmiges Walzgut.*

Die in einer Längsnut des Trommelmantels *a* untergebrachten Klemmleisten *b*, die durch radiale Bewegung innerhalb der Führungsbacken *c* geöffnet oder geschlossen werden, sind an ihren Enden *d* von Federn *e* unterbaut, die bestrebt sind, die Klemmleisten in Schließstellung zu drücken. Die Enden *d* sind in der Höhe abgesetzt und von Bügeln *f* gehalten, die beiderseits an Hebeln *g, h* angelenkt



sind; die Hebel *g, h* sind auf den Achsen *i, k* schwenkbar befestigt. Durch Niederdrücken des Hebels *l* wird die durch die Raste *m* gesicherte Sperrung des Hebels *h* beseitigt, so daß die Klemmleisten unter der Wirkung der Federn *e* in Schließstellung gehen und dabei das vorher eingeführte Bandstück einklemmen; gleichzeitig werden die Bügel *f* angehoben. Um, z. B. nach beendetem Aufwickeln, den Klemmdruck wieder zu beseitigen, werden die Bügel und mithin auch die Klemmleisten durch die von Hand oder mechanisch bewegten Keilstücke *n*, an denen sich die Trommel vorbeidreht, niedergedrückt.

Kl. 7 a, Gr. 14₀₃, Nr. 736 226, vom 10. März 1940. Ausgegeben am 10. Juni 1943. Demag AG. in Duisburg. (Erfinder: Dipl.-Ing. Paul Barth in Duisburg.) *Vorrichtung zum gemeinsamen Anstellen der Walzen von Rohrwälzwerken mit aus mindestens drei in einer Ebene angeordneten Kaliberwalzen bestehenden Walzensätzen.*



Die die Walzen *a* tragenden Lagergehäuse *b* sind zwischen den Platten *c, d*, die den Gerüstkörper bilden, um die Achsen *e* schwenkbar gelagert. Die zur Walzenanstellung dienende Schwenkung der Gehäuse wird durch die Drehung der Exzenterwellen *f* bewirkt, die durch Ausnehmungen *g* in den Gehäusen hindurchgeführt sind und sich zwischen den Gleitsteinen *h*, die an den Seitenwänden *i* der Ausnehmungen anliegen, drehen. Auf den Zapfen der Exzenterwellen sind außerhalb des Gerüstkörpers die Zahnräder *k* befestigt, die mit dem Zahnrad *l*, das um die Walzgutdurchgangsöffnung drehbar gelagert ist, im Eingriff stehen

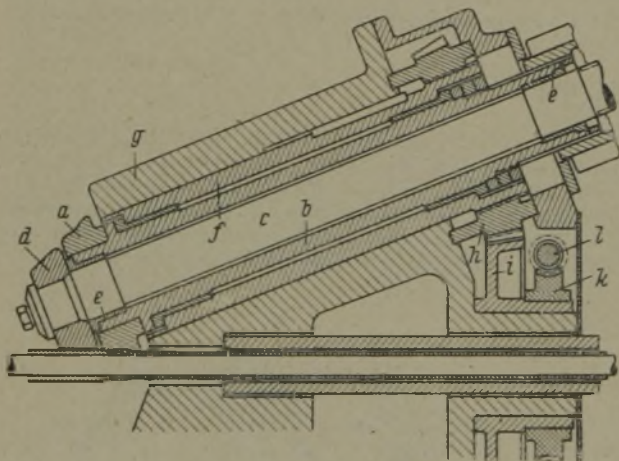
und dadurch getrieblich miteinander verbunden sind, so daß die Anstellung aller Walzen durch Betätigung des Handrades *m* über die Zahnräder *n*, *o* gleichzeitig erfolgt.

Kl. 18 d, Gr. 2₀, Nr. 736 220, vom 21. März 1933. Ausgegeben am 10. Juni 1943. Zusatz zum Patent 692 226 [vgl. Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 980]. Fried. Krupp A.G. in Essen. (Erfinder: Friedrich Karl Naumann in Essen.) *Stahl für Gegenstände, die gegen den entkohlenden Angriff von Gasen widerstandsfähig sein müssen.*

Die gegen Entkohlung widerstandsfähigen Stähle dienen für Behälter od. dgl. zum spaltenden Hydrieren von Oelen und Kohlen sowie zur Ammoniaksynthese; sie sind austenitisch und enthalten mindestens das Fünffache ihres Kohlenstoffgehaltes an mindestens einem der Elemente Zirkon und Thorium sowie etwaige weitere Legierungszusätze entsprechend dem Hauptpatent.

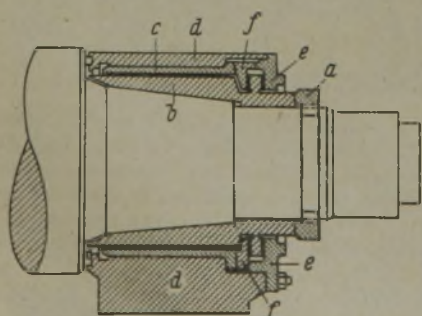
Kl. 7 a, Gr. 15, Nr. 736 227, vom 30. Juli 1939. Ausgegeben am 10. Juni 1943. Demag A.G. in Duisburg. (Erfinder: Dipl.-Ing. Jose Severin in Mülheim, Ruhr.) *Schrägwalzwerk zur Herstellung nahthloser Rohre.*

Die Aufteilung der Walzen in einen Einführungsteil und einen die eigentliche Streckarbeit leistenden Walzenteil ist bekannt; sie soll unerwünschte Geschwindigkeitsunterschiede im Kaliber vermeiden und damit Verdrehungsbeanspruchungen vom Walzgut fernhalten. Nach der Erfindung sitzen die Streckwalzen *a* auf Hohlwellen *b*, durch die die Achsen *c* für die Einführungswalzen *d* hindurchgeführt und in den beiden Büchsen *e* gelagert sind. Der Antrieb von mindestens einer der beiden Walzen ist mit einer Drehzahlregelung ausgestattet. Die Hohlwelle *b* ist drehbar in der Büchse *f*



gelagert, die nicht drehbar, aber längsverschieblich im Gerüstkörper *g* liegt und an ihrem von den Walzen abgewendeten Ende Außengewinde trägt, dessen Mutter *h* als Kegelnrad ausgebildet ist. In dieses Zahnrad greift das konzentrisch um die Rohrachse liegende Kegelrad *i* ein, das durch das Schneckenrad *k* mit der Schnecke *l* in Drehung versetzt werden kann. Wird die Schnecke, z. B. durch Handrad, gedreht, so findet eine Längsverschiebung der Büchse *f* und damit auch der Walzen statt, wodurch eine Aenderung der Kalibergröße erzielt wird.

Kl. 7 a, Gr. 18, Nr. 736 228, vom 25. August 1939. Ausgegeben am 10. Juni 1943. Schloemann A.G. und Maschinenfabrik Sack GmbH. in Düsseldorf. *Gleitlager für Walzwerke.*



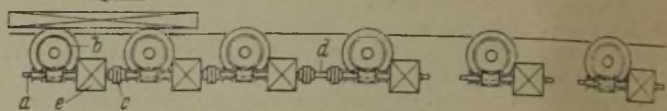
Die auf den konischen Walzenzapfen aufgeschobene und durch den Mutterring *a* befestigte Laufbüchse *b* kann gemeinsam mit der Lagerschale *c* ein- und ausgebaut werden, wodurch Verschmutzungen der Lagerfläche und Oelverluste vermieden werden. Die Befestigung des Lagers im Einbaustück *d* er-

folgt durch den Ringflansch *e*, der zusammen mit dem Ringflansch *f* ein Axiallager zur Aufnahme der in Achsrichtung wirkenden Walzdrücke bildet.

folgt durch den Ringflansch *e*, der zusammen mit dem Ringflansch *f* ein Axiallager zur Aufnahme der in Achsrichtung wirkenden Walzdrücke bildet.

Kl. 7 a, Gr. 24₀₂, Nr. 736 229, vom 24. Dezember 1940. Ausgegeben am 10. Juni 1943. Bruno Quast in Rodenkirchen, Rhein. *Rollgang, insbesondere Walzwerksrollgang.*

Die Motorgetriebewellen *a* für die einzelnen, über ein Zwischengetriebe, z. B. eine Schnecke, angetriebenen Elektro-



wellen *b* liegen gleichachsig und können miteinander gekuppelt werden, z. B. durch Kupplungen *c* oder Zwischenwellen *d*. Hierdurch kann der jeweils belasteten Rolle ein Drehmoment bis zur Summe der Drehmomente sämtlicher miteinander gekuppelter Motoren *e* zugeführt werden.

Kl. 18 e, Gr. 9₅₀, Nr. 736 234, vom 27. Januar 1942. Ausgegeben am 10. Juni 1943. „Ofag“ Ofenbau A.G. in Düsseldorf. (Erfinder: Walter Sprenger in Düsseldorf.) *Betrieb eines Wärmofens mit Kettenförderung.*

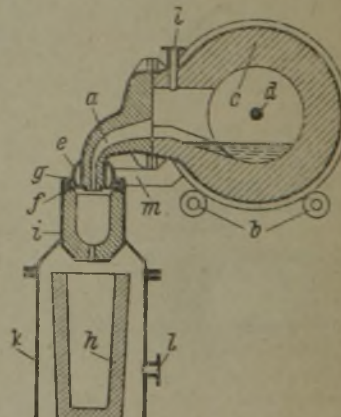
Die Förderketten bewegen sich im Pilgerschritt, derart, daß nach Entnahme eines gewärmten Teiles die Ketten ein Stück zurückbewegt und damit die noch nicht entnommenen Teile entsprechend zurückbefördert werden. Dadurch werden die noch nicht entnommenen Teile dem kühlenden Einfluß der Entnahmetür entzogen. Zur Entnahme des nächsten Teiles bewegen sich die Ketten abermals ein entsprechendes Stück vorwärts und anschließend um ein kleineres Stück wieder zurück.

Kl. 18 c, Gr. 9₀₁, Nr. 736 529, vom 5. Juli 1941. Ausgegeben am 21. Juni 1943. Zusatz zum Patent 730 670 [vgl. Stahl u. Eisen 63 (1943) S. 448]. Firma Wilhelm Ruppmann, Hüttentechnisches Büro, in Stuttgart. (Erfinder: Otto Uehlendahl in Stuttgart.) *Endenwärmmofen, insbesondere für zylindrische Hohlkörper.*

Bei dem Wärmofen nach dem Hauptpatent wird der die Hohlkörper tragende Längsabschnitt als in oder an der ortsfesten Ofenwand angeordneter, wassergekühlter Rahmen ausgebildet, der mechanisch hin- und herbewegt wird.

Kl. 31 c, Gr. 12₀₂, Nr. 736 603, vom 6. Oktober 1940. Ausgegeben am 23. Juni 1943. Firma Otto Junker in Lammersdorf über Aachen. (Erfinder: Erich Breuer und Dipl.-Ing. Franz Domalsky in Völklingen, Saar.) *Gießvorrichtung zum Gießen von Metallen unter regelbarem atmosphärischem Druck, insbesondere Vakuum.*

Der Gießkanal *a* des um die Rollen *b* kippbaren Ofens *c* mit dem Heizstab *d* trägt an seinem Ende eine gekühlte Gelenkkugel *e*, die in einer Gelenkpfanne *f* des Gießtrichters sitzt und durch den Dichtungsflansch *g* abgedichtet ist. Gießpfanne *h* und Gießtrichter sind in dem gasdichten Behälter *i*, *k* untergebracht, der, ebenso wie der Kippofen, einen Stutzen *l* für den Vakuumschluß hat und an den am Ofen befestigten Tragarmen *m* um das Kugelgelenk pendelnd aufgehängt ist.



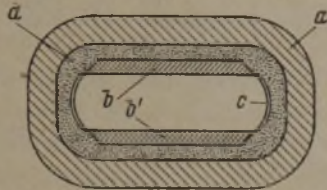
Der Gießkanal *a* des um die Rollen *b* kippbaren Ofens *c* mit dem Heizstab *d* trägt an seinem Ende eine gekühlte Gelenkkugel *e*, die in einer Gelenkpfanne *f* des Gießtrichters sitzt und durch den Dichtungsflansch *g* abgedichtet ist. Gießpfanne *h* und Gießtrichter sind in dem gasdichten Behälter *i*, *k* untergebracht, der, ebenso wie der Kippofen, einen Stutzen *l* für den Vakuumschluß hat und an den am Ofen befestigten Tragarmen *m* um das Kugelgelenk pendelnd aufgehängt ist.

Der Gießkanal *a* des um die Rollen *b* kippbaren Ofens *c* mit dem Heizstab *d* trägt an seinem Ende eine gekühlte Gelenkkugel *e*, die in einer Gelenkpfanne *f* des Gießtrichters sitzt und durch den Dichtungsflansch *g* abgedichtet ist. Gießpfanne *h* und Gießtrichter sind in dem gasdichten Behälter *i*, *k* untergebracht, der, ebenso wie der Kippofen, einen Stutzen *l* für den Vakuumschluß hat und an den am Ofen befestigten Tragarmen *m* um das Kugelgelenk pendelnd aufgehängt ist.

Kl. 31 c, Gr. 17, Nr. 736 672, vom 5. März 1941. Ausgegeben am 24. Juni 1943. Mannesmannröhrenwerke in Düsseldorf. (Erfinder: Otto Wefing in Duisburg-Huckingen.) *Verfahren zur Herstellung von plattierten Brammen.*

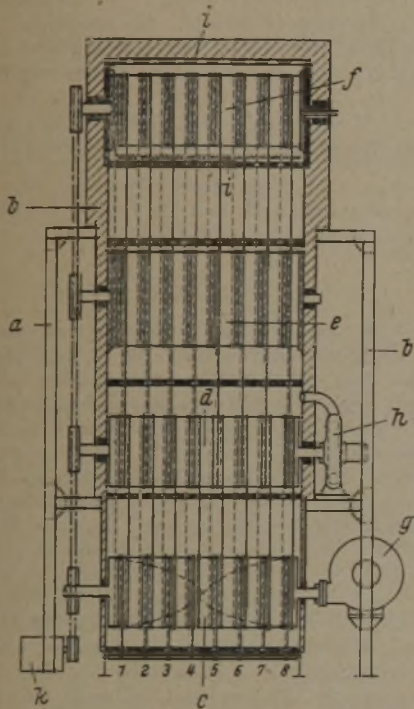
In die im Querschnitt abgebildete Brammenkokille *a* werden die aus dem Plattierwerkstoff bestehenden Platten

b, b' im gewünschten Abstand eingesetzt und an ihren Längskanten mit den Seitenblechen c verschweißt. Der Zwischenraum d wird mit trockener, feuerfester Masse lose ausgefüllt. Dann wird in die aus den Platten und den Seitenblechen gebildete Gießform das den Grundwerkstoff bildende Metall eingegossen.



Kl. 18 c, Gr. 6₁₀, Nr. 736 751, vom 6. Februar 1940. Ausgegeben am 26. Juni 1943. Hans Werner Rohrwasser in Schkeuditz. Warmbehandlung von Drähten in einem Turmofen.

Der von dem Gerüst a getragene Turmofen b ist mit mehreren, übereinander angeordneten und mit Rillen versehenen Fördertrommeln c, d, e, f ausgestattet, deren Mantel aus gut leitendem Werkstoff, z. B. Kupfer, besteht, um einen guten Wärmeausgleich zwischen dem ein- und auslaufenden Trum der einzelnen Drähte 1 bis 8, die in mehreren Windungen um die Trommeln gelegt sind, herbeizuführen. Die unterste Trommel c wird mit dem Lüfter g gekühlt; die Trommel d ist eine Wärmeaustauschertrommel mit durchlöcherter Mantel, an die eine Luftumwälzvorrichtung h angeschlossen ist. Die Trommel e hat eine regelbare Heiz- und Kühleinrichtung zur Gleichhaltung einer bestimmten Temperatur, und die oberste Trommel f gilt als Glühtrommel, die durch elektrische Heizkörper i von außen beheizt wird. Die einzelnen Trommeln werden über Kettenräder vom Antrieb k in Umdrehung versetzt.



Die Trommel e hat eine regelbare Heiz- und Kühleinrichtung zur Gleichhaltung einer bestimmten Temperatur, und die oberste Trommel f gilt als Glühtrommel, die durch elektrische Heizkörper i von außen beheizt wird. Die einzelnen Trommeln werden über Kettenräder vom Antrieb k in Umdrehung versetzt.

Wirtschaftliche Rundschau

Spaniens Roheisen- und Rohstahlerzeugung im Juli und August 1943

	Roheisenerzeugung		Rohstahlerzeugung	
	1943 t	1942 t	1943 t	1942 t
Januar	44 632	43 843	52 908	55 764
Februar	40 034	36 498	45 899	44 217
März	46 340	45 422	59 125	54 520
1. Vierteljahr	131 006	125 763	157 932	154 501
April	43 361	44 476	57 447	53 296
Mai	43 227	47 313	60 436	57 872
Juni	48 502	46 654	58 255	54 057
2. Vierteljahr	135 090	138 443	176 138	165 225
1. Halbjahr	266 096	264 206	334 070	319 726
Juli	45 018	47 600	53 725	55 224
August	43 397	42 653	46 021	50 095

Im Bezirk von Biscaya wurden im Juli an Roheisen 23 656 t und im August 21 318 t erzeugt. Die Rohstahlgewinnung betrug hier im Juli 27 912 t und im August 24 157 t.

In den letzten drei Monaten ist demnach wieder ein Rückgang der Roheisenerzeugung eingetreten, der seinen Ursprung in den Störungen der Strombelieferungen — vor

allem in dem wichtigsten Erzeugungsgebiet, der Provinz Biscaya — haben dürfte. Diese Störungen in der Kraftwirtschaft sind bekanntlich infolge der ganz ungewöhnlichen Trockenheit dieser Sommermonate aufgetreten, die zu einer Erschöpfung der Wasservorräte bei den großen Staubecken geführt haben.

Spaniens Außenhandel in den Jahren 1941 und 1942

	Einfuhr		Ausfuhr	
	1941 t	1942 t	1941 t	1942 t
Roheisen und Eisenlegierungen	174	1018	24706	9465
Gewöhnlicher Stahl in Blöcken u. Halbzeug	16486	8848	427	748
Legierter Stahl	56	1297	15	27
Stabstahl	864	1484	11555	18527
Bleche	176	1228	1824	3891
Weißblech	337	570	225	24
Bandstahl	274	450	89	368
Röhren aller Art und Verbindungsstücke	240	583	605	1409
Schwellen, Laschen, Unterlagsplatten, Weichen	2	43	99	27
Achsen und Räder	0,4	1,3	35	13
Konstruktionsteile	2	112	970	138
Schmiede- und Preßstücke	28	727	41	39
Draht und Drahterzeugnisse	273	1589	1802	1624
Sonstiges	762	1100	1625	5399
Insgesamt	19603,4	19050,3	44018	41699

Finnlands Erzeugung von Eisen und Stahl 1939 bis 1941¹⁾

Erzeugung	1939 t	1940 t	1941 t
Schwefelkiesabbrände	117001	98359	140737
Roheisen	29055	25006	21923
Eisenlegierungen	5108	1187	247
Stahlblöcke	73132	72326	55848
Walzwerkzeugnisse	98089	69303	45605
Stifte	16376	15253	13711
Walzdraht	11759	15783	10434
Schrauben und Nieten	1972	2382	2850

¹⁾ Statistisk Arsbok för Finland (40) 1942.

Finnlands Einfuhr an Eisen und Stahl im Jahre 1941¹⁾

Einfuhr	1941 t
Roheisen	17124,3
Eisenlegierungen	923,7
Schrott	3515,2
Knüppel	2312,6
Stabstahl	75576,0
Draht	9446,1
Bleche	41442,9
Bandstahl	7434,3
Röhren und Verbindungsstücke	20945,3
Eisenbahn-Oberbaumstoffe	9222,5
Eisenbauteile und Behälter	3301,1

¹⁾ Statistisk Arsbok för Finland (40) 1942.

Buchbesprechung

Ubbelohde, L., Professor Dr., o. Professor an der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg: **Zur Viskosimetrie. Anhang: Umwandlungs-Tabellen für Viskositätszahlen.** 4. u. 5. verb. Aufl., mit 11 Abb. Leipzig: S. Hirzel 1943. (52 S. 4°. Geb. 10 RM.)

Bei der Beurteilung der Güte und Verwendungsmöglichkeit der Schmieröle spielt die Viskosität eine bedeutende Rolle. In der Erkenntnis, daß die mit den herkömmlichen Viskosimetern erhaltenen Zahlen die Viskositätsverhältnisse nicht richtig wiedergeben und auch die aus diesen Zahlen errechneten absoluten Werte als Grundlage für hydrodynamische Rechnungen noch unzulänglich sind, hat sich

Ubbelohde seit Jahren für die Benutzung von Geräten eingesetzt, die eine unmittelbare Bestimmung der Viskosität in absoluten Maßen gestatten. Er hat selbst ein solches sicher und schnell arbeitendes Gerät entwickelt, dessen Aufbau und Handhabung in der oben genannten Schrift, die jetzt in vierter und fünfter Auflage erschienen ist, beschrieben wird.

Ubbelohde bringt in seiner Abhandlung eine klare Darlegung der Temperaturabhängigkeit der Viskosität und berichtet über Wertzahlen, die sich aus den Viskosität-Temperatur-Kurven der Öle ergeben, insbesondere die Polhöhe, und deren Bedeutung als Gütemaßstab für Schmieröle. An mehreren Zahlenbeispielen wird eine Anleitung zur Ermittlung dieser Größen auf rechnerischem oder graphischem Wege gegeben. An dem Viskosität-Temperatur-Blatt sind in der neuen Auflage einige die Uebersichtlichkeit erhöhende Änderungen vorgenommen worden. Außerdem wurde die Temperatur-Skala dieses Blattes, wenn auch in der Nähe des Stockpunktes der Öle formelmäßig nicht zu erfassende Unstetigkeiten in der Viskositätskurve auftreten können, auf Wunsch des Oberkommandos des Heeres bis minus 50° verlängert, um auf diese Weise wenigstens einen Anhalt für die Viskosität von Ölen auch bei den tiefsten im Betrieb auftretenden Temperaturen zu erhalten.

Sorgfältige Schriftumsangaben und anschauliche Abbildungen erhöhen den Wert des Buches, das auch weiterhin als ein zuverlässiger Führer auf seinem Gebiet dienen wird.

Karl Quandt.

Richard Hauttmann †

Am 14. September 1943 starb unerwartet nach kurzer schwerer Krankheit in Gräfelfing bei München, wo er seinen Lebensabend verbrachte, unser langjähriges Mitglied Direktor Richard Hauttmann im Alter von 78 Jahren.

Richard Hauttmann wurde am 5. Oktober 1865 in Pichling bei Köflach in der Mittelsteiermark geboren. Sein Vater war dort Direktor eines Puddel- und Hammerwerkes der Oesterreichischen Alpen Montangesellschaft und übernahm später die Leitung des Hüttenwerkes Donawitz; die Mutter entstammte der alten oberösterreichischen Eisenhüttenfamilie Baildon. In der grünen Steiermark verlebte Richard Hauttmann eine herrliche Jugendzeit. Auf den Besuch der Oberrealschule in Graz folgte das Studium von Bergbau und Hüttenkunde an der Montanistischen Hochschule in Leoben, unterbrochen durch die Erfüllung der Wehrpflicht im alten österreichischen Heer, dem er späterhin als Reserveoffizier angehörte.

Nach hervorragend bestandenen Staats-examen fand der erst Zweiundzwanzigjährige auf dem Eisenhüttenwerk Witkowitz seine erste Anstellung. Unter Paul Kupelwieser und Emil Holz machte er hier eine harte, aber glänzende Schule durch, die maßgeblichen Einfluß auf seine spätere Entwicklung als Hochöfner gehabt hat. In Witkowitz fand er auch seine erste Lebensgefährtin, die ihm vier Kinder schenkte, von denen heute noch drei leben. Von Witkowitz kam Hauttmann als Direktor über Krompach in Nordungarn nach Jurjewka in Südrußland. Als erster auf russischem Boden erblickte er hier mit größtem Erfolg hochprozentiges Ferromangan. Die sich infolge des russisch-japanischen Krieges abbahnende allgemeine Unsicherheit im Zarenreich bestimmte Hauttmann, Rußland zu verlassen. Nach kurzem Aufenthalt in Wien, von wo aus er Studienreisen nach Amerika unternahm und als Sachverständiger auf dem Balkan und in Ungarn tätig war, bot sich ihm 1907 die lohnende Aufgabe, in Oslebshausen bei Bremen die Norddeutsche Hütte zu planen, zu bauen und zu leiten. 1908 kam er nach Bremen und hat dem dortigen Werk fast 25 Jahre seine ganze Kraft gewidmet.

Im Weltkrieg 1914—1918, als die Erz- und Koksversorgungslage die Verarbeitung von Stahlschrott im Hochofen angebracht erscheinen ließ, zögerte Hauttmann nicht, mit bis dahin ungekannten Schrottsätzen zu arbeiten. An der Einführung des Hochofenzements, der sich wegen seiner



Richard Hauttmann

Vereinsnachrichten

Arbeitstagung in Berlin

Die Eisenhütte Berlin-Mark Brandenburg, Bezirksverband des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute im NSBDT., hält am

Freitag, dem 26. November 1943, 14.30 Uhr

im Hauptgebäude der Technischen Hochschule Berlin-Charlottenburg, Berliner Straße 172 (Hörsaal Nr. 241), ihre diesjährige

ARBEITSTAGUNG

ab mit folgender Tagesordnung:

1. Begrüßung durch den Vorsitzenden Dr.-Ing. F. Lüth, Berlin.
2. Die Schweißtechnik im Kriege.
Berichtersteller: Dr.-Ing. K. L. Zeyen, Berlin.
3. Eigenschaften und Verarbeitung von windgefrischten Stählen.
Berichtersteller: Dr.-Ing. H. Hoff, Dortmund.
4. Die wirtschaftlichen Hintergründe der Teilnahme der USA. an den deutsch-englischen Kriegen.
Berichtersteller: Ministerialrat a. D. E. Siegert, Oberkommando der Wehrmacht, Berlin.

Anmeldungen sind umgehend mit Anschrift an die Eisenhütte Berlin-Mark Brandenburg, z. H. von Dr.-Ing. F. Lüth, Berlin W 9, Potsdamer Straße 33, zu richten.

Seewasserbeständigkeit bei großen Wasserbauten im europäischen Küstenland schließlich durchsetzte, hat er unermüdet mitgewirkt. Beim Bau der Norddeutschen Hütte hatte Hauttmann bereits den Plan für ein großes Ferngasversorgungsnetz entwickelt. Zunächst wurden aber nur kleinere Gemeinden des Unterwesergebietes an das Koksofengasnetz der Hütte angeschlossen. Kurz vor seinem Scheiden gelang es Hauttmann jedoch, seinen alten Plan der Ferngaslieferung der Stadt Bremen in die Tat umzusetzen. In diese Zeit fällt auch die Erfindung des Universalgießhallenkrans mit Masselformmaschine nach den Patenten Ardel-Hauttmann.

In der Stadt Bremen genoß Hauttmann großes Ansehen. Er war Mitglied der Handelskammer und Schaffer sowie Ehrenmitglied des Bremer Vereins für Luftfahrt. Zudem war er noch in verschiedenen Verbänden, Vereinen und Aufsichtsräten tätig.

Hauttmann war eine starke Persönlichkeit und ein ausgesprochener Köhner in seinem Beruf. Er war ein Feind jeglichen Scheins und machte aus seiner Meinung kein Hehl. Viele haben ihn darum geschätzt und verehrt, alle aber geachtet. Wer ihn näher kannte, merkte sehr bald, daß sich bei diesem Manne hinter einer rauhen Schale ein warmes Herz verbarg. Unvergeßlich wird manchem sein, wenn er in seiner lebhaften und anschaulichen Art aus seinem Leben erzählte. Welch besondere Eigenschaften ihn als Industrieführer auszeichneten, bewies nichts deutlicher als die Tatsache, daß die Krisenjahre nach dem ersten Weltkrieg diesen Mann in seiner Autorität auf dem Posten fanden.

Seiner Familie ist er ein treusorgender und liebevoller Gatte, Vater und Großvater gewesen. Im Freundeskreis, auf der Jagd, in Haus, Hof und Garten schaffend oder bei einem guten Buch fand er Erholung und Entspannung nach des Tages Last und Arbeit.

Hauttmann hat das große Glück gehabt, daß ihm in seinem Leben viele bedeutende Persönlichkeiten begegnet sind. In diesem Zusammenhang sei nur an Paul Kupelwieser, Emil Holz, Martin Boecker und Heinrich Wiegand, den Generaldirektor des Norddeutschen Lloyd in Bremen, unter anderen erinnert, mit denen er eng befreundet war.

Der Verein Deutscher Eisenhüttenleute, dem Hauttmann seit dem Jahre 1899 angehört hat, wird ihm ein dauerndes, ehrenvolles Gedenken bewahren.