

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute

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

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

HEFT 12

20. MÄRZ 1941

61. JAHRGANG

Die energie- und stoffwirtschaftlichen Grundlagen eisenhüttenmännischer Verfahren.

Von Hugo Bansen in Rheinhausen.

[Bericht Nr. 196 des Hochofenausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute*].

(A. Energiewirtschaftliche Grundlagen: Energieverbrauchende und energieerzeugende Rohstoffe. Heizkohlenstoff als Energiequelle. Grundlagen der Eisenerzeugung und -gestaltung. Wärmebedarf und Wärmeertrag. Wärmeschluckfähigkeit als Leistungs- und Kostenträger, Energie- und Stoffkosten. Wärmepreis und Wahl der Ofenart. Entwicklung der Eisenerzeugung auf energiewirtschaftlicher Grundlage. Steinkohlenkoks und Wechselbeziehungen zwischen Eisen-, Gas- und Sortenfrage. Energiegewinnung aus Koks. B. Verfahrensbetrachtung im Stoff- und Kostenfluß: Verfahrensbetrachtung, Umwandlungskosten. Verrechnungspreis und Kreislaufstoffe. Stoffstrombild und Kostenstrombild. Regeln für die Betrachtung des Kostenflusses. C. Roheisenerzeugung: Verfahren der Trennung des Eisens von Sauerstoff und Gangart. Trennung des Eisens von der festen und gasförmigen Gangart (Rösten, Sintern, Anreichern). Kosten der Kieselsäureverschlackung. Stoffwirtschaftliche Einordnung des Krupp-Rennverfahrens. Umwandlungskosten und Erzpreis. Einheitsbewertung der Erze. Roheisenschaubild und Roheisensorten. D. Die Erzeugung von Rohstahl aus Roheisen und Schrott.)

A. Energiewirtschaftliche Grundlagen.

Alle anorganischen zur gewerblichen Nutzung dem Erdboden entzogenen Stoffe durchlaufen eine Kette der Aufbereitung und Verarbeitung vom Rohstoff bis zum letzten Verbrauchs- oder Gebrauchsgut unter jeweiliger Zufuhr der für die einzelnen Verarbeitungsstufen erforderlichen Energiemengen. Dieser Fluß unterliegt den Gesetzen von der Erhaltung der Energie und der Stoffe, er ist stetig durch eine Stoff- und Wärmebilanz zu überwachen, um die wirtschaftlichste Umwandlung zu gewährleisten.

Das Eisen ruht, wie die meisten Metalle, als Oxyd und auch als Sulfid in der Erde. Durch die Entziehung des Sauerstoffs, die Reduktion, erhält es seinen Gebrauchswert. Die Weiterverarbeitung erhöht das Gebrauchswert- und Nutzgefälle der Stoffe. Soweit sie als Metall nur den Formenwert verloren haben, werden sie im Kreislauf wieder umgeformt und auf ein neues Wertgefälle gebracht. Zuletzt gelangen sie zur Erde zurück. Bei der Reduktion der Metalloxyde sucht man den nichtreduzierten anorganischen Stoffen, den Schlacken und Aschen, als Ersatz für mineralische Baustoffe in Form von Steinen, Zement, Schotter noch im Gebrauch ein Nutzgefälle zu geben.

Die für die Reduktion und die verschiedenen nachfolgenden Verfahrensstufen erforderliche Energie ist in den organischen Mineralien gebunden. Sie wird durch die Oxydation mit Sauerstoff frei. Als Sauerstoffträger kann einmal die Luft dienen, dann aber auch die Metalloxyde und auch Wasser. Nur bei der Verwendung des Sauerstoffs der Luft als Träger der Verbrennung von Kohlenstoff und anderen Elementen, wie Phosphor, Mangan, Silizium, erhält man einen Wärmeüberschuß, auch wenn der Stickstoffballast auf die Reaktionstemperatur erwärmt werden muß. Die Verbrennung des Kohlenstoffs durch

den Sauerstoff und durch Metalloxyde setzt die Beibehaltung der Reduktionstemperatur und die laufende Zufuhr der zur Zerlegung des Oxydes notwendigen Wärmemenge voraus. Die bei der Verbrennung des Reduktionskohlenstoffs entstehende Wärme reicht dafür nicht aus, weil die Verbrennung meist nur zu Kohlenoxyd erfolgt. Das gleiche ist der Fall bei dem im Wasser an Wasserstoff gebundenen Sauerstoff (Wassergas).

Als Wärmequelle für den zusätzlichen Wärmebedarf der Reduktion der Metalle aus Metalloxyden und des Wasserstoffs aus Wasser dient die Verbrennung des Heizkohlenstoffs durch Luftsauerstoff. Die gebundene Energie im Kohlenstoff entlädt sich gegen die kältere Umgebung von dem Augenblick der Auslösung durch die Verbrennung mit Sauerstoff. Die Kunst des Metallurgen ist die Ausnutzung des höchsten Temperaturgefälles bei dem Freimachen der Kohlenstoffenergie zur Durchführung metallurgischer Reaktionen in hohem Temperaturgebiet, mit höchster Leistung in der Zeit- und in der Ofeneinheit, bei niedrigstem Brennstoffaufwand und höchstem Ausbringen des Eisens als Einsatzstoff in die Form der nächsten Fertigungsstufe (Erz → Roheisen → Rohstahl usw.).

Die Grundlagen der Eisenerzeugung und -gestaltung sind alt und unveränderlich. Man gewinnt metallisches Eisen aus den Erzen im Hochofen durch Reduktion, d. h. Bindung des Erzsauerstoffes an Kohlenstoff, dessen Verbrennung einen Teil des Wärmebedarfes deckt. Der Fehlbetrag und der sonstige Wärmebedarf werden durch Verbrennung weiteren Kohlenstoffes ausgeglichen.

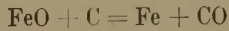
Man erzeugt Stahl durch Windfrischen, im Siemens-Martin-Ofen oder im Elektroofen aus dem Vormetall der Reduktion, dem Roheisen, durch einen Oxydationsvorgang. Soweit die Verbrennung von Silizium, Mangan, Phosphor und Kohlenstoff nicht den Wärmebedarf völlig deckt, wird der Fehlbetrag gleichfalls durch Verbrennung von Kohlen-

*) Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

stoff oder anderen aus der Kohle gewonnenen Energieträgern (Gas, Oel oder Strom) gedeckt.

Die Formgebung geschieht durch Verflüssigung bei Gießverfahren, durch Vorwärmung auf Walz- oder Schmiedetemperatur beim mechanischen Verformen und Verformungsarbeit mit Hilfe von Strom, Dampf oder Preßluft. Die erforderliche Wärme und Energie werden durch Verbrennung von Kohlenstoff erzeugt, sofern man von der Stromerzeugung in Wasserkraftwerken absieht.

Die Aufgabe der Eisenerzeugung durch Reduktion, die sich auf die grundlegende chemische Gleichung in der einfachsten Form von



stützt, ist in den sich daraus ergebenden Mengen und Wärmetönungen unveränderlich. Man kann daher unter Berücksichtigung der fühlbaren Wärme zur Temperaturerhöhung auf Reaktions- und Abstichtemperatur den theoretischen Wärmebedarf für Roheisen und Schlackenbildung größenordnungsmäßig errechnen, so wie man die an die Kupplung einer kraftverbrauchenden Maschine abzugebende mechanische Energie für irgendeinen mechanischen Bearbeitungsvorgang zu ermitteln pflegt. Das gleiche gilt für den Wärmebedarf der Erzeugung von Stahl aus irgendeinem gegebenen Einsatz. Man kann ebenso für jedes der Verfahren und jede Feuerungs- und Ofenart den Ertrag an metallurgisch nutzbarer Energie in Nutzwärmeeinheiten (Nkcal) je Brennstoffeinheit (kg, Nm³, kWh) errechnen. Dabei sind die stoff- und energiewirtschaftlichen Wechselbeziehungen zwischen Einsatz und Brennstoff zu berücksichtigen. Auch kann man durch Rechnung und Beobachtung die Strahlungs-, Wand- und sonstigen Lässigkeitsverluste des Ofens bestimmen. In gleicher Weise, wie man aus dem Nutzwärmeinhalt von 1 kg Dampf und dem Nutzwärmeertrag je kg Kohle bei der Dampferzeugung den Brennstoffverbrauch errechnet, kann man die Rechnung in Nutzwärmebedarf je t Roheisen oder Stahl und in Brennstoffverbrauch je t Stahl durchführen. Die Teilung des Wärmebedarfes je t Eisen durch den Wärmeertrag je Brennstoffeinheit ergibt den Brennstoffbedarf je t Eisen. Ebenso kann man den Brennstoffbedarf je Ofenstunde für die Wand- und Strahlungsverluste berechnen.

Wie ein Dampfkessel nach Maßgabe von Rostfläche, Brennstoff, Kaminzug und Kesselbauart eine bestimmte Schluckfähigkeit für Brennstoff in t/h hat, bei der man eine befriedigende Dauerleistung mit wirtschaftlichem Wirkungsgrad erreicht, so hat auch ein Hochofen, Kupolofen, Siemens-Martin- oder Elektroofen eine gewisse Aufnahmefähigkeit für Koks, Gas oder Strom. Sie richtet sich am häufigsten nach der Möglichkeit, die notwendige Verbrennungsluft zuzuführen oder die Abgase abzuführen. Sie läßt sich meist durch die Aufstellung von Druck- oder Sauggebläsen, durch die Wahl höherer Druckgefälle und strömungstechnische Verbesserung steigern und findet ihre Grenze bei der notwendigen Wärmeaustauschzeit zwischen Heizgas und Werkstoffoberfläche. Die Anlage arbeitet am wirtschaftlichsten mit der üblichen Wärmeevlast. Da die an einem Ofen entstehenden Betriebskosten, wie Aufsicht, Löhne, Unterhaltung und Instandsetzung, zumeist zeitgebunden sind, die Leistung in t Eisen je h aber mit dem Wärmebedarf je t Eisen, auch mit dem Wärmeertrag je t Brennstoff schwankt, so macht man den Brennstoff besser zum Kostenträger der Kostenstelle „Ofen“. So erhält man einen Wärmepreis aus Brennstoff- + Betriebskosten abzüglich Abwärmegutschriften. Dieser Preis schließt die Standortfrage durch die im Brennstoffpreis liegende

Fracht und die mögliche Gutschrift für Energie- (Ferngas-) Abgabe ein.

Macht man daneben den Rohstoff zum Kostenträger der übrigen Erzeugungs- (An- und Abfuhr-) Kosten, so umfaßt man damit auch hier die Standortfrage. In den beiden Kostengrößen „Stoffkosten“ und „Energiekosten“ kann man alle Fragen der wirtschaftlichsten Fertigung von Metallen erfassen.

Aus dem Wärmepreis kann man wiederum den Preis für 10⁶ kcal, die man als Nutzwärme (Nkcal) für metallurgische Zwecke abgeben kann, errechnen. Er beträgt

am Hochofen . . .	etwa 8 bis 10 $\mathcal{R}\mathcal{M}/10^6$ Nkcal,
am Kupolofen . . .	etwa 15 bis 20 $\mathcal{R}\mathcal{M}/10^6$ Nkcal,
am Siemens-Martin-	
Ofen	etwa 25 bis 40 $\mathcal{R}\mathcal{M}/10^6$ Nkcal,
am Elektroofen . .	etwa 30 bis 120 $\mathcal{R}\mathcal{M}/10^6$ Nkcal
je nach Strompreis, Ofengröße und -belastung.	

Da der Nutzwärmeaufwand auf der metallurgischen Verfahrensseite feststeht, so entscheiden an erster Stelle die Kosten für 10⁶ Nkcal die Wahl der Ofenart und des Brennstoffes. Der Schachtofen hat den Vorzug des besten Wärmeaustausches zwischen Heizgas und stückigem, festem Einsatzgut. Man erzielt in ihm bei niedrigster Abgastemperatur das höchste Wärmeausbringen. Auch begegnet sich die höchste Verbrennungstemperatur mit dem höchsten Temperaturbedarf für die metallurgischen Vorgänge. Der ununterbrochene Betrieb läßt die Ausnutzung gebundener Energie im Abgas zu. Daher eignet sich der Hochofen am besten für Reduktionsarbeit bei gleichzeitiger Umwandlung des festen Energieträgers in einen gasförmigen. Auch ist der Schachtofen als Kupolofen der wirtschaftlichste Ofen zum Glühen oder Schmelzen von festen und stückigen Steinen, Schlacken und Metallen. Beim Flammofen wird das Verhältnis von Badoberfläche als Heizfläche zum Einsatz um so ungünstiger, je größer die Badtiefe ist. Man erhält einen nennenswerten Wärmeübergang nur bei kochenden Bädern. Daher eignet er sich z. B. als Siemens-Martin-Ofen an erster Stelle nur für Fertigfrisch- und Feinarbeit. Den Elektroofen verwendet man nur in den Fällen, bei denen die geringere oxydierende Atmosphäre und der Wert des Stahles die höheren Kosten elektrischer Arbeit zulassen oder bei einem hohen Anteil von Duplexvormetall in Großöfen, bei denen Koch- und Fertigungszeit kurz und der Bedarf an Nutzwärme (Nkcal) gering ist, oder bei der Reduktion von Legierungsmetallen mit hohen Reaktionstemperaturen.

Die eisenhüttenmännische Wissenschaft und Praxis hat die Kunst der Werkstoffschaffung und -behandlung seit der Jahrhundertwende auf eine hohe Stufe gebracht. Die Verfahren der Eisenerzeugung im Hochofen und die Windfrisch- und Herdofenverfahren befriedigten die Mengen- und Kostenansprüche, weil man sich die bestgeeigneten Erze mit kleinsten Schlackenmengen aussuchte. Man begnügte sich mit der Entwicklung der Anlagen nach bekannten Vorbildern. Kein Wunder, daß vor einigen Jahren der amerikanische Chemiker C. F. Ramsey¹⁾ den Eisenhüttenleuten einen „Spiegel“ vorhielt, man arbeite seit hundert Jahren mit denselben Verfahren. Die stürmische Aufwärtsentwicklung neuerzeitlicher Verfahren der Großchemie baut auf der Synthese aus den Urelementen Kohlenstoff, Wasserstoff und Stickstoff unter hohem Energieaufwand bei höheren Drücken und Temperaturen auf. Das Haupt-

¹⁾ Amer. Inst. min. metallurg. Engrs., Techn. Publ. Nr. 582. 13 S., Metals Techn. 1 (1934) Nr. 7. Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 311/12.

gesehen beruht auf physikalischer Grundlage. Die Hauptkosten sind Energie und die darauf beruhenden Betriebs- und Anlagekosten. Der Chemiker verwendet Hochdruckverdichter zu einer Zeit, in der der Ersatz des Kaminzuges durch ein Niederdruckgebläse für den Hüttenmann mitunter noch eine schwierige Frage ist und über die Anwendung erhöhter Pressungen zur Aufbereitung der Gebläseluft zwar viel gesprochen, aber noch nicht gehandelt wird. Von der Entwicklung des Rennfeuers zum Stück- (Schacht-) Ofen zur besseren Ausnutzung des Brennstoffes und der Erze zur flüssigen Trennung von Metall und Schlacke und zur Leistungssteigerung sind alle Verfahren, die die Eisenerzeugung mengenmäßig hochbrachten und die Eisenpreise für den Alltagsgebrauch erschwinglich machten, thermische Fortschritte. Die Trennung der Feuerstelle vom Metall durch eine Feuerbrücke beim Puddelverfahren gestattete statt des kleinen Verbrennungsraumes vor der Düse des Frischfeuers einen beliebig größeren Feuerraum zu schaffen, abgesehen davon, daß er erst die Verwendung der phosphor- und schwefelhaltigen Steinkohle bei der Stahlerzeugung ermöglichte. Der nächste Schritt war die Vorwärmung der Luft durch die Abhitze in Wärmespeichern, so daß man durch die Erhöhung der Verbrennungstemperatur auch einen kohlenstoffarmen Flußstahl aus Schrott in flüssigem Zustand herstellen konnte. Der Ersatz der unvollkommenen Düse im Frischfeuer vor dem kleinen Tümpel von flüssigem Roheisen, vermengt mit oxydreicher Schlacke, durch eine Vielzahl von Düsen beim Windfrischverfahren, und die Steigerung der Wärmeleistung je Stunde in dem Konverter durch Anwendung höherer Drücke, so daß man ohne Fremdheizung auskam, löste erst befriedigend die Aufgabe, den sprunghaft steigenden Stahlbedarf durch Frischen von Roheisen zu decken und phosphorhaltige Erze zur Verwendung des Phosphors als Wärmequelle zu benutzen. Die Erzeugung eines phosphor- oder siliziumhaltigen Roheisens heißt nichts anderes als chemische Energieumwandlung und -speicherung. Man wendet Brennstoffenergie auf, um das Roheisen mit so viel in Silizium und Phosphor gebundener Energie zu beladen, daß bei deren Verbrennung mit Luft die Bad- und Schlacken-Endtemperatur ohne Zusatzheizung erreicht wird. Bei den geringen Zeitkosten des Konverters, geteilt durch die hohe Stundenleistung, werden auch besonders geringe Umwandlungs- und Betriebskosten erreicht. Die Vorwärmung des Gebläsewindes, die vor hundert Jahren ein Gasanstaltsdirektor J. B. Neilson²⁾ mit Mühe durchsetzte, hat erst das Nutzwärmegefälle im Reduktionsschachtöfen so gehoben, daß der Betrieb des Hochofens mit schwefelhaltigem Steinkohlenkoks zur Erzeugung von schwefelarmem Roheisen unter Abtrennung von einer flüssigen granalienarmen Schlacke möglich wurde. Der alte Holzkohlenofen war ein Reduktionsschacht, in dem das Erz durch Gasreduktion in Eisenschwamm übergeführt wurde. Darunter befand sich die offene Gestellwanne, aus der die teigige Schlacke, die einen großen Teil des zusammengebrannten Eisenschwammes als Granalien enthielt, herausgezerrt wurde.

Die Erfindung der Schlackenform durch F. Lürmann³⁾, das Aufbrennen des Stichloches mit Sauerstoff nach E. Menne⁴⁾ und die doppelte Stichloch-Stopfmaschine, das Blasen mit geregelter Windmenge machten den Hochofen erst zu einem durchlaufenden Hochleistungsöfen. In dem völlig geschlossenen Ofen konnte man mit der hohen

Windpressung blasen, die eine erhöhte Ofenleistung, also niedrige Nutzwärmeerkosten ergab. Der Hochofen wird daher seine überragende Rolle als wirtschaftlichster Erzeuger des Eisenvormetalle für die Stahlerzeugung und als Energieerzeuger für die Eisenweiterverarbeitung durch das Gichtgas über Steinkohlenkoks unentwegt weiterführen. Allerdings ist er auf einen stückfesten Koks angewiesen.

Steinkohlenkoks und Wechselbeziehungen zwischen Eisen-, Gas- und Sortenfrage.

Glücklicherweise hat Deutschland die erste Voraussetzung für ein Eisenland: ungeheure Vorräte an Steinkohle. Davon sind etwa zwei Drittel für die Kokserzeugung geeignet. Solche backende Steinkohlen sind ein schwieriger Brennstoff für Rostfeuerungen, ein noch schlechterer ist der Koks wegen seines hohen Zündpunktes und der geringen Brenngeschwindigkeit. Er muß im Gegenstrom gegen die Abgase vorgewärmt werden. Allerdings wird dabei mit steigender Schütthöhe ein steigender Anteil von Kohlensäure zu Kohlenoxyd reduziert. Deshalb erfolgt die Energieerzeugung aus backender Steinkohle am besten über die Vergasung von Koks im Hochofen. Dabei dient die Anfangsspitze des Temperaturfalles der Eisenreduktion. Die Erfüllung dieses Wunschbildes steht noch in weiter Ferne, wie Bild 1 zeigt.

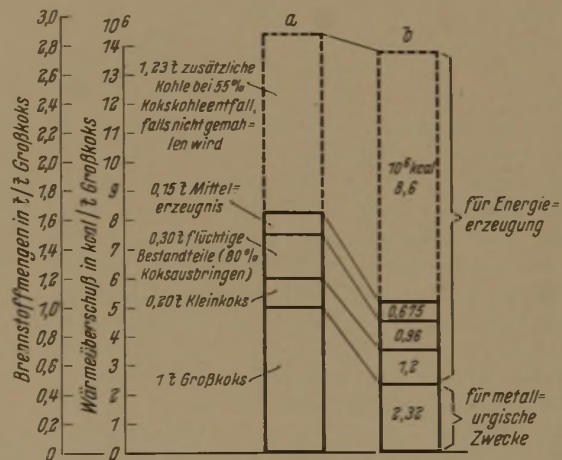


Bild 1. Kohlenverbrauch für 1 t Hochofenkoks.

Infolge der Gepflogenheit, nur den Feinkohlenanfall zu verkoken, müssen etwa 3 t Fettkohle gefördert werden, um 1 t Großkoks zu erzeugen. Bei einer Roheisenerzeugung von 20 Mill. t und einer Koksabfuhr für etwa 3 bis 4 Mill. t ausländisches Roheisen müssen mehr als 70 Mill. t Fettkohlen, das ist mehr als ein Drittel der Steinkohlenförderung, für die Hochofenkokserzeugung ursächlich gefördert werden. Nur 35% des Koksheizwertes dienen im Hochofen metallurgischen Zwecken (2,32 · 10⁶ kcal in Bild 1, Säule b). Von dem gesamten verfügbaren Heizwert der Förderung für 1 t Großkoks von etwa 14 · 10⁶ kcal ist der metallurgische Anteil sogar nur etwa 17%. Die Uberschußwärme aus Kleinkoks, Gas, Mittelprodukten und Stückanteil dient Feuerungszwecken, für die man ebensogut auch andere Brennstoffe verwenden kann, deren Förderung hinter der bevorzugten Fettkohle zurückstehen muß. Trotzdem spricht man von einem Koks-kohlenmangel und sucht in steigendem Maße nichtbackende oder schaum-bildende Kohlen zur Verkokung heranzuziehen.

Statt die Eisenerzeugung aus der einseitigen Enge der Abhängigkeit von einem stückfesten Koks für den Hochschachtöfen zu befreien und die Verfahren zur Erzeugung von Eisen aus mulmigen Erzen mit Hilfe von zerreiblichem

²⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 48 (1928) S. 1334/35.

³⁾ Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 1273.

⁴⁾ Stahl u. Eisen 23 (1903) S. 627/30.

Koks zu fördern, z. B. das Krupp-Rennverfahren, bemüht man sich darum, selbst aus dem Koksgrus durch Mahlen und Wiedereinbinden in backendere Kohlen mit erhöhten Kreislaufkosten Hochofenkoks zu erzeugen. Man will sogar durch Anwendung hoher Preßdrücke, also mit Energievergeudung, aus Braunkohle einen stückfesten Hochofenkoks erzeugen. Man übersieht dabei, daß dieser wegen seines hohen Sulfatgehaltes ein metallurgisch bedenklicher Brennstoff ist. Er ist wegen seiner mulmigen Beschaffenheit ein besseres Reduktionsmittel für die Eisenreduktion im Drehrohrfen. Die Braunkohle ist vor allem ein besserer Brennstoff auf dem Kesselrost und das nichtbackende Braunkohlenbrikett ein vollkommener Grundstoff für gereinigtes Generatorgas zur Entlastung des Ferngases.

Die Aufgabenteilung in der Energiewirtschaft muß bei der Kohlaufbereitung anfangen. Unklassierte Förderkohle entzieht wertvolle Feinkohle ihrem ureigensten Zweck als Koksrohle und führt durch die Uneinheitlichkeit des Kornes und den unnötig hohen Aschegehalt zu einer schlechteren Brennstoff- und Feuerungsausnutzung. Die Beseitigung des Aschegehaltes der Kohle bringt bei der Wäsche Kosten und einen gewissen Kohlenverlust in den Waschbergen. Auf dem Kesselrost gehen zwar mit der Asche auch Brennstoff und fühlbare Wärme verloren; auch leidet der feuerungstechnische Wirkungsgrad. Den größten Brennstoffaufwand und die höchsten Beseitigungskosten bringt die Asche jedoch im Hochofen, weil ihr Gehalt an Kieselsäure und Tonerde durch Kalksteinzuschlag verschlackt werden muß. Man kann daher am Hochofen für einen aschearmen Koks neben Bezahlung für den höheren Gehalt an Reinkoks die höchste Entschädigung für die Vermeidung von Transport- und Betriebskosten geben. Andererseits bringt die Erzeugung von Energie im richtig gebauten Zechenkraftwerk die niedrigsten Kosten bei der Verarbeitung von aschereicherem Erzeugnissen der Kohlaufbereitung und für die Beseitigung der Asche. Die Auswertung der Waschkurve darf nicht nach irgendeinem als tragbar angenommenen mittleren Aschegehalt erfolgen (Bild 2), sondern nach der wirtschaftlich noch tragbaren aschereichsten Schicht.

Der zulässige Höchstgehalt an Asche liegt für den Brennstoff am Zechenkessel weit höher als für Hochofen-Kokskohle. Eine andere Verteilung des Aschegehaltes auf eine ascheärmere Kokskohle und Koks und eine aschereiche Mittelproduktschicht für Zechenkesselkohle bei ebenfalls ascheärmerer Nußkohle ist erforderlich. Voraussetzung dafür ist eine einheitliche Bewertung der Kohlen nach Reinkohle-(Koks) und Aschegehalt. Da man dabei das feuerungstechnische und physikalische Verhalten der verschiedenen Sorten besser mit einbeziehen kann, ist eine solche Bewertung gegenüber der reinen Heizwertgrundlage vorzuziehen.

Der Versuch, mindergängige Sorten durch Unterangebote abzusetzen, führt zur stoff- und energiewirtschaftlich falschen Verfahrenswahl und zu Fehlanlagen von Kapital. Der Bezieher solcher zeitweise marktungängigen Sorten erlebt die Enttäuschung, daß seine Wirtschaftlichkeitsrechnung zusammenbricht, wenn bei vermehrter Einstellung auf diese notleidende Sorte ihr Preis auf den wahren Energiewert steigt.

Das Brennen des Kalksteines und das Sintern von Erz erscheinen zum Beispiel im Vergleich zu anderen

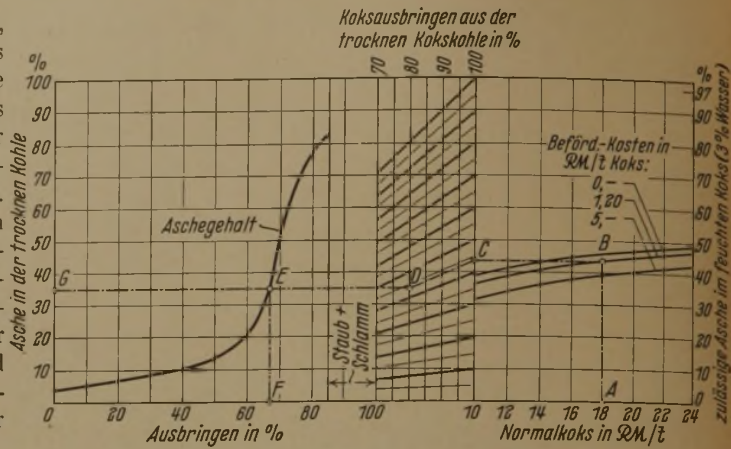


Bild 2. Bestimmung des wirtschaftlichsten Ausbringens für Kokskohle. (Normalkokspreis ohne Beförderungskosten.)

Das Bild (aus einem demnächst im Archiv für das Eisenhüttenwesen erscheinenden Bericht) soll zeigen, wie hoch man in der Kohlenwäsche mit dem Koksrohleausbringen gehen darf, ohne daß in die Kokskohle solche Schichten mit hineinkommen, die für die Verarbeitung auf Hochofenkoks keinen Wert mehr haben. Die Darstellung setzt voraus, daß durch die Umwandlung von Koksrohle in Koks die Verkokungskosten durch die Gutschriften für Koksofengas usw. etwa wieder ausgeglichen werden. Auf der rechten Seite gibt der Maßstab den Aschegehalt desjenigen Kokes, bei dem der Wert der Koks-substanz genau so groß ist wie die Verschlackungskosten der Koksasche, d. h. also der Kokswert gleich Null ist. In die Kokskohle dürfen alle ascheärmeren Schichten aufgenommen werden; die aschereichste Schicht darf den obigen, am rechten Maßstab abzulesenden „Grenz“-Aschegehalt enthalten. Für einen Preis von 18 RM/t Normalalkoks frei Hochofen und 1,20 RM/t Beförderungskosten von der Zeche zum Hochofenwerk ergibt der Linienzug ABC beim Punkt C einen Aschegehalt von 43,5 %, bei dem der Kokswert gleich Null wird. Die Fortsetzung des Linienzuges von B aus nach links stellt die Umrechnung dar, mit der nach Maßgabe des Ausbringens aus der trockenen Kokskohle festgestellt wird, welcher Aschegehalt in der trockenen Kokskohle dem Koks mit 43,5 % Asche entspricht. Man geht dabei vom Punkt B waagrecht nach links bis zur Senkrechten für 100 % Koks-ausbringen aus der trockenen Kokskohle (Punkt C), von dort in der Schräglage der Leitlinien bis zum Schnittpunkt mit dem geltenden Koks-ausbringen, im betrachteten Beispiel 80 % (Punkt D), und von dort waagrecht bis zum Maßstab auf der linken Seite der Darstellung, wo man (Punkt G) den Aschegehalt der aschereichsten Kokskohlschicht zu 35 % ablesen kann. Geht man vom Schnittpunkt E dieser Waagerechten mit der Waschkurve aus senkrecht nach unten, so ergibt der Abszissenmaßstab im Punkt F das entsprechende Ausbringen aus der Kokskohle zu 67 %. Das bedeutet, daß bei einem Ueberschreiten des Ausbringens von 67 % solche Schichten mit in die Kokskohle kommen würden, die für den Hochofen wertlos sind oder nur Kosten verursachen, weil der aus diesen Schichten erzeugte Koks einen Aschegehalt von mehr als 43,5 % haben würde.

Energieträgern so lange preiswert, als der Koksgrus unter seinem Reinkokswert zu haben ist. Er wird andererseits wegen des zu niedrigen Preises von den Zechen ungern abgegeben und statt dessen zur Kesselfeuerung verwendet, obwohl er dafür ein schlecht geeigneter Brennstoff ist. Deshalb empfiehlt sich die Abrechnung aller Koksarten auf der Grundlage von Reinkoks und Asche. In der Krupp-Rennanlage hat der Koksgrus vollen metallurgischen Wert und kann daher mit vollem Preis der Reinkoksmasse bezahlt werden. Man soll nicht mit Sorge der Zeit entgegensehen, wo die am besten verkockbare Fettkohle zur Neige geht, sondern die Kokskohlen mahlen und für Feuerungszwecke die minder gashaltigen Flöze rechtzeitig heranziehen.

Der Ferngasgedanke baute darauf auf, Koksofengas durch die Vergasung von minder absatzfähigen Brechkoksorten frei zu machen. Durch Einsetzen eines niedrigen Preises dafür glaubte man das erzeugte Schwachgas wettbewerbsfähig machen zu können. Man übersah dabei, daß die Vergasungskosten einer voll ausgenutzten Stahlwerks-

Gaserzeugeranlage nicht auf eine schwach und stoßweise ausgenutzte Schwachgaserzeugeranlage übertragbar sind. Man belastet dazu den Heizwert des frei gemachten Gases durch Anlage- und Betriebskosten der Gasreinigungs-, Verdichter- und Fernleitungsanlagen und übersieht die Mehrkosten eines Verbundofenbetriebes mit schwankender Beheizung. Die Möglichkeit, allen Brechkoksanfall zu dem üblichen höheren Marktpreis zu verkaufen, stellt die Zechen heute vor die Notwendigkeit, den vollen Preis am Schwachgaserzeuger anzusetzen. Die Zusammenfassung der Gaserzeugung der Ruhrzechen führt zu einer Erhöhung der Verdichtungskosten zu Ungunsten der naheliegenden Großabnehmer und zum Vorteil des weit entfernten Kleinverbrauchers. Eine gesunde Gruppengaswirtschaft, wie sie sich organisch etwa durch den Bau von Hochofenwerken am Standort der Gewinnung deutscher Erze ergibt, sowie die Rückkehr zur Entgasung von gashaltigen Kohlen in leistungsfähigen Stadtwerken wird nicht aufzuhalten sein. Ebenso ist die Errichtung von Koksöfen im Anschluß an Hüttenwerke zu fördern, auch wenn man Hochofengas zur Erzeugung von Strom durch Kesselkohle ersetzen oder Fremdstrom beziehen muß.

Die Großöfen der Eisen- und Glasindustrie haben durch die Uebernahme der Grundlast der Entwicklung des im gesteckten Rahmen durchaus gesunden Gedankens der Ferngaswirtschaft Vorschub geleistet. Das Gas ist für die weiterverarbeitende Industrie zu wertvoll und für die Großöfen zu teuer geworden. Man wird sie durch die Belastung mit den unwirtschaftlich hohen Kosten der Zusatzgaserzeugung zu einer Umstellung auf billigere Heizstoffe (Generatorgas) zwingen müssen. Auch dürften der Energieaufwand und die Anlage- und Betriebskosten zur Erzeugung eines Ausgleichsgases aus Koks in einem mit Sauerstoff (rd. 80%) betriebenen Abstichgenerator z. B. nach dem Thyssen-Galocsy-Verfahren³⁾ nicht größer sein als bei der Schwachgaserzeugung von Bedarfsspitzen auf der Zeche einschließlich der Verdichtungs-, Gasreinigungs- und Fernleitungskosten und des Ausgleiches durch übersteigerten Gasbehälterraum.

Energiegewinnung aus Koks.

Koks ist mit kleinen Ausnahmen die Energiequelle der Eisen- und Stahlerzeugung. Bild 3 zeigt den Wärmeertrag je kg Koks bei der Verbrennung mit 600° Windtemperatur und 200° Abgastemperatur (auf der Ordinatennachse abzulesen) in Abhängigkeit von dem Verbrennungsverhältnis zwischen 100% zu Kohlenoxyd und 100% zu Kohlenäure (auf der Abszissenachse zwischen den Punkten A und B abzulesen). Die bei der Verbrennung frei werdende Wärmemenge steht nach Abzug der Abgasverluste für die metallurgische Nutzarbeit zur Verfügung. Im Gegenstrom der kohlenäurehaltigen Verbrennungsgase gegen den vorgewärmten Koks findet eine Reduktion zu Kohlenoxyd in um so mehr steigendem Maße statt, je höher die Temperatur im aufsteigenden Strom durch geringeren Wärmeentzug durch die Beschickung bleibt und je höher die Beschickungssäule und die berührte Oberfläche des Kokes und dessen Reduktionsfähigkeit ist. Im Abstichgaserzeuger ohne Wärmeentzug durch endotherme Reaktionen (Reduktion von Metalloxyden oder Wasser) erhält man schon bei 2 bis 3 m Schütthöhe ein praktisch kohlenäurefreies Gas bei hoher Abgastemperatur. Im Schachtofen zum Eisen- oder Schlackeschmelzen liegt infolge des Arbeitens mit kaltem Wind und infolge des schlecht reaktionsfähigen großstückigen Kokes, auch wegen der geringen

Schütthöhe und der raschen Abkühlung durch die Wärmeaufnahme des Eisens, das Verhältnis des zu Kohlenäure verbrannten Koksanteiles zu dem des zu Kohlenoxyd verbrannten Anteiles bei 30 : 70 bis 50 : 50. Der Wärmeertrag je kg Koks ist vergleichsweise geringer als beim Eisenhochofen, weil die Windwärme fehlt und die Abgastemperatur höher (in Bild 3 bei 700°) liegt.

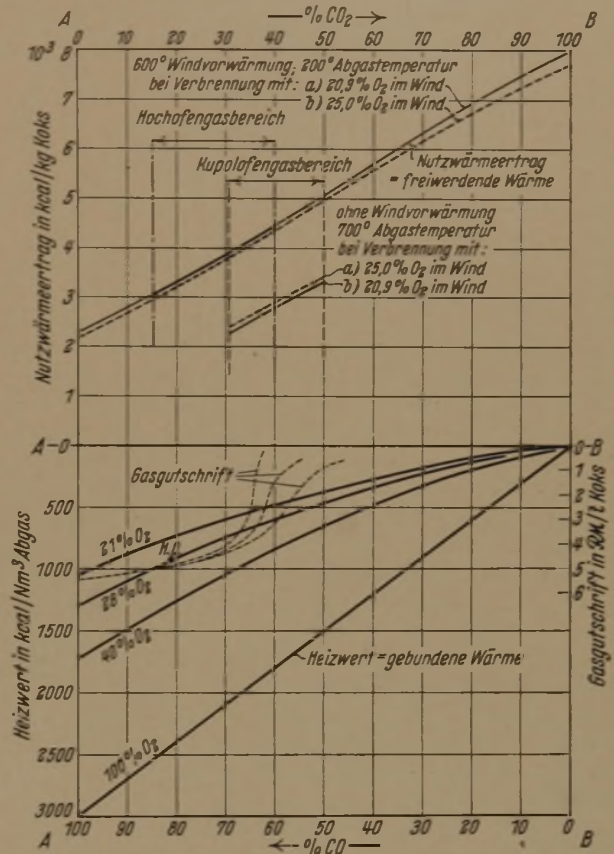


Bild 3. Nutzwärmeertrag je kg Koks in Abhängigkeit vom CO-CO₂-Gehalt des Abgases.

Beim Kalkbrennofen rückt das Verbrennungsverhältnis trotz Luftvorwärmung durch den sinkenden Kalk infolge des größeren Luftüberschusses und des größeren Verhältnisses von Kalkstein zu Koks gegen 100% Verbrennungsanteil zu Kohlenäure. Im Hochofen weist die Gichtgasanalyse nach Abzug der Möllerkohlensäure ein Verhältnis CO₂:CO von 15:85 bis 40:60 auf.

Der Wärmeertrag steigt dabei von 3,0 · 10⁶ kcal auf 4,4 · 10⁶ kcal je t Koks. Liegt in jenem Falle der Koksbedarf bei etwa 1000 kg je t Roheisen, so kann er im günstigsten Falle auf 700 kg/t sinken. Der Kohlenäuregehalt steigt dabei von etwa 6% auf 16%, der Heizwert des Gases sinkt von 1030 kcal/Nm³ auf rd. 700 kcal. Damit unterschreitet er die pyrometrische Ausnutzungsgrenze des kalten Gichtgases in Feuerungen. Infolge der fehlenden Gasgutschrift ist der Kupolofenbetrieb trotz dem besseren Verbrennungsverhältnis teurer als der Hochofenbetrieb. Der Ausnutzungswert des Gichtgases weicht bei Unterschreitung des Heizwertes von 850 bis 900 kcal bereits von der Geraden ab. Daher ist es ratsam, das Verbrennungsverhältnis von 25 bis 30% des Kohlenstoffs zu Kohlenäure nur zu überschreiten, wenn bei besonders reichen Erzen oder bei Sauerstoffanreicherung das Verhältnis von O₂:N₂ wesentlich über das übliche von

$$485 \text{ Nm}^3 \text{ Luftsauerstoff} + 280 \text{ Nm}^3 \text{ Erzsauerstoff} = 0,35 \cdot 2220 \text{ Nm}^3 \text{ Luftstickstoff}$$

³⁾ Paschke, M.: Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 934/35.

ansteigt. Die energiewirtschaftliche Betrachtung des Hochofens wird dadurch gestört, daß man gemeinhin den Kohlen säureanteil im Gichtgas als Folge der Reduktion von $\text{FeO} + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$ deutet. Den Anteil der vermeintlichen Eisenreduktion durch Kohlenoxyd sieht man als kostenlos und ohne Einfluß auf den Koksverbrauch an und berechnet den Koksverbrauch nur für den Anteil der Eisenreduktion von 60 bis 35 % durch festen Kohlenstoff. Man übersieht dabei, daß man zum mindesten den Kohlenoxydverbrauch in Rechnung stellen muß und eine geringere Gasgutschrift durch den sinkenden Gasheizwert erhält. Tatsächlich kann die Nachverbrennung von Kohlenoxyd zu Kohlensäure aber auch in Berührung mit Eisen bei Temperaturen von 400 bis 600° erfolgen. Bei dem sogenannten Zerfall des Kohlenoxyds scheidet die Hälfte des Kohlenstoffs nach $2 \text{CO} = \text{C} + \text{CO}_2$ aus, lagert sich im aufgeblähten Erz ab und geht mit diesem als Kreislaufstoff wieder nach unten. Bei der Bildung von Kohlensäure durch die Reduktion von Wasserdampf durch Kohlenoxyd ändert sich der Gehalt an im Gichtgas gebundener Wärme nicht wesentlich. Der Vorgang kann für den Koksverbrauch nützlich sein, wenn Wasserstoff noch als Reduktionsmittel dienen kann, andernfalls ist er nur beim Arbeiten auf Gas von Nutzen. Eine Ausnutzung der Verbrennungswärme zu Kohlensäure kann nicht mehr erfolgen. Der Ofen erhält eine heiße Gicht und hängt. Man hat die einfachste Deutung, daß wenigstens ein Teil der vor den Formen gebildeten Kohlensäure unzersetzt zur Gicht aufsteigt, bisher durch die Gasprobenahme über den Blasformen als widerlegt angesehen. Man hat aber beim Arbeiten mit sauerstoffangereicherter Wind eine wesentlich höhere Koksersparnis und eine höhere Leistungssteigerung beobachtet, als sich durch die Errechnung aus der indirekten Reduktion ergibt⁶⁾. Die Rechnung zeigt überdies, daß bei Anreicherung der Luft durch Entziehung von Stickstoff der Wärmeertrag je kg Koks bei gleicher Gichtgastemperatur und Windtemperatur in den üblichen Temperaturlagen sinkt, weil die zugeführte Luftwärme abnimmt. Dazu steigen die Kosten je 10⁶ Nkcal, weil die Verdichtungs- und Betriebskosten durch die Luftaufbereitung steigen. Bei Verdichtung der Luft auf den üblichen Druck von 1 atü liegen sie bereits bei etwa 0,3 Pf. je m³ O₂ in der verdichteten Luft; sie steigen bei voll belasteten Großanlagen bei der notwendigen höheren Verdichtung auf das Drei- bis Zehnfache, je nach Anreicherungsgrad. Damit die Kosten je 10⁶ kcal nicht größer werden, muß man wenigstens zugleich durch die Verbesserung des Temperaturgefälles im Gestell eine gleichzeitige Abgastemperatursenkung um etwa 100° für etwa 3% Erhöhung des Sauerstoffgehaltes erreichen. Dann erhält man auch bereits eine kleine Erhöhung des Wärmeertrages. Der Kostenausgleich erfolgt durch die Möglichkeit der Leistungssteigerung. Man führt mit der vollen Windmenge und der gleichen aufzuwendenden Pressung dem Hochofen mehr Sauerstoff zu, kann also mehr Koks durchsetzen.

Die letzte Erklärung der Verringerung des Koksverbrauches durch Steigerung des Wärmeertrages ist die offenkundige Erscheinung, daß bei der höheren Reaktionstemperatur vor den Formen sich wie um die Elektrode des Niederschacht-Reduktionsofens eine verkleinerte Arbeitszone höchster Wirksamkeit bildet. Infolge des hohen Wärmeumsatzes in dieser Zone ist der Temperaturabfall für die aufsteigende Verbrennungskohlensäure in der darüberliegenden Schicht so groß und die Berührungzeit so klein, daß eine völlige Umsetzung von Kohlen-

säure mit Kohlenstoff zu Kohlenoxyd nicht stattfinden kann. Es ist durchaus möglich, daß man dabei von einem Verhältnis von etwa 20 CO₂:80 CO auf (30 bis 40) CO₂:(70 bis 60) CO gelangt und den Wärmeertrag je kg Koks um 25 % heben kann. H. A. Brassert⁷⁾ nimmt auf Grund seiner Beobachtungen an, daß bei geeigneter Möllervorbereitung der Vorgang bereits ohne Sauerstoffanreicherung in gewissem Umfange eintritt. Nur so ist manchmal die scheinbar sehr hohe indirekte Reduktion und ein niedriger Koksverbrauch auch bei einer niedrigen Windtemperatur zu erklären. Die Bestätigung dieses Verlaufs wollen Z. von Galoesy und K. Koller⁸⁾ bei ihren Versuchen gefunden haben, und auch R. Durrer⁹⁾ weist darauf hin. Man sollte daher etwas mutiger an die höhere Vorverdichtung der Luft mit nachfolgender Aufbereitung durch Abscheidung des Stickstoffs herangehen. Die Anlage- und Betriebskosten verringern sich, wenn man bei Neubeschaffung eines Hochofengebläses von vornherein den Verdichter für einen höheren Druck vorsieht.

Abgesehen von dem höheren zusätzlichen Kapitaldienst am Gebläse und Kessel und für die Luftzerlegungsanlage bestehen die höheren Kosten nur im höheren Gichtgasaufwand. Sie sind Mehrkosten nur zur Zeit von Gichtgasmangel. Je höher die Gichtgastemperatur bei einem Reduktionsvorgang im Schachtofen ist, um so niedriger wird der Wärmeertrag je kg Koks und damit auch die Ofenleistung, und um so höher steigen die Kosten für 10⁶ Nkcal. Jedoch werden bei einer Anreicherung auf 30 % O₂ die Wärmekosten je 10⁶ kcal bereits wieder ausgeglichen werden, wenn man dabei eine Senkung der Abgastemperatur von 700° auf 550° erreicht. Daher erscheint die Anwendung von höher angereicherter Luft zur Erzeugung von Ferrolegerungen, wie Ferrosilizium, Ferrochrom, Ferromangan, Silizium-Aluminium, vorteilhaft¹⁰⁾. Je höher der Sauerstoffgehalt und je kleiner die Abgasmenge und die Wärmeübertragung von Gas an den Einsatz ist, um so größer wird die unmittelbare Wärmeübertragung durch Strahlung und Berührung im verkleinerten Energieraum. Der Sauerstoffreduktionsofen nähert sich in Gestalt und Arbeitsweise dem Niederschacht-Elektroofen.

Die Beseitigung des Stickstoffballastes durch Luftaufbereitung bedeutet einen zusätzlichen Aufwand von Brennstoffenergie (Gichtgas) zur Erhöhung des Temperaturgefälles genau so wie die Windvorwärmung. Im Gegensatz dazu wird bei Regenerativöfen die hohe Abgaswärme durch Wärmeumformung zur Erhöhung des Temperaturgefälles bei der Verbrennung benutzt. Die Entwicklung kann auch hier dahin gehen, daß man einen Teil der Brennstoffenergie für die Luftaufbereitung verwendet, so daß man infolge der Erhöhung des Temperaturgefälles und der Verringerung des Wärmeverlustes in der kleinen Abgasmenge zu besseren Gesamtwirkungsgraden und höheren Ofenleistungen gelangt. Der Siemens-Martin-Ofen erhält dann die Gestalt des Elektrostahlhofens mit Druckgas-Sauerstoff-Brennern statt der Elektroden.

B. Verfahrensbehandlung im Stoff- und Kostenfluß.

Ein metallurgisches Verfahren läuft nur dann stoff- und zeitgerecht richtig ab und kommt auf brauchbare Kosten, wenn man dafür sorgt, daß die nötige Wärme in der erforderlichen Temperaturlage zur Verfügung steht und die Wärme-

⁷⁾ Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 113/22 u. 264/67.

⁸⁾ DRP. Nr. 680 238 vom 23. Mai 1934.

⁹⁾ Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 877/82 (Hochofenaussch. 193).

¹⁰⁾ Die grundsätzlichen Vorschläge dazu findet man in den amerikanischen Patenten Nr. 1 231 260 vom Juni 1916, 1 354 490 und 1 354 491 vom Juli 1918.

⁶⁾ Lennings, W.: Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 533/44 u. 565/72 (Hochofenaussch. 145).

träger mit ihrer Verbrennungsluft in genügender Menge zugeführt und die Verbrennungserzeugnisse aus dem offenen Ofenraum ohne Widerstand abgeführt werden. Der Hüttenmann muß schon deshalb seine Verfahren vom Standpunkte des Flusses der Wärme und der Gase aus sehen lernen, um das unbedingt erforderliche thermische und dynamische Fingerspitzengefühl zu erhalten. Es verhilft ihm zu dem raumgestaltenden Gefühl bei der Zusammenarbeit mit dem Maschinenbauer zur richtigen Gestaltung des Arbeitsraumes und der Anpassung an die Mittel zur An- und Abfuhr von Rohstoff-, Abfall- und Fertigerzeugnissen. Diese Zusammenarbeit war aber nötig, als die wirtschaftliche Stahlerzeugung die völlige Ausnutzung des Gichtgases als alleinige Energiequelle und der fühlbaren Roheisen- und Stahlwärme bei der Zusammenballung der Eisen- und Stahlerzeugung in den gemischten Hüttenwerken am Standort der Kohle zum Gebot der Stunde machte. Manches reine Stahl- oder Walzwerk, dem man in einer fracht- und rohstoffwirtschaftlich ungünstigen Lage ein Hochofenwerk angliederte, um den scheinbar so billigen Strom durch Gichtgasmaschinen zu erhalten, und wieder andere gemischte Werke, die man mit einer Folge nicht ortsbedingter Weiterverarbeitung, die im ein- bis zweischichtigen und nicht zur vollen Ausnutzung des Gichtgases im dreischichtigen Betriebe arbeiten, belastete, sind die bleibenden Zeugen für die Notwendigkeit betriebswirtschaftlichen Denkens auf stoff- und energiewirtschaftlicher Grundlage. Das Durchdenken des Betriebsflusses und seine kostenmäßige und organisatorische Betrachtung erfordert eine entsprechende wissenschaftliche Darstellung der Eisenhüttenkunde. Im Rahmen einer Gewerbelehre beschreibt man die Vorbereitung des Erzes und des Kokes, die Roheisenerzeugung, die Stahlerzeugung, getrennt in das Thomas- und das Bessemerverfahren und das Siemens-Martin-Verfahren. Dieses ist sauber aufgeteilt in das Schrott- und das Roheisen-Erz-Verfahren. Diese Aufteilung führt den Betriebsmann dazu, als Maßstab des Erfolges seiner Arbeit die Abrechnung seines Betriebes ohne Rücksicht auf den gesamten Erzeugungsablauf zu betrachten. Der Betriebsmann soll die ihm übergebenen Stoffe mit den niedrigsten Umwandlungskosten, also mit den niedrigsten Betriebskosten und dem kleinsten Stoffverlust in die nächste Verfahrensstufe überführen. Dabei darf der Verrechnungspreis nicht allein maßgebend sein.

Verrechnungspreis und Kreislaufstoffe.

Aus Mangel an verfahrensgerechten Grundlagen führt ein willkürlich und falsch gewählter Verrechnungspreis häufig zu einer verkehrten Verfahrenswahl. Als Beispiel sei der so oft vorgetragene Vergleich über Thomas- oder Siemens-Martin-Verfahren oder über Schrott-, Kohle- oder Schrott-Roheisen-Verfahren oder Roheisen-Erz-Verfahren angeführt. Man übersieht, daß Schrott kein Erzeugnis, sondern ein Kreislaufstoff ist. Man kann bei freiem Markt größere Mengen nur an sich ziehen, indem man sie durch höheres Preisangebot anderen Verbrauchern streitig macht. Daraus ergibt sich eine mit der Schrottzukaufmenge steigende oder fallende gleichlaufende Preisbewegung. In Bild 4 sind die im Mittel gezahlten Preise für Stahlwerkschrott über der monatlichen Zukaufmenge aufgetragen. Man sieht, wie bei sinkender Zukaufmenge von 300 000 t/Monat auf 100 000 t der Schrottpreis von 65 *R.M.* auf 25 *R.M.*, also um 0,20 *R.M./1000 t* · Monat Zukaufschrott, sank. Während man also im Wettbewerb bei günstiger Wirtschaftslage den Roheisenpreis überbot, erzielte der Schrotthandel während des Wirtschaftsniederganges kaum die Abbruch- und

Sammelkosten. Bei steigender Wirtschaftslage stieg der Preis mit der Menge an. Er hätte den damaligen Roheisenpreis etwa bei vollem Umsatz wieder erreicht. Diese organische Entwicklung wurde durch den Preisstopp unterbunden. Ein wohlmeinender Eingriff durch einen Preisstopp sichert nur gewissen Stahlwerken einen billigen Einsatz.

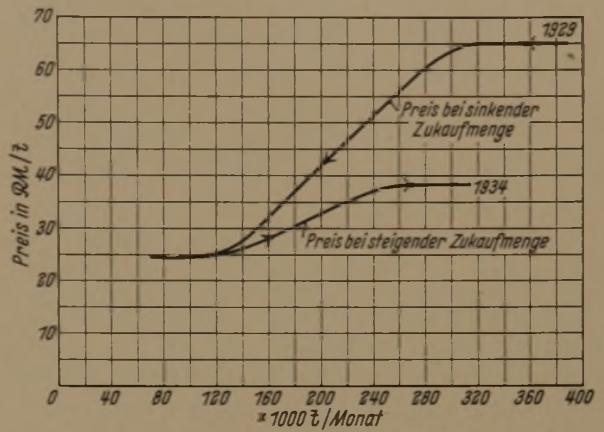


Bild 4. Abhängigkeit des Schrottpreises von der Zukauf-Schrottmenge.

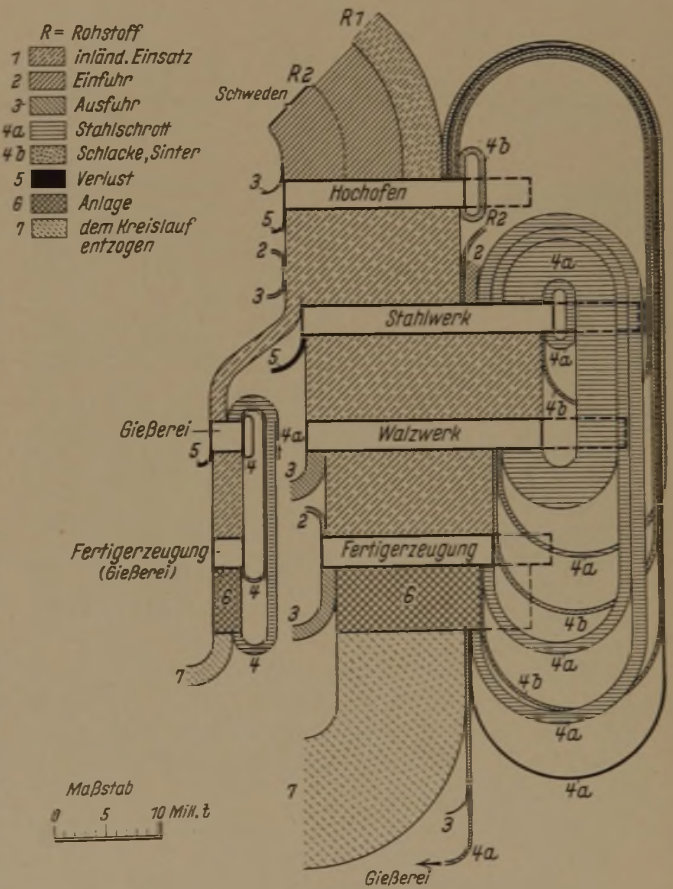


Bild 5. Eisenstrombild (Deutschland 1938).

Der Preis eines Kreislaufstoffes hat, wenn ein Zwischenhandel mit ungerechtfertigten Gewinnen rechtzeitig ausgeschaltet wird, keinen Einfluß auf die Belastung der Volkswirtschaft. Die oberste Forderung einer richtig geleiteten Stoffwirtschaft und damit der richtigen Verfahrensfindung ist es, die Preise der Kreislaufstoffe in Einklang zu bringen mit den Kosten des wahren Stoffersatzes aus Erzen. Der Schrottpreis muß daher an den Roheisenpreis gebunden werden.

Das bekannte Stoffstrombild der Eisenerzeugung (Bild 5) zeigt, vom Eiseneinsatz im Erz ausgehend ($R_1 + R_2$), einen zunehmenden Einsatz im Hochofen und namentlich im Stahlwerk durch den Kreislauf von Schrott und Eisenabbränden. Der Schrottlumlauf verstärkt sich bei jeder Stufe der Weiterverarbeitung und durch den Altschrott aus dem Eisenzukauf. Da der wahre Eisenverlust in staub- und schlammförmigen Abgängen und in der Hochofen- und Thomasschlacke nur 2 bis 3 % beträgt, so findet man zuletzt den Eiseneinsatz ($R_1 + R_2$) einschließlich der Eiseneinfuhr in Eisenhalb- und -fertigerzeugnissen (2) in der dem Verbraucher zufließenden Menge von Eisenwaren (6) und Ausfuhr (3) wieder. Zu denken gibt, daß bei einer Höhe der Eisenanlage (Investition) von etwa 10 Mill. t/Jahr in normalen Jahren nur etwa 1 500 000 t als Altschrott zurückfließen. Die Festlegung als Maschinen und Eisenbauten beansprucht nur einen Bruchteil. Die Verzettlung von etwa 30 % der Walzwerkserzeugnisse über Feinbleche, Draht, Bandstahl und dünnen Stabstahl in die vielen Gegenstände des kleinen Bedarfs gibt eine gewisse Erklärung. Der Reiz zum Sammeln und zur Abgabe von nicht mehr gebrauchten Eisenteilen würde ohne Zweifel aber einen natürlichen Auftrieb erfahren, wenn der Eisenrücklaufpreis in ein angemessenes Verhältnis zum Wiederbeschaffungs-

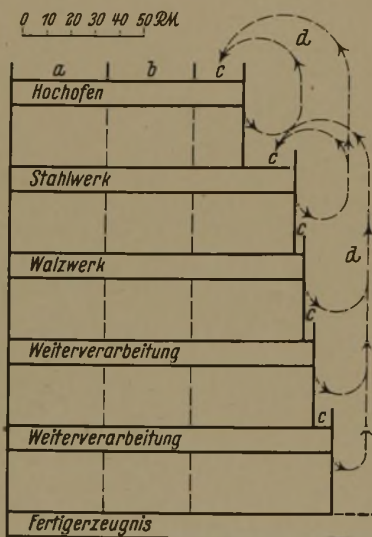


Bild 6. Kostenstrombild.

a = Stoffkosten c = Erzeugungskosten
b = Kokskosten d = Kreislaufkosten.

In dem entsprechenden Kostenstrombild der Eisenerzeugung (Bild 6) wiederholt sich das Bild. Man findet hier, vom Hochofen ausgehend, die Hauptkostengruppen

- Stoffkosten (Erze + Zuschläge),
- Kokskosten (Energie),
- Erzeugungskosten (Zeitkosten einschließlich Kapitaldienst).

Die am Hochofen einsetzenden Stoffkosten pflanzen sich ohne nennenswerte Erhöhung bis zum letzten Fertigerzeugnis fort, da nach dem Stoffstrombild der Eisenverlust in geringen Grenzen gehalten werden kann. Die Zwischenbelastungen und Gutschriften für Schrott und Schlacken als Kreislaufstoffe fallen fort. Für die Wirtschaftlichkeit der Eisenerzeugung ist nur maßgebend, daß die Kreislaufkosten (d) bei dem Rücklauf in die nächstgelegene Stufe der Wiederverarbeitung möglichst niedrig sind. So ist es für die Lenkung des Stoffes und der kostbaren Arbeitskraft selbstverständlich richtiger, den Guß-

bruch als Roheisen in den Stahlwerken kreisen zu lassen und Sammelschrott und Späne zur billigeren Verflüssigung, Entschlackung und Aufkohlung im Hochofen einzuschmelzen, als sie mit größeren Fracht- und Verteilungskosten einer entfernter liegenden Industrie zuzuführen. Sie können scheinbar die zusätzlichen Leerlaufkosten so lange tragen, wie der Schrott zu einem stoffwirtschaftlich falschen Unterpreise abgegeben werden muß. Der Strom der Kokskosten umfaßt die Stoffkosten der Energieerzeugung insofern, als bis auf kleine Mengen von Zusatzbrennstoffen der Energiebedarf durch die Gichtgaswirtschaft gedeckt wird. Die Kokskosten werden um so niedriger, je niedriger der Koksverbrauch je t Roheisen am Hochofen für die Fertigung bis zum Walzerzeugnis (bei alleiniger Verarbeitung des Kreislaufschrottes) und je niedriger der Kokspreis durch Fracht und Umschlag ist. Die ortsnahe Kupplung von Zeche über Kokerei mit dem gemischten Hüttenwerk entlastet von der Koksfracht. Sie gestattet den Austausch von Gichtgas gegen Koksofengas. Auch erzielt die Zeche trotz dem niedrigen Vergleichswert des Koksofengases am Siemens-Martin-Ofen bei dem Fortfall der Verdichtungs-, Reinigungs- und Fernleitungskosten doch einen angemessenen Gaspreis. Da die Kokskosten nach dem Wärmeverbrauch nur zu etwa 60 % auf den Hochofen und zu 40 % auf den Wärmeinhalte des Gichtgases entfallen, so tritt eine Unwirtschaftlichkeit ein, wenn keine volle Gichtgas-Gutschrift erzielt wird. Da die Gaswirtschaft der gemischten Hüttenwerke bei der Verarbeitung von Auslandserzen ausgewogen war, so kann erst wieder auf der Energieseite der gleiche Zustand der Wirtschaftlichkeit erzielt werden, wenn durch die Mittel der Auf- und Vorbereitung von Erz, also Klassieren, Anreichern, Sintern, Rennen, durch Brennen von Kalkstein, durch Stickstoffabscheidung aus der Luft der Koksverbrauch je t Roheisen und die Leistung in Roheisen je m^3 Ofenraum dem früheren Zustand angepaßt wird, man also mit etwa 1000 kg Kokeinsatz je t Rohstahlerzeugung bei gemischten Hüttenwerken auskommt. Die Aufwendungen haben also bei den Aufbereitungsanlagen anzusetzen, bei den Hochöfen nur insoweit, als die Leistung je Ofeneinheit mit mäßigen Mitteln gesteigert werden kann. Selbstverständlich sind dabei die durch die Vorbereitung bedingten Betriebskosten (c) nicht zu vermeiden. Je größer die Fertigungstiefe ist, um so größer wird die Summe der Betriebskosten im Vergleich zu den Stoffkosten. Der Lohnaufwand je t Stahl ist bei der Eisenweiterverarbeitung mindestens zehnmal größer als bei der Erzeugung. Beträgt der Anteil der Einsatzstoffe (Erz + Koks) bei reinen Walzerzeugnissen noch mehr als die Hälfte, so stellen beim Großmaschinenbau die üblichen Erzeugungskosten des Roheisens im Eisenanteil nur etwa 5 %, beim Dampfturbinen- und Gebläsebau nur etwa 1 % der Gesamtkosten dar. Bei dem steigenden Verbrauch an Eisenwaren mit großer Fertigungstiefe nimmt der anteilmäßige Verbrauch von grobem Guß und Walzstahl ständig ab. Das deutsche Volk kann sich den Genuß von Eisenwaren von großer Fertigungstiefe bei dem kleinen Kostenaufschlag durch Eisen aus deutschen Erzen leisten. Die Rohhüttenwerke müssen jedoch von den bei der geringen Verarbeitungstiefe bis zum Walzerzeugnis allein nicht tragbaren Mehrkosten durch die Uebernahme auf breitere Schultern entlastet werden, um die Schlüsselindustrien gesund und wettbewerbsfähig zu erhalten.

Die Eisenausfuhr stellt immer nur einen Veredelungsverkehr für einen Teil des mit dem Auslandserz eingeführten Eisens dar und wird durch den Verbrauch von Inlandseisen für den steigenden Inlandsbedarf nicht getroffen. Zur

Befriedigung des steigenden Eisenbedarfes eines sein Haus ausbauenden 85-Millionen-Volkes reicht weder die im Verrechnungsverkehr mögliche bisherige Eiseneinfuhr, noch die Leistungsfähigkeit der alten Hüttenwerke aus. Die Frage der im Vierjahresplan vorgesehenen baldigen Förderung und Verhüttung deutscher Erze ist nicht allein nach der Wirtschaftlichkeit, sondern nach der Lebenswichtigkeit und der Marktbeeinflussung zu beurteilen. Die Aufwendungen dafür sind als eine volkswirtschaftliche Aufgabe zu verteilen, wie die Aufrüstung oder die Erschließung des Verkehrs. Bei einem Eisenverbrauch von wenigstens 200 kg je Kopf und Jahr muß eine Kostenerhöhung von beispielsweise 20 \mathcal{M} /t Eisen bei der Roheisenerzeugung, also einer Mehrbelastung der Lebenshaltung von etwa 4 \mathcal{M} /Kopf und Jahr, zu tragen sein.

Für die Betrachtung im Kostenfluß ergeben sich folgende Grundsätze: Träger der Kosten der Umwandlung vom Roherz bis zum letzten Fertigerzeugnis ist die Einheit = 1000 kg Fe. An die Kosten für 1000 kg Fe einer vorausgegangenen Fertigungsstufe reihen sich die Umwand-

lungskosten der nächsten Stufe. Die Nutzwärmeerzeugung der Ofenanlage ist Trägerin der Kosten in dem Erzeugungsgang. Jeder Stoff trägt die Kosten seiner Anfuhr und Vorbereitung bis zum Ofen. Ebenso trägt das Erzeugnis der Fertigungsstufe die Kosten der Weiterbehandlung (z. B. Gießgrube) und der Abfuhr und Zwischenlagerung bis zur nächsten Fertigungsstufe (z. B. Lagerung und Abfuhr an festem Roheisen). Die Nebenerzeugnisse (Schlacke, Gas) tragen die auf sie entfallenden Abfuhr-, Aufbereitungs- und Lagerkosten.

Umwandlungskosten sind Erzeugungskosten = An-, Abfuhr-, Zwischenlagerungskosten + Nutzwärmebedarf mal Nutzwärmekosten + Weiterbehandlungskosten (Gießgrube, Zurihterei usw.) + Uebereinsatz in kg mal Verrechnungspreis, abzüglich Gutschrift für Kreislaufstoffe in kg mal Verrechnungspreis.

Die Verrechnungspreise werden ermittelt im Vergleich mit den Preisen der Stoffe, die sie ersetzen. Der Betrieb ist nur verantwortlich für die in den Umwandlungskosten enthaltenen Mengen und Zeiten. [Schluß folgt.]

Oberflächenbehandlung von Stahl durch Chromdiffusion.

Von Gottfried Becker, Karl Daeves und Fritz Steinberg in Düsseldorf.

(Grundlagen, betriebliche Durchführungen und Beispiele für die Anwendung eines Verfahrens, bei dem die Oberfläche nichtlegierter oder schwachlegierter Sonderstähle durch Diffusion aus Chromträgern (Chromchlorid) bei Temperaturen über 900° in korrosionssicheren Stahl mit mehr als 30% Cr umgewandelt wird. Einfluß des Kohlenstoffgehaltes des Grundwerkstoffes auf das Gefüge der bei der „Inkromierung“ erzeugten Oberflächenschicht.)

Im allgemeinen sind in Natur und Technik Bauteile örtlich, z. B. in Kern und Oberfläche, nach Art und Größe ganz verschiedenen Beanspruchungen ausgesetzt. Der Stoff- und Energieaufwand für einen Bauteil stellt einen Geringstwert dar, wenn an allen Stellen gerade nur die Eigenschaften vorliegen, die den örtlich auftretenden Beanspruchungen entsprechen. Die Natur kann dieses Ziel recht vollkommen erreichen, weil sie ihre Baustoffe während des Wachstums aus kleinsten Teilchen aufbaut und dabei nach Stoffart, Anordnung und Menge örtlich ändern und den später zu erwartenden Beanspruchungen entsprechen kann. Die Technik stellt ihre Formen dagegen meist durch Stoffabbau oder Formgebung aus dem Vollen her und sucht homogene Stoffe zu verarbeiten, um nach der Formgebung möglichst an allen beanspruchten Stellen örtliche Eigenschaften erwarten zu können.

Wo örtlich so ausgeprägte Sondereigenschaften erforderlich sind, daß die Herstellung des ganzen Teiles aus gleichartigem Stoff mit entsprechenden Eigenschaften zu unzureichenden Eigenschaften des Gesamtteils gegenüber anderen Beanspruchungen führen würde, verwendete die Technik schon frühzeitig besondere Verfahren, um wenigstens nachträglich den sonderbeanspruchten Stellen besondere Eigenschaften zu geben. Es sei erinnert an die lange Reihe der Einsatzhärteverfahren, an die örtliche Oberflächenhärtung durch Flammen und Verstickung, aber auch an metallische und nichtmetallische Rostschutzüberzüge. Ein wesentlicher Nachteil vieler Überzüge liegt darin, daß an den Grenzflächen artfremder Stoffe meist auch erhebliche Eigenschaftssprünge vorliegen, die bei zusätzlicher mechanischer Beanspruchung zu hohen Spannungen und zur Abtrennung der nur aufliegenden Schichten führen können.

Die hohe Korrosionsbeständigkeit des Chroms und der Eisenlegierungen mit höherem Chromgehalt ließ den Wunsch entstehen, diese Eigenschaften zum Schutz der

Stahloberflächen auszunutzen. Die galvanische Verchromung wurde so weit entwickelt, daß sie gegenüber nicht allzu hohen und langdauernden Korrosionsbeanspruchungen einen guten Schutz gewährt. Allerdings müssen dann zwischen Stahl- und Chromüberzug Schichten aus anderen Metallen eingebaut werden, um besonders den Sprung der physikalischen Eigenschaften zu mildern und bei der nie ganz zu vermeidenden Porigkeit elektrolytischer Überzüge wenigstens einen sofortigen Angriff des Eisens mit absprengender Rostbildung zu verhindern. Wesentlich günstiger liegen schon die Eigenschaften der mit nichtrostenden Legierungen plattierten Stähle, zumal da hier oft durch Diffusion eine wenn auch schmale Uebergangszone geschaffen wird. Die Plattierung kommt aber vorwiegend für Bleche und Bänder und kaum für Profile, Form- und Fertigteile in Frage. Es reizte daher die Aufgabe, den zur Erzielung der Korrosionsbeständigkeit erforderlichen Chromgehalt der Oberfläche durch Einwanderung von Chrom zu erreichen. Wenn die Diffusion stetig verläuft, wäre damit ein völlig gleichmäßiger Uebergang der Eigenschaften von der vorwiegend auf Korrosion beanspruchten Oberfläche zum Kern, der meist andere mechanische Eigenschaften aufweisen soll, gebildet.

Grundlagen des Verfahrens.

Die erste Voraussetzung für die Einwanderung eines Metalls in ein anderes, die Bildungsmöglichkeit von Mischkristallen, auf die schon L. Guillet¹⁾ hinwies, ist bei Chrom in weitem Maße gegeben, da es mit Eisen eine ununterbrochene Reihe von Mischkristallen bildet. Man versuchte zuerst eine chromreiche Oberfläche dadurch zu erreichen, daß man Gegenstände in fein gepulvertem Chrommetall oder Ferrochrom unter Luftabschluß erhitze. Diese Arbeitsweise konnte aber nicht betrieblich

¹⁾ Génie civ. 59 (1911) S. 158/63, 183/87, 203/07, 226/29, 241/47, 266/69 u. 286/88.

eingeführt werden, weil zur Erzielung einer ausreichend dicken Diffusionszone sehr hohe Temperaturen und lange Behandlungszeiten erforderlich sind. Dies ist dadurch bedingt, daß bei der Diffusion das einwandernde Metall nur in atomarem Zustand in das Grundmetall eindringen kann. Ein mechanisch noch so fein zerkleinertes Pulver ist aber von der atomaren Feinheit unendlich weit entfernt. Infolgedessen muß selbst bei inniger Berührung die Temperatur so hoch gesteigert werden, daß Chromatome aus ihrem Verband im chromabgebenden Mittel durch Wärmeschwingung in den Gegenstand übergehen können. Voraussetzung für ein wirtschaftlich durchführbares Diffusionsverfahren ist deshalb weiter, daß der Gegenstands Oberfläche das einzuführende Metall in atomarem Zustand abgegeben wird.

Aehnliche Verhältnisse liegen bei der Aufkohlung im Einsatzverfahren vor. Der Dampfdruck des Kohlenstoffs ist ebenso wie der des Chroms bei den anwendbaren Behandlungstemperaturen zu gering; es werden zu wenig Kohlenstoffatome zur Einwanderung angeboten. Da aber Kohlenstoff leicht über gasförmige Verbindungen in feinstmöglicher Form mit der Gegenstands Oberfläche zur Reaktion gebracht werden kann, benutzt man bei der Kohlenstoffzementation seit langem diesen Weg mit bestem Erfolg.

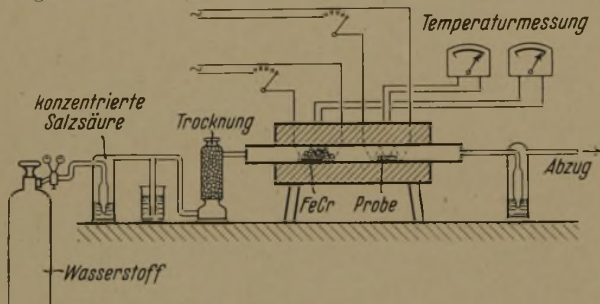


Bild 1. Laboratoriumsmäßige Anordnung für die Diffusionsbehandlung von Stahl mit Chromochlorid.

Es mußte also für die Uebertragung des Chroms an Stelle des schwer verdampfenden Metalls eine leichter flüchtige und für praktische Erfordernisse geeignete Verbindung gesucht werden. Sie wurde im Chromochlorid gefunden²⁾. Die ersten Versuche wurden laboratoriums-mäßig nach der in Bild 1 wiedergegebenen Anordnung durchgeführt. Ein Wasserstoffstrom wurde in einer Salzsäurevorlage mit Chlorwasserstoff beladen und nach einfacher Trocknung (mit Schwefelsäure und Kalziumchlorid) über glühendes Ferrochrom geleitet. Es ist nicht notwendig, hierfür metallisches Chrom zu verwenden, da das praktisch keinen Vorteil bietet und sich in beiden Fällen das für das Verfahren notwendige Chromochlorid in genügender Konzentration bildet. Der mit Chromochlorid beladene Gasstrom trifft dann auf die Eisenprobe, an deren Oberfläche ein Austausch stattfindet: Das Chromatom nimmt den Platz eines herausgelösten Eisenatoms im Kristallgitter ein unter Bildung eines Substitutionsmischkristalles, das entstehende, leichter flüchtige Eisenchlorid strömt ab, so daß stets eine weiter umsetzungsfähige Oberfläche zur Verfügung steht. Bei genügend hoher Temperatur kommt der Vorgang nach Bildung einer äußeren monoatomaren, chromreichen Schicht nicht zum Stillstand, sondern es wandern durch das Bestreben nach Konzentrationsausgleich Chromatome durch Platzwechsel nach innen und neue Eisenatome an die Oberfläche. Auf diese Weise entstehen allmählich breite, chromreiche Eisenzonen, deren Chromgehalt von etwa 35 % außen nach innen allmählich auf Null abfällt. In Bild 2 ist der durch

Stufenanalysen ermittelte Verlauf des Chromgefälles einer so entstandenen Zone wiedergegeben.

Bilder 3 bis 5 zeigen Querschliffe von derart chromierten Proben. Durch die Ätzung in alkoholischer Salpetersäure wurde in Bild 3 nur das Kerngefüge bis zur Resistenzgrenze entwickelt. Erst durch Ätzung mit den für nichtrostende Stähle üblichen Lösungen tritt auch das Gefüge des chromreicheren Teiles der Diffusionszone hervor (Bild 4). Bild 4 zeigt deutlich, daß es sich nicht um eine aufliegende Schicht, sondern um eine Diffusionszone handelt. Die Resistenzgrenze verläuft quer durch die Ferritkörner; die Korngrenzen des Kerngefüges gehen ohne Unterbrechung in die Korngrenzen des Diffusionsgefüges über. Setzt man ein angeschnittenes Stück der Einwirkung kochender Salpetersäure aus, so werden der Grundwerkstoff und die Diffusionszonen mit Chromgehalt bis zur Resistenzgrenze herausgelöst, während die Zonen mit Chromgehalt oberhalb der Resistenzgrenze nicht angegriffen werden. Bild 5 zeigt eine Probe, von der durch Salpetersäure ein Teil des Kernwerkstoffes herausgelöst ist, im Querschnitt; von der Resistenzgrenze nach innen zu hat sich bei diesem Stück entsprechend dem abnehmenden Chromgehalt ein allmählicher Uebergang zum chromfreien Grundwerkstoff gebildet.

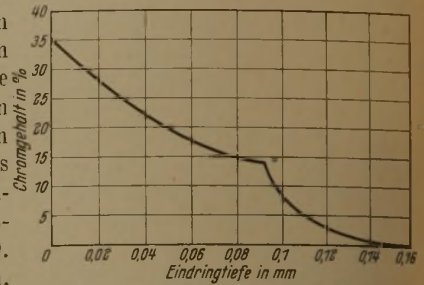


Bild 2. Chromgefälle in der Oberflächenschicht einer inchromierten Stahlprobe.



Bild 3. Mit alkoholischer Salpetersäure geätzt. (Nur das Kerngefüge wurde entwickelt.)

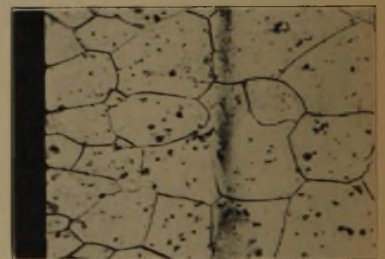


Bild 4. Geätzt mit üblicher Lösung für nichtrostenden Stahl. (Auch das Gefüge der chromreichen Zone wurde entwickelt.)

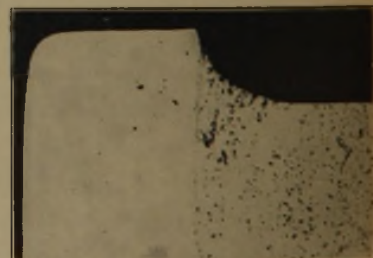


Bild 5. Angriff kochender Salpetersäure. (Herauslösen des Kernwerkstoffes.)

Bilder 3 bis 5. Gefüge von Stahlproben nach der Inkromierung (rd. $\times 250$). Der Verlauf des Chromgehalts wird etwa durch Bild 2 angezeigt.

Betriebliche Durchführung.

Nachdem die Laboratoriumsversuche gezeigt hatten, daß es möglich war, von den früher notwendigen hohen Temperaturen freizukommen und die Behandlungstemperatur so weit zu erniedrigen, daß lediglich die Diffusion innerhalb des

²⁾ Becker, G., E. Hertel und C. Kaster: Z. phys. Chem., Abt. A, 177 (1936) S. 213/23; vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 1044/45.

Gegenstandes in praktisch brauchbarer Zeit gewährleistet war, sollten durch Arbeiten in größeren und halb betriebsmäßigen Einheiten die bei der Entwicklung jedes neuartigen Verfahrens auftretenden Schwierigkeiten erkundet werden. Verwendet wurde zunächst ein kleiner, waagerechter Trommelofen (Bild 6)³⁾ mit einem Chromierungsbehälter von etwa 650 mm Länge und 130 mm Dmr., der zwar nicht vollständig befriedigte, jedoch den Nachweis der betriebsmäßigen Durchführbarkeit des Verfahrens erbrachte.

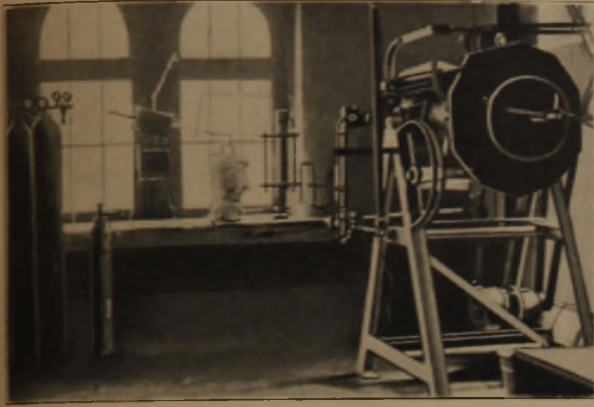


Bild 6. Trommelofen für Versuche und Kleinteile.

Den Betriebsverhältnissen entsprechend mußten einige Änderungen gegenüber der Arbeitsweise im Laboratorium vorgenommen werden. Der Chlorwasserstoff wurde z. B. Stahlflaschen entnommen, wie sie im Handel üblich sind; zur Ueberwachung des Gasstromes wurden Rota-Messer⁴⁾ eingeschaltet, die sich als sehr zweckmäßig erwiesen.

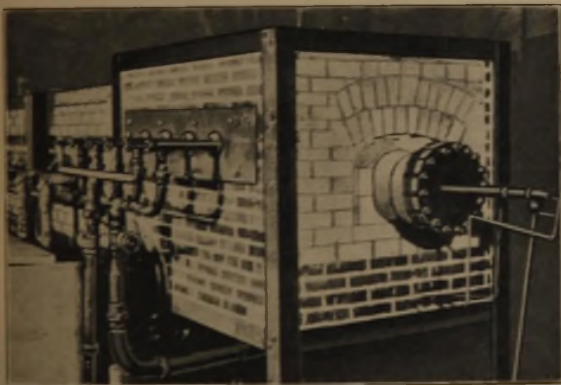


Bild 7. Waagrecht angeordneter Ofen für Großversuche mit Chromchloridgas.

Die nächsten Großversuche wurden mit einer waagerechten Retorte und einem nutzbaren Raum von 3 m Länge und 290 mm Dmr. vorgenommen, wobei besonders die Möglichkeit der Chromdiffusionsbehandlung von Rohren untersucht wurde. Bild 7 zeigt den Ofen und die Art des Retortenverschlusses mit den Gasleitungen auf der Eintrittsseite der Gase. In dieser großen Retorte wurden erstmalig Konzentrationsunterschiede infolge der Schwere des Chromchloriddampfes bemerkt. Aus diesem Grunde gelang es nicht, auch auf der Innenseite der Rohre gleichmäßige Diffusionsschichten zu erzielen. Erst nachdem den Rohren außen und innen Ferrochrom beigegeben worden war, wurden auch innen wie außen über die ganze Länge befriedigende Diffusionszonen erhalten.

Um von vornherein eine bessere Verteilung der chromtragenden Gase zu erreichen, wurde ein Schachtofen er-

baut (Bild 8). Der nutzbare Retortenraum beträgt 3,80 m in der Höhe bei 0,45 m Dmr. Das Ferrochrom ist in einem Korb im oberen Teil untergebracht. Die chromhaltigen Gase streichen durch ihre Schwere und besondere Leitvorrichtungen gleichmäßig von oben nach unten am Behandlungsgut vorbei.

Schon bei den Kleinversuchen war der Gedanke gekommen, daß es vorteilhaft sein könnte, den chemischen Vorgang der Chromchloriderzeugung und die eigentliche Diffusionsbehandlung voneinander zu trennen. Die für die Einwanderung des Chroms zweckmäßigste Verbindung, das Chromchlorid, ist bei Raumtemperatur ein festes Salz, jedoch wasseranziehend, so daß es an Luft in kurzer Zeit unter Feuchtigkeitsaufnahme zerfließt und daher für ein betriebsmäßiges Arbeiten ungeeignet ist. Dies Verhalten ließ neben weiteren Gründen den Wunsch nach einem Stabilisierungsverfahren für das Chromchlorid aufkommen.

Diese Frage wurde durch die Anwendung geeigneter keramischer Körper gelöst, die sich je nach ihrem Aufbau auf thermischem Wege durch Chromchloriddampf oder auch durch wäßrige Lösungen mit Chromchlorid anreichern und aktivieren lassen. Die planmäßige Untersuchung dieser Möglichkeit zeigte, daß sich nicht jeder feuerfeste Stoff hierzu eignet.

Uebliche Sande oder Tonerdepulver lassen sich nicht mit Chromchlorid anreichern, ebenfalls nicht Magnesiumoxyd oder Dolomit; auch die Stückgröße ist auf den Verlauf der Diffusionsvorgänge von Einfluß. Mit geeigneten, an Chromchlorid angereicherten keramischen Körpern konnten aber dann auf Weichstahlproben durch Einpacken und Erhitzen ausreichende Chromdiffusionszonen erzielt werden. Das Verfahren ähnelt in seiner Durchführung dem Tempern von Temperguß in Roteisenstein. Die Feuchtigkeitsempfindlichkeit des Chromchlorids macht sich nach der Anreicherung in diesen keramischen Massen nicht mehr störend bemerkbar, die Wiederabgabe des Chromchlorids aus den keramischen Körpern an das Eisen geschieht in dem Zeitmaß, wie es vom Eisen gebraucht wird. Es ist ohne weiteres möglich, mit angereicherten keramischen Massen über längere Zeiten viele Male hintereinander ausreichende Zonen zu erzielen. Die Dauer der chromabgebenden Wirkung der vorbehandelten Masse kann durch Ferrochromzusatz verlängert werden. Konzentrationsunterschiede können in dem Retortengas nicht mehr auftreten, da der die Chromierungsatmosphäre erzeugende Körper im ganzen Raum verteilt ist. Das Einpackverfahren bedeutet keine Verdrängung des ersten Verfahrens, bietet aber für viele Verwendungszwecke Vorzüge. Bild 9 zeigt eine Anlage zur Herstellung der aktiven Masse⁵⁾. Einen mit solcher Masse arbeitenden Ofen gibt Bild 10 wieder⁵⁾.

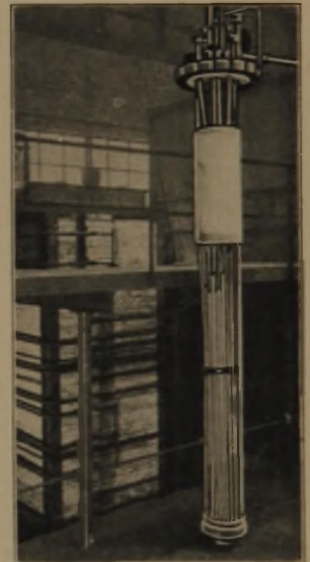


Bild 8. Senkrecht angeordneter Ofen zur Diffusionsbehandlung von Rohren und Stäben mit Chromchloridgas.

³⁾ Ofen der Firma Alfred H. Schütte, Köln-Deutz.

⁴⁾ Rota-Apparate- und Maschinenbau, K.-G., Aachen.

⁵⁾ Gebaut von der Firma Heinr. Grünwald, Hilchenbach in Westfalen.

Im Vergleich mit der Einsatzhärtung entsprechen die beiden geschilderten Verfahren der Aufkohlung in gasförmigen und festen Einsatzmitteln. Aber auch der dritte Weg, die Aufkohlung in flüssigen Mitteln, findet bei der Chromdiffusionsbehandlung nach Anregungen von F. Bergmann⁶⁾

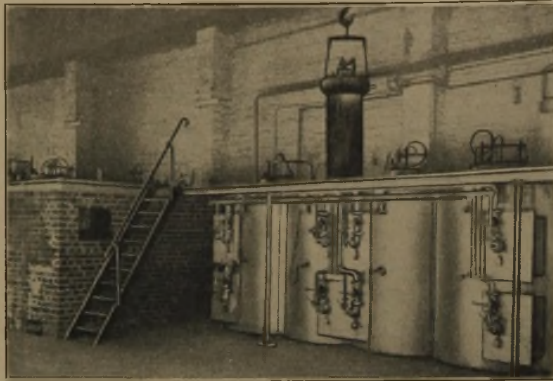


Bild 9. Anlage zur Herstellung der aktiven Masse mit Chromchlorid.

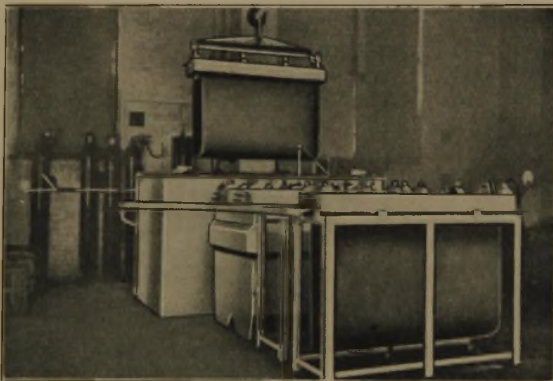


Bild 10. Betriebsmäßiger Inkromierungs-ofen für die Arbeitsweise mit fester aktiver Masse.

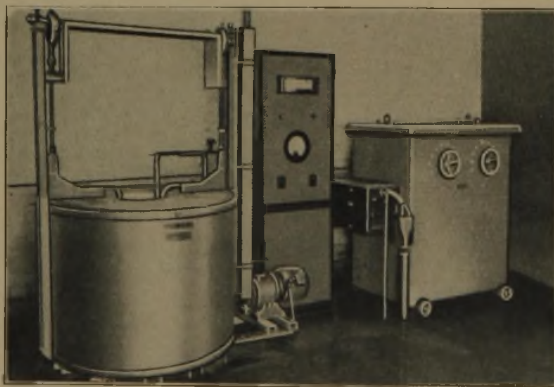


Bild 11. Inkromierungs-ofen für die Arbeitsweise mit schmelzflüssigem Salzbad.

ein Gegenstück durch die Anwendung von schmelzflüssigen Salzbadern. Bild 11 zeigt einen für dieses Verfahren erbauten Ofen⁷⁾. Welchem der drei Verfahren der Vorzug zu geben ist, richtet sich wie bei der Aufkohlung nach der Art der zu behandelnden Teile.

Einfluß der Stahlzusammensetzung.

Bei den weiteren Entwicklungsarbeiten wurde der Einfluß des Grundwerkstoffes auf die Art und Ausbildung der Chromdiffusionszonen untersucht. Es war bekannt, daß die

Eindringtiefe des Chroms bei der Eindiffusion von Chrom mit steigendem Kohlenstoffgehalt des Grundwerkstoffes geringer wird und daß man aus diesem Grunde möglichst Werkstoffe mit Kohlenstoffgehalten unter 0,2 oder 0,1 % wählen soll. Unsere Versuche zeigten aber, daß diese niedrigen Kohlenstoffgehalte zwar annehmbare Eindringtiefen des Chroms ergeben, aber noch keine Gewähr, daß die erzeugten Diffusionszonen auch einen dauerhaften Korrosionsschutz bieten. Es stellte sich heraus, daß Teile aus Stahl mit unter 0,1 % C bei an sich genügender Dicke der Diffusionszone bei lang dauernder Prüfung korrodierten. Außerdem waren die erzielten Diffusionszonen nach Ablösung des Stahlkerns spröde, während korrosionsbeständige Zonen sich weitgehend biegen lassen. Durch umfassende Versuche wurde festgestellt, daß für die Herstellung genügend dicker, gleichzeitig physikalisch und chemisch brauchbarer Zonen nicht allein der prozentuale Kohlenstoffgehalt des Grundwerkstoffes maßgebend ist, sondern daß es auf die Gesamtmenge des in dem Grundwerkstoff oder im Querschnitt vorhandenen Kohlenstoffs ankommt. Während des Eindringens von Chrom in die Oberfläche der zu behandelnden Gegenstände wandert gleichzeitig der Kohlenstoff aus dem Innern dem Chrom entgegen, und zwar um so stärker, je höher der Kohlenstoffgehalt des zu behandelnden Stahles und je größer der behandelte Querschnitt ist⁸⁾. Auch bei verhältnismäßig kohlenstoffarmen Stählen ließen sich in physikalischer und chemischer Hinsicht günstige Diffusionszonen nicht mehr erzielen, wenn der Querschnitt des zu behandelnden Gegenstandes eine gewisse Dicke über etwa 1 mm überschreitet. Diese Schwierigkeit wurde dadurch überwunden, daß dem Grundwerkstoff Elemente zulegiert werden, deren Anwesenheit die Kohlenstoffwanderung bei den Diffusionstemperaturen verhindert. Solche Elemente sind beispielsweise Titan, Molybdän und Mangan.

Ebenso wie die Einsatzhärtung nicht an beliebigen, sondern den für den Zweck entwickelten Einsatzstählen durchgeführt werden muß, erfordert auch die Chromdiffusionsbehandlung besondere Stähle, die die Bildung genügend tiefer, zäher und korrosionsbeständiger Diffusionszonen mit Sicherheit gewährleisten. Je nach dem Verwendungszweck der diffusionsbehandelten Teile können diese Sonderstähle in weiten Festigkeitsstufen von 30 bis 90 kg/mm² Zugfestigkeit oder auch mit Warmbeständigkeit und anderen Sondereigenschaften hergestellt werden. Die höheren Festigkeitsstufen werden dabei wie bei den gut schweißbaren Stählen nicht durch Legierung mit Kohlenstoff, sondern mit anderen, die Diffusion nicht behindernden Legierungsbestandteilen erzielt.

Anwendungen.

Nachdem die Grundlagen der Verfahren, ihre betriebliche Durchführung, die Grundwerkstoffe und die Eigenschaften der gebildeten Chromdiffusionszonen eingehend erforscht waren, kam es darauf an, durch praktische Bewährungsversuche Anwendungsgebiete zu finden, bei denen das Verfahren der Chromdiffusionsbehandlung fertiger Teile technische oder wirtschaftliche Vorteile gegenüber anderen korrosionsbeständigen Legierungen und Ueberzügen hat. Es erwies sich dazu als notwendig, die Verfahren auch durch die Bezeichnung von den bekannten Verchromungsverfahren mit wesentlich anderen Eigenschaften zu unterscheiden. Wir bildeten den Begriff des „Inchromierens“, entsprechend den Diffusionsverfahren des Nitrierens, Silizierens u. dgl., wobei die Vorsilbe die durch das Ein-

⁶⁾ DRP. 677 113 vom 9. März 1934 und Zusatzpatente.

⁷⁾ Gebaut von der Firma A. Nolzen, Wuppertal-Ronsdorf.

⁸⁾ Becker, G., K. Daeves und F. Steinberg: Z. phys. Chem., Abt. A, 187 (1940) S. 354/62.

dringen des Chroms erfolgende Zonenbildung an Stelle einer Schichtauflage beim Verchromen usw. kennzeichnen soll. Für die Chromdiffusionsbehandlung nach den von uns entwickelten Verfahren wurde die Schreibweise „Inkromierung“ gewählt.

Die Inkromierung ist nicht dazu bestimmt, ganz allgemein nichtrostende Stähle zu ersetzen. Das kann nur da der Fall sein, wo es auf Einsparung an Legierungsmetall und eine Oberfläche mit mehr als 30 % Cr ankommt. Weiterhin wird das Anwendungsgebiet der Inkromierung durch

die ihr eigentümliche Verwendung verhältnismäßig weicher oder schwach legierter Grundwerkstoffe verbreitert, die eine leichte Warm- und Kaltformgebung, vor allem bei spanabhebender Bearbeitung, zulassen und Verbindungen

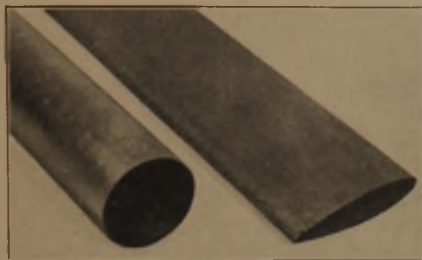


Bild 12.
Inkromierte Stahlrohre (rd. $\times 3$).

Einen bemerkenswerten Sonderfall stellen Turbinenschaufeln dar, die bei Abgasturbinen hohe Warmfestigkeit haben müssen und nicht zundern dürfen. Beide Eigenschaften in einem Werkstoff zu vereinigen, war bisher mit anderweitigen Nachteilen verbunden. Die Inkromierung ermöglicht eine gute Lösung⁹⁾, indem die Schaufel aus einem inkromierfähigen, warmbeständigen Stahl hergestellt und nachträglich inkromiert wird.

Galvanische Chromüberzüge waren hier den Anforderungen nicht gewachsen.

Ein Beispiel dafür, daß die Inkromzone eine sachgemäße

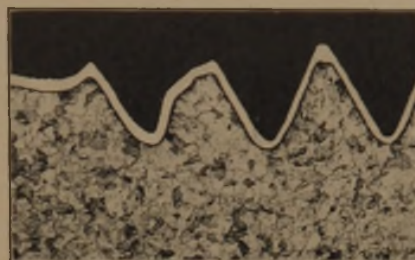


Bild 13. Nach der Inkromierung kalt um 50 % nachgerolltes Gewinde einer Schraube.

Kaltverformung mitmacht, ohne daß die Korrosionsbeständigkeit des inkromierten Teiles darunter leidet, bietet die Herstellung inkromierter Schrauben. Bild 13 zeigt das Einlaufende eines zu 50 % vorgerollten und nach dem In-

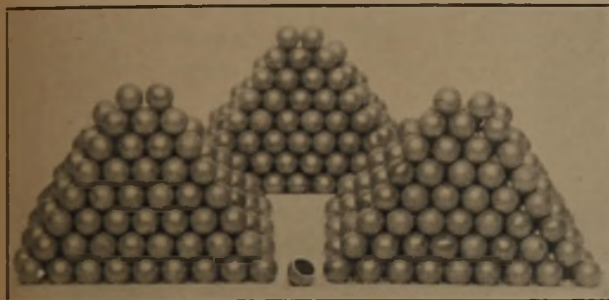


Bild 14. Inkromierte Stahlkugeln.

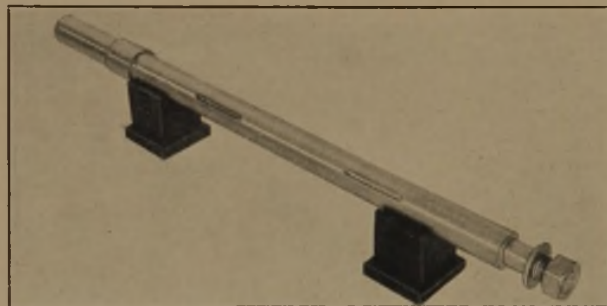


Bild 15. Inkromierte Stahlwelle von 1 m Länge.

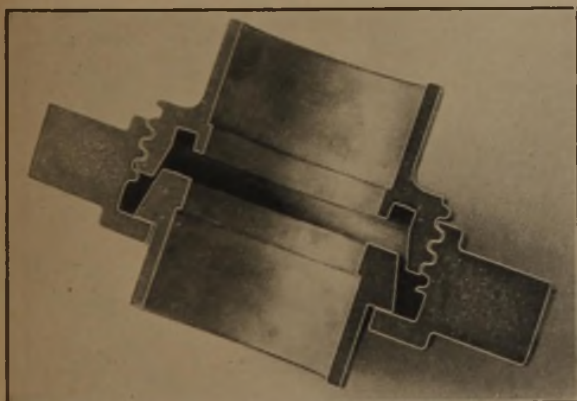


Bild 16. Inkromierte Kupplung.



Bild 17. Inkromierte 20-l-Milchkannen.

Bilder 14 bis 17. Beispiele für Anwendungsmöglichkeiten der Inkromierung.

von Eigenschaften des Grundwerkstoffs mit hochkorrosionsbeständiger Oberfläche ermöglichen, die nichtrostende Stähle nicht ohne weiteres erfüllen. So ist es nur unter hohem Aufwand möglich, dünnwandige nahtlose Rohre aus nichtrostendem Stahl in Wanddicken von etwa 0,5 mm herzustellen, weil das Ziehen dieses Werkstoffes recht schwierig ist. Rohre aus unlegiertem oder niedriglegierten kohlenstoffarmen Inkromierungs-Stählen lassen sich aber leicht ziehen und nachträglich inkromieren. Bild 12 zeigt den Abschnitt eines so hergestellten Rohres von 50 mm Dmr. und 0,5 mm Wanddicke. Daneben ist der Abschnitt eines Rohres zu sehen, das nach der Inkromierung profiliert wurde.

kromieren fertigerrollten Schraubenbolzens. Die nachträgliche Kaltverformung der Oberfläche wirkt sich bei der den Gewinden eigenen Beanspruchung besonders günstig aus.

Die Bilder 14 bis 17 geben eine kleine Uebersicht über Anwendungsmöglichkeiten der Inkromierung. Die Gegenstände sind teilweise angeschnitten und mit heißer Salpetersäure behandelt, um den Verlauf der inkromierten Zone zu veranschaulichen.

Der Korrosionswiderstand inkromierter Teile entspricht dem eines nichtrostenden Chromstahls mit mehr als 30 % Cr; er ist also gegenüber manchen Beanspruchungen höher als der eines schwächer legierten, nichtrostenden

⁹⁾ Schütte, A.: Z. VDI 84 (1940) S. 615.

Stahles und auch des bekannten Stahles mit 18 % Cr und 8 % Ni.

Inkromierte Gegenstände haben eine gute Zunderbeständigkeit, jedoch ist zu beachten, daß bei Temperaturen oberhalb 800° eine allmähliche Weiterdiffusion des Chroms aus der chromreichen Zone zum Kern hin stattfindet, wodurch die Oberfläche immer mehr an Chrom verarmt. Dauertemperaturen werden also nur bis 800° ohne Zunderung ertragen.

Im allgemeinen wird die Chromdiffusionsbehandlung zweckmäßig am Fertigteil erfolgen, weil dann mit Sicherheit alle im Gebrauchsteil vorhandenen freien Oberflächen inkromiert werden. Es kann aber auch notwendig sein, inkromierte Teile noch nachträglich zu bearbeiten. Eine spanabhebende Nachbearbeitung darf nur an solchen Stellen erfolgen, die nachher nicht mehr korrosionsbeständig zu sein brauchen. Vorsichtiges stoffabhebendes Polieren der inkromierten Oberfläche ist möglich, wobei allerdings die äußerste, besonders hochchromhaltige Zone teilweise abgetragen wird. Empfehlenswerter ist eine Nachbehandlung der Oberfläche durch Druck, sei es Prägepolieren, Rollen, Kaltwalzen und ähnliches; eine solche Behandlung wirkt sich auf die Eigenschaften der Zone günstig aus.

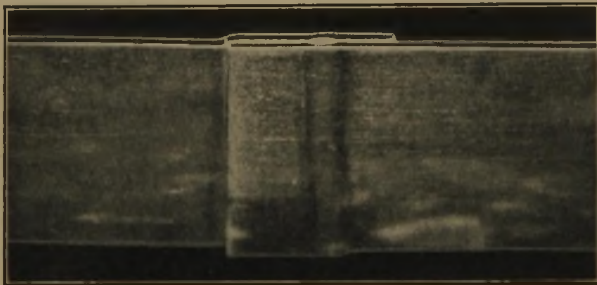


Bild 18. Angeätzter Schnitt durch zwei verschweißte inkromierte Stahlbleche.

Zur Verbindung inkromierter Teile haben sich elektrische Widerstandsschweißung durch Punkt- und Rollenschweißung oder Hartlötung durch Speziallot gleich gut bewährt. Bei der Widerstandsschweißung ist Stromstärke und Zeit so einzustellen, daß kein Verlaufen der chromreichen Zone nach dem Kern zu stattfindet, da sonst an dieser Stelle die Rostsicherheit zurückgeht. Bild 18 zeigt einen angeätzten Schnitt zweier durch Rollenschweißung verbundener Bleche. Eine Verbindung inkromierter Teile durch Schmelzschweißung ist meistens nicht möglich. Dies ist verständlich, wenn man bedenkt, daß es schon einer außerordentlichen Geschicklichkeit bedarf, plattierte Werkstoffe mit 0,5 mm Plattierung auf diese Weise zu verbinden und daß die Dicke der inkromierten Zone etwa 0,1 mm beträgt.

Insgesamt erscheint die Inkromierung geeignet für Teile, die hohen Korrosions- und Zunderungswiderstand bei niedrigstem Legierungsaufwand erfordern, und besonders bei solchen, die aus dem Halbzeug durch Kaltverformung (Ziehen, Prägen, Pressen) hergestellt werden. Das Verfahren bildet eine Ergänzung zu der Reihe des Korrosions- und Zunderschutzes von den galvanischen Schutzüberzügen über die Plattierung zu den korrosionsbeständigen Vollmetallen und Legierungen.

Chromverbrauch.

Der Chrombedarf beträgt bei der üblichen Dicke (etwa 0,1 mm) der korrosionsbeständigen Zone rund 150 bis 160 g/m² Oberfläche. Das Verfahren arbeitet praktisch ohne nennenswerte Chromverluste. Will man einen gewissen Sicherheitszuschlag einbeziehen, so geht man in jedem Fall sicher, wenn man als Chromverbrauch höchstens 200 g/m² Oberfläche einsetzt.

Die größte Chromersparnis liegt bei dickwandigen Teilen vor. Verschraubungen gemäß Bild 16, die früher aus verzintem Rotguß hergestellt wurden und an deren Stelle dann zur Einsparung von Buntmetallen solche aus Chromguß mit 30 % Cr traten, wiegen bei mittlerer Größe als Rohgußteil ungefähr 1,5 kg und erfordern in Form von Chromstahlguß etwa 0,5 kg Cr. Für die Inkromierung des gleichen Teiles, die im fertig bearbeiteten Zustand vorgenommen wird, werden nur 40 g Cr benötigt.

Aber auch bei dünnwandigen Hohlkörpern wie Milchkannen (Bild 17) ist durch Inkromierung eine erhebliche Chromersparnis gegenüber Kannen aus Chromvollstahl zu erzielen. Die 20-l-Kanne erfordert (unter Berücksichtigung des obigen Sicherheitszuschlages) bei Inkromierung rd. 0,2 kg Cr, aus Chromvollstahl dagegen 1,4 kg Cr, wobei für die Kannen an sich 1,37 kg Cr und für Verschnitt und sich daraus ergebenden Umschmelzverlust 0,03 kg Cr eingesetzt werden. Werden nur die Kannenrumpfe aus nichtrostendem Vollstahl angefertigt und die Beschlagteile inkromiert, so beträgt der gesamte Chrombedarf immer noch erst 0,90 kg.

Zusammenfassung.

In Anlehnung an das Baugesetz der Natur, örtlich erforderliche Eigenschaften auch nur örtlich durch Bildung oder Anhäufung geeigneter Stoffe zu erzeugen, wurde das Inkromierungsverfahren entwickelt, bei dem geeignete Stähle durch Diffusion von Chrom aus Chromträgern in der Oberfläche an Chrom angereichert werden. Der Chromgehalt fällt dabei innerhalb der etwa 0,1 mm dicken korrosionsbeständigen Diffusionszone von etwa 35 % außen auf etwa 12 bis 13 % an der Resistenzgrenze und von da auf den Chromgehalt des Grundwerkstoffes gleichmäßig ab. Als Chromträger wird Chromchlorid benutzt, das den Gegenständen als Gas zugeleitet oder aus keramischen Bodenkörpern oder schmelzflüssigen Salzbadern, in denen es angereichert ist, während des Inkromierungsvorganges entbunden wird.

Für die Inkromierung eignen sich bei dünnen Querschnitten kohlenstoffarme Stähle von einer die Bildung einer beständigen, zähen und genügend starken Diffusionszone begünstigenden Zusammensetzung. Bei größeren Querschnitten und höheren Kohlenstoffgehalten muß die Wanderung des Kohlenstoffs dem eindringenden Chrom entgegen durch geeignete Legierungselemente unterbunden werden.

Die Korrosionseigenschaften inkromierter Stähle entsprechen an der Oberfläche denen eines Chromstahls mit mehr als 30 % Cr, sind also in dieser Hinsicht den nichtrostenden Stählen mit 18 % Cr oder mit 18 % Cr und 8 % Ni überlegen. Die Anwendung der Inkromierung ist überall da gegeben, wo Ersparnis an Legierungsmetall mit gleichzeitigem hohen Korrosions- und Zunderungswiderstand erreicht werden soll. Die Möglichkeit, Sondereigenschaften des Grundwerkstoffes mit einer hohen Korrosionsbeständigkeit der Oberfläche zu vereinigen, erschließt neue Anwendungsgebiete.

Umschau.

Die Verwendbarkeit von Magnesium als Desoxydationsmittel.

Die Verwendung von Magnesium als Desoxydationsmittel für Eisen scheidet zunächst an dem zu hohen Dampfdruck, der eine Einführung von Magnesiummetall in eine Eisenschmelze bei gewöhnlichem Druck unmöglich macht. Hierzu kommt noch die bisher nicht geklärte Frage der Mischbarkeit von Magnesium und Eisen im flüssigen Zustand. Es gilt also vor allem, diese Schwierigkeit zu überwinden. Zu diesem Zwecke wurden Versuche mit Legierungen des Magnesiums gemacht. Dabei erschien es aussichtsreich, von Verbindungen des Magnesiums mit anderen Metallen auszugehen; so wurden Versuche mit folgenden Verbindungen: $MgZn_2$, Mg_2Si , Mg_4Al_3 , Mg_3Sb_2 durchgeführt.

Das sauerstoffhaltige Eisen, an dem die Wirkung der Desoxydation beobachtet werden sollte, wurde durch Schmelzen von Kruppschem WW-Eisen unter Zugabe von Eisenoxydul (Kahlbaum) hergestellt. Der Sauerstoffgehalt des Eisens betrug bei sämtlichen Versuchen 0,2%. In Bild 1 zeigt dieses sauerstoffhaltige Eisen graue, tropfenförmige Einschlüsse von Eisenoxydul, die durch die Wirkung eines Desoxydationsmittels teil-

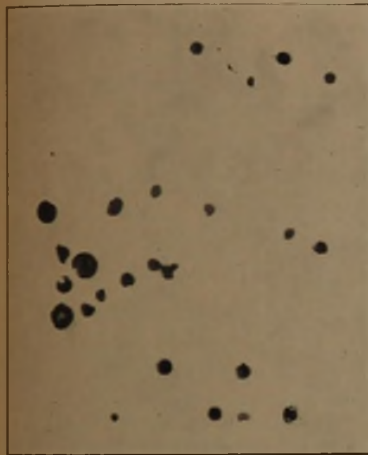


Bild 1.
Eisen mit tropfenförmigen Einschlüssen von Eisenoxydul. 0,2% O_2 (\times rd. 300).

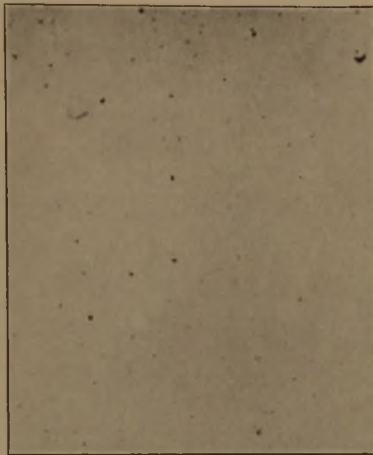


Bild 2.
Sauerstoffhaltiges Eisen mit Mg_4Al_3 desoxydiert (\times rd. 300).

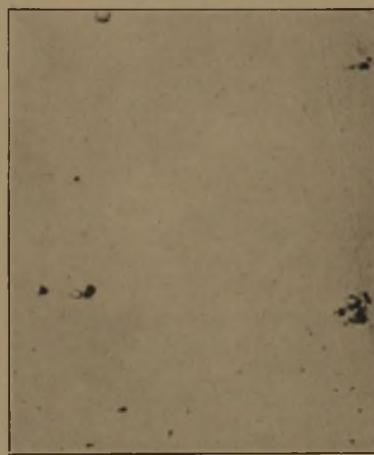


Bild 3.
Sauerstoffhaltiges Eisen mit Mg_3Sb_2 desoxydiert (\times rd. 300).

weise oder ganz verschwinden, mindestens aber Aenderungen zeigen müssen. Diese Wirkung wurde bei den Versuchen beobachtet. Von einer genaueren Untersuchung, die darauf hinauslaufen würde, das vollständige Desoxydationsschaubild aufzustellen, wie es F. Körber und W. Oelsen¹⁾ für Mangan ausgeführt haben, wurde Abstand genommen. Somit sind die Ergebnisse nur qualitativer Art.

Die Legierungen wurden in kleinen Stückchen den Schmelzen zugesetzt. Die zugesetzte Menge entsprach etwa der drei- bis vierfachen stöchiometrischen Menge, die notwendig ist, um den gesamten Sauerstoff in Form von Magnesiumoxyd zu binden.

1. Beim Zusatz von $MgZn_2$ zur Eisenschmelze wurde die Legierung explosionsartig aus der Schmelze wieder herausgeschleudert. Aus dem Schliffbild ist nicht mit Sicherheit eine Wirkung festzustellen; alle Tröpfchen sind glasig. Die Zahl der Tröpfchen ohne $MgZn_2$ und mit $MgZn_2$ ist ungefähr gleich. Man darf also wohl annehmen, daß Magnesium in Form dieser Verbindung als Desoxydationsmittel unbrauchbar ist, und zwar wegen des zu hohen Dampfdrucks der Schmelze dieser Verbindung.

2. Bei der Verbindung Mg_2Si war das explosionsähnliche Ausspritzen schwächer. Das Schliffbild ergab, daß die Zahl der tropfenförmigen Einschlüsse ungefähr um die Hälfte geringer geworden ist. Die verbliebenen Tropfen sehen glasig aus und zeigen Farbringe.

Um zu entscheiden, ob bei diesen Versuchen tatsächlich Magnesium oder Silizium desoxydierend wirksam war, wurde einer sauerstoffhaltigen Eisenschmelze Silizium zugegeben, und zwar die gleiche Menge, die, an Magnesium gebunden, der vorhergehenden Schmelze zugesetzt war. Im Schliffbild dieser letzten Schmelze ist die Zahl der Tröpfchen sogar noch größer als bei der Schmelze ohne Zusatz eines Desoxydationsmittels, jedoch ist der Querschnitt dieser Tropfen erheblich kleiner, so daß man, um eine Aenderung der Menge festzustellen, nicht die Zahl, sondern

den gesamten Querschnitt der Tropfen in den beiden Schliffen vergleichen müßte. Diese Aufgabe konnte infolge des sehr kleinen Durchmessers der Tröpfchen nicht durchgeführt werden. Alle Tropfen zeigen auch hier glasiges Aussehen und Farbringe. Es ist also anzunehmen, daß das glasige Gefüge der Tropfen vom Silizium herrührt. Nach C. H. Herty jr.¹⁾ zeigen nun Tropfen aus Kieselsäure und Eisenoxydul im Eisen tatsächlich glasiges Aussehen. Demnach müssen also in der Schmelze mit Mg_2Si die verbliebenen glasigen Tropfen aus Kieselsäure und Eisenoxydul bestehen, das Verschwinden der anderen Hälfte der Tropfen aber muß auf eine Desoxydationswirkung des Magnesiums zurückgeführt werden.

3. Auch die Verbindung Mg_4Al_3 wurde teilweise explosionsartig aus der Schmelze herausgeschleudert. Das Ausspritzen war aber um so schwächer, je kleiner die zugegebenen Stückchen waren. In Bild 2 sind die tropfenförmigen Einschlüsse ganz verschwunden, dafür treten aber jetzt die Desoxydationsrückstände in Erscheinung. Wie bei der Verbindung Mg_2Si wurde auch hier zum Vergleich eine Schmelze von sauerstoffhaltigem Eisen mit Aluminium allein ausgeführt. Die Schmelze hatte bis auf ganz

vereinzelt auftretende Tropfen das gleiche Gefügebild wie die Schmelze, welche mit der Legierung behandelt worden war. Es ist also für die Desoxydation in der Hauptsache das Aluminium verantwortlich zu machen, das Magnesium ist fast völlig unwirksam geblieben. Es ist anzunehmen, daß nach Zugabe von Al_3Mg_4 zur Schmelze in dieser sich sofort freies Magnesium bildet, da es sich um eine sehr lockere Verbindung handelt. Dieses freie Magnesium wird dann explosionsartig aus der Schmelze herausgeschleudert.

4. Bei der Verbindung Mg_3Sb_2 war das Ausspritzen von brennendem Magnesium nicht so stark wie bei den anderen Verbindungen, aber doch noch so lebhaft, daß kleine Tröpfchen von der Schmelze mit herausgeschleudert wurden, was allerdings vermieden werden konnte, wenn man sehr kleine Stückchen zur Schmelze zugab. Bild 3 zeigt keine Tröpfchen mehr, aber dafür fein verteilte Einschlüsse, jedenfalls die Desoxydationsrückstände. In diesem Versuch muß ausschließlich das Magnesium wirksam gewesen sein, da eine sauerstoffhaltige Schmelze mit Antimon allein im Schliffbild keine Veränderung der tropfenförmigen Einschlüsse weder in der Zahl noch im Aussehen zeigt. Das zugesetzte Antimon hat sich mit dem Eisen legiert (Mischkristallbildung bis etwa 2% Sb).

Zusammenfassend kann man sagen, daß die Wirksamkeit von Magnesium als Desoxydationsmittel davon abhängt, in welcher Verbindung man es der Eisenschmelze zusetzt. Die Eigenschaften der Verbindungen gestatten, einige Aussagen darüber zu machen.

Die Verbindung $MgZn_2$ schmilzt bereits bei 590°. Diese Legierung ist als Desoxydationsmittel völlig wirkungslos. Hierfür gibt es zwei Erklärungsmöglichkeiten. Entweder hat $MgZn_2$ einen zu hohen Dampfdruck ähnlich den Komponenten (Siedepunkt des Zn bei 907°, des Magnesiums bei 1107°), oder die Verbindung ist bei der Temperatur der Eisenschmelze völlig dissoziiert, so daß freies Magnesium und Zink vorliegen, was gerade vermieden werden sollte.

¹⁾ Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 14 (1932) S. 181/204; vgl. Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 46/47.

¹⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 1232.

Einen noch tieferen Schmelzpunkt (460°) hat die Verbindung Mg₂Al₃. Außerdem handelt es sich, nach dem Zustandsschaubild zu urteilen, um eine sehr lockere Verbindung, die also in der Schmelze beträchtlich dissoziiert ist. Bei der Temperatur des geschmolzenen Eisens wird die Verbindung wahrscheinlich vollkommen in die beiden Bestandteile gespalten sein, so daß nach Zugabe zur Schmelze das Magnesium sofort wieder herausgeschleudert wird und verbrennt, das Aluminium dagegen in der Schmelze verbleibt und die Desoxydation vollzieht, wie auch der Versuch ergeben hat.

Günstiger liegen die Verhältnisse bei der Verbindung Mg₂Si, die wegen ihres höheren Schmelzpunktes, der bei 1400° liegt, weniger dissoziiert sein muß. In diesem Fall ist eine Wirkung des Magnesiums festgestellt worden. Geringere Dissoziation der Verbindung scheint also die Eignung der Legierungen als Desoxydationsmittel zu begünstigen. Dies wird ganz besonders deutlich bei dem Versuch mit der Verbindung Mg₃Sb₂, die eine sehr feste Verbindung darstellt, wie die äußerst starke Wärmetönung bei ihrer Bildung, der steile Höchstwert ihrer Gleichgewichtskurve im Zustandsschaubild und ihr hoher Schmelzpunkt bei 1228° zeigen. Der Versuch hat ergeben, daß hier ausschließlich das Magnesium desoxydiert hat.

Diese Versuche zeigen vielleicht einen Weg für die Verwertbarkeit des Magnesiums als Desoxydationsmittel, der dadurch gekennzeichnet ist, daß man Magnesium in Form von hochschmelzenden und wenig dissoziierten Verbindungen anwendet, in denen der Dampfdruck des Magnesiums stark herabgesetzt ist; in diesen kann nämlich der hohe Dampfdruck des Magnesiums, der seiner Anwendung als Desoxydationsmittel für Eisen zunächst im Wege steht, so weit herabgesetzt werden, daß ein Magnesiumzusatz zu einer Eisenschmelze in den Bereich des praktisch Möglichen gerückt wird. Zur Desoxydation von Nickel wird Magnesium bereits in Form einer Nickel-Magnesium-Legierung, deren Zusammensetzung einer Nickel-Magnesium-Verbindung entspricht, verwendet.

Rudolf Vogel und Theo Heumann.

Fortschritte im amerikanischen Walzwerkswesen.

Die Werksanlagen der Continental Steel Corporation in Kokomo.

Charles Longenecker¹⁾ gibt einen kurzen Ueberblick über die Entstehungsgeschichte der Continental Steel Corporation, deren Draht- und Drahtwarenerzeugung in den Kokomo-Anlagen, einem Süd- und einem Nordwerk, zusammengefaßt sind. Die Stahl- und Walzwerksanlagen des Südwerkes und die Drahtzieherei sollen hier näher beschrieben werden. Bild 1 zeigt den Grundriß des Werkes.

Das Stahlwerk hat fünf 100-t-Siemens-Martin-Oefen. Der Schrottplatz liegt gleichlaufend mit der Stahlwerkshalle und wird von drei Kranbahnen bestrichen. Jede der drei Kranbahnen ist 240 m lang und rd. 23 m breit. Die Krane haben eine Tragkraft von je 10 t.

Die Ofen werden durch zwei 5-t-Krane beschiekt. Die Herde sind 11,8 m lang und 4 m breit und haben bei einer Gesamtofenlänge von 19,5 m und einer Breite von 5 m eine Fläche von 51 m². Jeder Ofen hat vier Regenerativkammern. Die Länge der Kammern beträgt 6,8 m, während die Breite von zwei Kammern 2,6 m und bei den übrigen beiden 3,75 m beträgt. Die Abgase erzeugen hinter jedem Ofen durch je einen Feuerrohrkessel Abdampf von 10 atü, der für Heizzwecke, zum Antrieb von Hilfseinrichtungen und für den Siemens-Martin-Betrieb selbst verbraucht wird. Als Brennstoff für die Siemens-Martin-Oefen wird der Rückstand der Erdölraffinerien verwendet, der, wie oben schon erwähnt, durch Dampf aus den Abgaskesseln von 7 bis 8 atü und bei einer Temperatur von 95° zerstäubt wird.

Jeder Ofen hat einen aufschreibenden Brennstoff-Mengenmesser. Die Ofen werden von Hand nach einem Lichtsignal umgeschaltet, das von einem Pyrometer in den Wärmekammern betätigt wird. Es werden fast ausschließlich weiche, niedriggekohlte Schmelzen mit großer Sorgfalt hergestellt. Laufend werden Eisenoxydulproben gemacht, und die Gießtemperatur wird in sehr engen Grenzen gehalten. Der Verlauf einer jeden Schmelze wird überwacht und karteimäßig aufgeschrieben. Die runden Kokillen sind 2 m hoch und haben einen Durchmesser von ungefähr 560 mm. Zwei 125-t-Gießhallenkrane bringen die Gießpfannen, die doppelten Auslauf haben, zu den auf Spannplatten stehenden Kokillen. Da jede Schmelze nicht mehr als 36 Kokillen benötigt, ist reichlich Platz vorhanden, um zwei Schmelzen gleichzeitig abgießen zu können.

Die Blockstraße steht in der Verlängerung der Gießhalle. Zwischen beiden liegen vier Reihen Tieföfen, von denen drei besondere Umschaltkammern haben, die vierte Reihe arbeitet jedoch nach dem Rekuperativverfahren. Zwei der Regenerativ-Großraumöfen haben je vier, der dritte hat jedoch nur zwei Gruben; ihr Gesamtfassungsvermögen beträgt 140 Rohblöcke. Der Rekuperativofen hat Platz für 32 Blöcke. Alle Tieföfen werden mit Generatorgas geheizt. Die Blockstraße ist ein Zweiwalzen-Umkehrgerüst von 865 mm Walzendurchmesser. Sie wird von einem 3500-PS-Umkehr-Gleichstrommotor angetrieben, dessen Umformersatz aus einer Gleichstrommaschine von 3000 kW und einem Antriebsmotor von 2500 PS besteht. Walzenverstellung, Rollgang und Kanter sind elektrisch angetrieben. Ungefähr 50 m hinter dem Blockgerüst steht eine Schopfschere. Die abgeschöpften Enden fallen über eine Rutsche in bereitstehende Mulden. Hinter dieser Schopfschere liegt ein Abfuhrrollgang von 32,5 m Länge, der auch gleichzeitig Zufuhrrollgang für die anschließende kontinuierliche Knüppelstraße ist. Die kontinuierliche Knüppelstraße besteht aus sechs Gerüsten, die einen mittleren Walzendurchmesser von 485 mm haben. Die Umdrehungen der einzelnen Gerüste betragen: 20; 22,77; 37,5; 52,56; 70 und 99,33 je min. Vor dem ersten und dritten Gerüst steht je ein Stauchgerüst mit senkrecht stehenden Walzen, die von Motoren mit 150 und 50 PS angetrieben werden. Vor dem Eintritt in das erste, dritte und sechste Gerüst wird der Walzstab durch Preßwasser von 70 kg/cm² entzündert. Eine fliegende Schere, 7,6 m hinter dem sechsten Gerüst, unterteilt den Walzstab in die gewünschten Längen. Gewöhnlich stellt die Straße 45er Knüppel her, die vom 125er Vorblock, dem

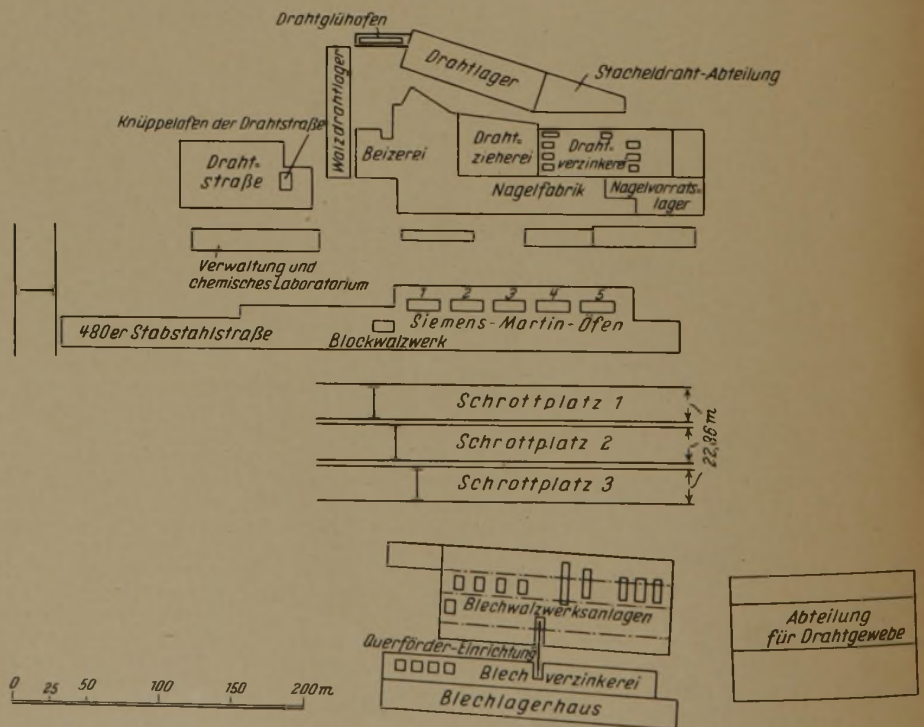


Bild 1. Anordnung, Größenverhältnis und Lage der Betriebsabteilungen des Werkes.

Endquerschnitt der Blockstraße, heruntergewalzt werden; aber auch jede andere Abmessung kann gewalzt werden, selbst Platinen von 250, 300 oder 400 mm Breite bei einer Stärke von 6 bis 65 mm. Die Leistungsfähigkeit der Straße beträgt 38 bis 42 t/h. Die sechs Waagrechtgerüste werden durch einen

¹⁾ Blast Furn. 28 (1940) S. 58/68.

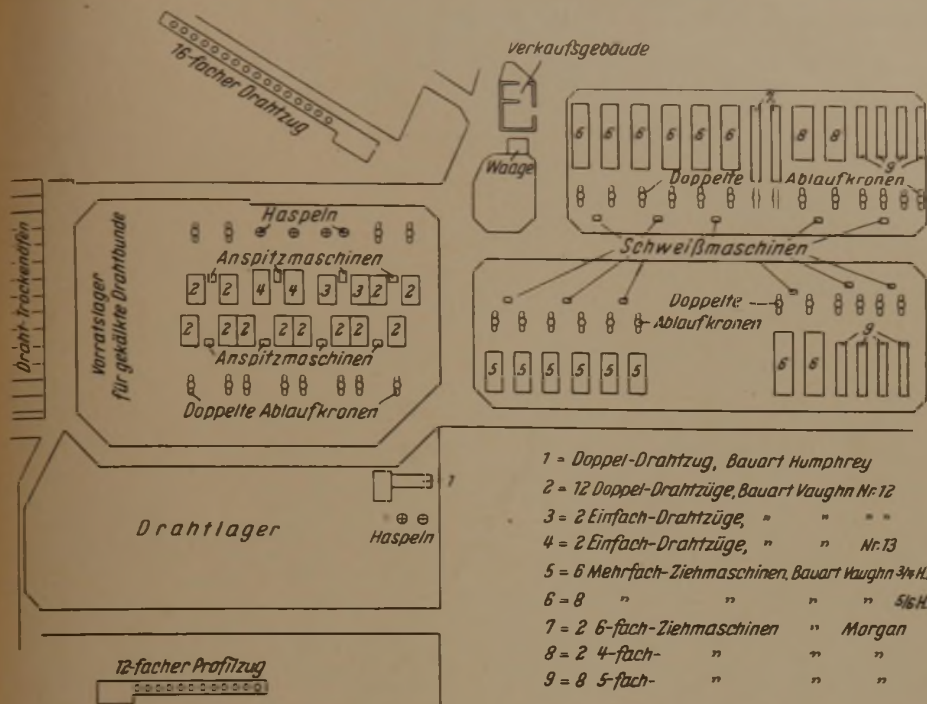


Bild 2. Grundriß der Drahtzieherei und Anordnung der Grobzüge und Mehrfach-Ziehmaschinen.

Synchronmotor von 5000 PS bei 2300 V und 100 U/min angetrieben. Eine Kupplung verbindet den Motor mit einer Welle, von der die Kraft durch Kegelräder auf die Kammwalzen der einzelnen Gerüste übertragen wird. Hinter der fliegenden Schere befinden sich in ungefähr 21 m Abstand zwei gleich große Kühlbetten, die beide von einem gemeinsamen 5-t-Kran bedient werden.

Vom Kühlbett aus gelangen die dafür vorgesehenen Knüppel zum Drahtwalzwerk. Der Wärmofen hat eine Länge von 7,6 m und eine Breite von 9 m und wird mit Rohöl beheizt. Die Drahtstraße besteht aus drei Strängen und einer kontinuierlichen Vorstraße mit zusammen 14 Gerüsten. Die kontinuierliche Vorstraße hat drei Gerüste mit einem Walzendurchmesser von 460 mm. Die Umdrehungszahlen der einzelnen Gerüste sind 37,48; 49,76 und 80 je min. Sie werden mittels Kegelräder von einer gemeinsamen Welle angetrieben, die über ein gewöhnliches Zahnradgetriebe mit Schwungrad mit einem Motor von 1200 PS bei 2300 V und 514 U/min in Verbindung steht. Das vierte, fünfte und sechste Gerüst bilden den ersten Strang, angetrieben durch einen 900-PS-Motor mit 163 U/min. Vom vierten zum fünften Gerüst wird der Stab umgeführt, vom fünften zum sechsten Gerüst durch einen Walzer umgesteckt. Etwa 9 m hinter dem sechsten Gerüst beginnt der zweite Strang, bestehend aus dem siebenten bis zehnten Gerüst. Diese vier Gerüste werden von einem 1300-PS-Motor mit 360 U/min angetrieben. Das achte und zehnte Gerüst werden von Umwalzern bedient, das neunte Gerüst durch eine Umführung. In einem Abstand von ungefähr 1,4 m hinter diesem Strang steht die dritte und letzte Gerüstreihe mit den Gerüsten elf bis vierzehn. Diese Gerüste werden durch einen 1500-PS-Motor mit 514 U/min angetrieben. Sie haben einen Walzendurchmesser von 254 mm. Der Walzstab wird mittels Umführung vom zweiten zum dritten Strang oder vom zehnten zum elften Gerüst gebracht. Das zwölfte und vierzehnte Gerüst werden von Umwalzern bedient, das dreizehnte Gerüst wieder durch eine Umführung. Sechs Drahthaspeln vervollständigen die Einrichtung. Rundabmessungen von 5 bis 16,5 mm Dmr. und Quadrat von 5,7 bis 10,5 mm Kantenseite werden vornehmlich auf dieser Straße hergestellt.

Zur Weiterverarbeitung gelangen die Drahtbunde in die Beizerei, werden dort gebeizt, mit Hochdruckwasser abgespritzt, entweder gekälkt und in besonderen Oefen getrocknet oder die Bunde erhalten vor dem Kälken auf besonderen Gestellen den bekannten Anlauf. Die so vorbehandelten Drahtbunde werden in der Drahtzieherei (Bild 2) auf 26 Mehrfachzügen der verschiedensten Bauarten, 13 Zweifach- und 4 Einzelzügen auf die vorgeschriebenen Abmessungen heruntergezogen. Gearbeitet wird nur mit Wolfram-Karbid-Ziehsteinen. Die Anlage kann Draht von 15,86 mm bis zu 0,264 mm herstellen.

Die dünneren Drähte werden auf besonderen Naßdrahtzügen erzeugt. Weitere Glühverzinkeanlagen, Streck- und Richtmaschinen sowie Kaltwalzmaschinen für die Herstellung von Flachdrähten vervollständigen die Einrichtungen. Besondere Abteilungen bestehen ferner für die Erzeugung von Stacheldraht, Nägeln und Drahtgewebe.

In dem im nördlichen Teil der Anlagen befindlichen Blechwalzwerk werden warm- oder kaltgewalzte, verzinkte oder verkupferte Bleche von 4,3 bis 0,27 mm hergestellt, die für fast alle Verwendungszwecke geeignet sind.

Das Werk ist ein gutes Beispiel für die in Amerika übliche Aufteilung der Hüttenwerke auf einige wenige Erzeugnisse, die aber mit großer Sorgfalt und in großen Mengen mit fast gleichbleibenden Güteeigenschaften erzeugt werden.

Aloys Fischlich.

Eisenhüttenmännische Gedenktage im Jahre 1941.

Das Eisenhüttenwesen gehört wohl zu den Zweigen der Technik, deren Geschichte stets mit besonderer Liebe behandelt worden ist. Der Pflege dieser geschichtlichen Ueberlieferung dient auch die nachfolgende kurze Vorschau auf Gedenktage des Jahres 1941, in der Männer und Taten gewürdigt werden, die für das Eisenhüttenwesen und seine Weiterentwicklung von besonderer Bedeutung waren. Es kann hierbei natürlich nur eine Auswahl von wichtigen Ereignissen aus der Geschichte des Eisens und einiger Nebengebiete getroffen werden, und zwar sind hier solche Ereignisse berücksichtigt, die vom Jahre 1941 an gerechnet in einem durch 25 teilbaren Jahre zu verzeichnen gewesen sind; noch weiter einschränkend muß bemerkt werden, daß nur Geschehnisse berücksichtigt worden sind, die 50 und mehr Jahre zurückliegen, und daß zum ändern als früheste Angaben aus dem Leben einzelner Männer der 100. Geburtstag und der 50. Todestag erwähnt werden. Es handelt sich also nur um eine Auswahl von Tagen, auf die in kürzester Form hingewiesen wird; irgendeine Vollständigkeit war bei dieser Zusammenstellung nicht angestrebt. Jede Anregung für den Ausbau dieser Vorschau wird jedoch dankbar entgegengenommen.

Vor 225 Jahren, am 14. November 1716, starb Gottfried Wilhelm von Leibniz, der Geistesführer und Kulturpolitiker, Mitbegründer und erste Präsident der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, von dem Friedrich der Große einmal sagte, daß er für sich selbst eine ganze Akademie vorgestellt habe.

Das gleiche Jahr enthält Merktage zweier Unternehmersgeschlechter, deren Namen durch ihre Betätigung auf hüttenmännischem Gebiete bis auf unsere Tage gehen: Georg Giesche und Johann Nikolaus Stumm. Stumm erhielt am 5. Mai 1716 die Genehmigung, den Hammer Birkenfeld anzulegen; damit begann das eisenhüttenmännische Wirken der Familie Stumm, die in Carl Ferdinand von Stumm-Halberg ihren hervorragendsten Vertreter gefunden hat. Giesche beendete am 24. April 1716 seine irdische Laufbahn. Im Jahre 1704 erhielt er von Kaiser Leopold I. ein „Privilegium exclusivum“, die Galmeilager Oberschlesiens auszubeuten. Das von Georg Giesche gegründete Unternehmen besteht bis zum heutigen Tage.

Vor 200 Jahren, mitten im Ersten Schlesischen Krieg, am 25. November 1741, befahl Friedrich der Große die Errichtung zweier Kriegs- und Domänenkammern für Schlesien in Glogau und Breslau, die auch die Aufsicht über das Berg- und Hüttenwesen übernahmen. Am gleichen Tage hatte der König noch besonders des Bergwesens in seinem Besitzergreifungspatent gedacht, in dem er „jeden, der etwas Vernünftiges und Ersprießliches in Bergwerkssachen vorzubringen hätte, solches ungescheut, sogar bei Sr. Majestät allerhöchsten Person, zu thun“ aufforderte. Durch diese Verfügungen wurde der wirtschaftliche Wiederaufbau dieses Landesteiles eingeleitet und nach Beendigung

der Schlesischen Kriege tatkräftig gefördert. Die Hüttenwerke in Kreuzburg und Malapane sowie die nach des Königs Tod erbauten Werke in Gleiwitz und Königshütte, deren Errichtung mit den Namen Heinitz, Reden, Wedding und Holzhausen verbunden sind, geben beredten Ausdruck von der Wiederaufrichtung der Eisenwirtschaft in Schlesien.

Bedeutsam für die Entwicklung des Harzer Berg- und Hüttenwesens wurde die Tätigkeit des Berghauptmanns August Ferdinand von Veltheim, der am 18. September 1741 geboren wurde. Er erhielt im Jahre 1768 die Gesamtleitung der Bergwerke des Hannoverschen Harzes und hat in dieser Stellung durch seinen Scharfblick und sein großes Geschick äußerst segensreich gewirkt. Im Jahre 1790 veröffentlichte er einen Aufsatz unter dem Titel „Ueber einige Hauptmängel der Eisenhütten in Deutschland“, der eine Reihe von Verbesserungsvorschlägen enthält, die in gewissem Sinne ein Programm darstellen, nach dem sich die Fortschritte der Roheisenzeugung in Deutschland in den folgenden Jahrzehnten vollzogen.

Vor 150 Jahren wurde am 7. Februar 1791 als Sohn eines Pfarrers Ernst Alban geboren, der nach seines Vaters Wünsche ebenfalls Pastor werden sollte. Er setzte es aber durch, sich der Medizin zu widmen und erwarb sich als praktischer Arzt in Rostock durch glückliche Staroperationen einen besonderen Ruf. Seine ganze Liebe gehörte jedoch der Dampfmaschine, die er durch die Verwendung hochgespannter Dämpfe zu verbessern suchte. Die ersten Schwierigkeiten boten hier die Dampfkessel. Er kam schließlich zu der heute noch verwandten Wasserrohrkesselbauart mit einer oder zwei Wasserkammern. Seine Dampfmaschinen arbeiteten mit Drücken von 8 bis 40 at, und das zu einer Zeit, da 1 bis 2 at in den großen Niederdruckmaschinen üblich waren. Seine ursprüngliche Absicht, Dampfmaschinen mit 60 bis 80 at zu bauen, konnte Alban leider nicht durchführen. Es mußte noch fast ein Jahrhundert vergehen, ehe dieser Gedanke in die Tat umgesetzt werden konnte. Alban ist in die Reihe der bedeutendsten Pioniere der Dampfmaschine einzureihen.

Vor 125 Jahren, im Jahre 1816, zeigte die Neujahrskarte der Königlichen Eisengießerei zu Berlin u. a. eine Lokomotive, die im Jahre vorher unter der Leitung des Hütteninspektors Kriegler erbaut worden war. Dieser „Dampfwagen“ war die erste Lokomotive des europäischen Kontinents.

Im gleichen Jahre berichten die „Berlinischen Nachrichten“, Nr. 81, daß am Sonnabend, dem 21. Juni, auf einer Spandauer Schiffswerft der Kiel des ersten Dampfbootes gelegt worden sei. Das Boot hatte eine Länge von 130 Fuß und eine Breite von 19 Fuß 4 Zoll. Maschine und Kessel wogen etwa 300 Zentner. Es erhielt den Namen „Prinzessin Charlotte“ und fuhr eine Zeitlang zwischen Berlin, Charlottenburg und Potsdam.

Das Jahr 1816 hat eine besondere Bedeutung für das eisenhüttenmännische Buchschrifttum. Denn einmal ließ C. I. B. Karsten die erste Auflage seines „Handbuches der Eisenhüttenkunde“ in zwei Bänden erscheinen, und zum andern wurde der erste Band des von J. G. L. Blumhof verfaßten „Versuchs einer Enzyklopädie der Eisenhüttenkunde und der davon abhängenden Künste und Handwerke“ herausgegeben. Karsten ließ im Jahre 1828 die zweite Auflage seines Handbuches in vier Bänden und im Jahre 1841 die dritte Auflage in fünf Bänden nebst einem großen Bilderatlas erscheinen. Das Karstense Handbuch ist wohl die bedeutendste Leistung auf dem Gebiete des eisenhüttenmännischen Schrifttums in der ersten Hälfte des 19. Jahrhunderts; es muß wegen seiner Klarheit im Aufbau und wegen der glücklichen Verquickung von Praxis und damaligen wissenschaftlichen Erkenntnissen wohl als das klassische Handbuch jenes Zeitabschnittes bezeichnet werden. Ganz anders Blumhof, der seine Enzyklopädie im Jahre 1821 mit dem vierten Bande abschloß. Dieses bis heute einzigartige lexikalische Werk steht an der Scheide zweier Zeitalter im Eisenhüttenwesen, der Holzkohlen- und der Steinkohlenzeit. Bei dem ungeheuren Sammlerfleiß des Verfassers ist das Werk auch heute noch für die ältere Eisendarstellung als unbedingt zuverlässig zu betrachten und hat großen geschichtlichen Wert, berücksichtigt doch Blumhof sowohl die Angaben eines Agricola oder Biringuccio als auch die seiner Zeitgenossen, wie Karsten, Stünkel, Hoppe, Hausmann, Hassenfratz u. a. m. So gibt Blumhof beispielsweise bereits eine genaue Darstellung des Puddelverfahrens einschließlich der dazu benötigten Oefen, und zwar in einer Zeit, da in Deutschland noch kein Puddelofen in Betrieb war.

Friedrich Krupp in Essen, der in den Jahren 1811/14 mit den beiden Brüdern Kechel, ehemaligen nassauischen Offizieren, und in den Jahren 1815/16 mit dem „Stahlfabrikanten“ Friedrich Nikolai gearbeitet hatte und dabei schweres Lehrgeld hatte bezahlen müssen, ohne auch nur einen Schritt mit seinen Plänen weitergekommen zu sein, übernahm am 15. September 1816 die Gußstahlfabrik allein.

Der Begründer der neuzeitlichen Elektrotechnik und einer der größten deutschen Erfinder überhaupt ist Werner von Siemens, der am 12. Dezember 1816 zu Lenthe in Hannover geboren wurde. Hier soll nur ganz kurz auf seine Verdienste um die dynamoelektrische Maschine hingewiesen werden, die die Möglichkeit gab, elektrischen Strom hoher Spannung und in großen Mengen zu erzeugen. Ohne Elektrizität hätte sich auch wohl das Eisenhüttenwesen nicht in dem Maße entwickeln können.

Schließlich sei noch eines liebenswürdigen Malertalentes gedacht: Pehr Hilleström, der am 13. August 1816 starb, und der uns eine Reihe Gemälde und Zeichnungen aus dem Gebiet des Berg- und Hüttenwesens hinterlassen hat, die uns in ihrer Gesamtheit ein gutes Bild der technischen Einrichtungen aus dem Anfang des 19. Jahrhunderts vermitteln.

Vor 100 Jahren wurde eine Reihe namhafter Eisenhüttenleute geboren, die alle zu ihrem Teil geholfen haben, die Eisenindustrie zur Großindustrie zu entwickeln. Es kann als eigenartiger Zufall betrachtet werden, daß im Jahre 1841 drei Männer das Licht der Welt erblickten, die nacheinander die Geschicke des „Phoenix, Ruhrort“ leiteten. Der erste dieser Männer ist Alexander Thielen, der am 3. Mai 1841 geboren wurde und nach seinen Wanderjahren zu Anfang der 1870er Jahre die technische Leitung des Phoenix übernahm. Ihm gelang nach mühseliger Arbeit die Wiederaufrichtung des durch die Wirtschaftskrise schwer in Mitleidenschaft gezogenen Werkes. Unter seiner Leitung wurde im Jahre 1880 von Philipp Fischer und Franz Freudenberg die erste Rillenschiene gewalzt. Im Jahre 1884 führte er auf seinem Werk das Thomasverfahren ein. Thielen war ein Anhänger des Verbandsgedankens, und seinen Bestrebungen ist das Zustandekommen des Rheinisch-Westfälischen Roheisenverbandes zu verdanken, der sich kurz vor seinem Tode im Jahre 1896 zum Roheisensyndikat erweiterte. Wir wollen an dieser Stelle auf Thielen's Verdienste um die Fahrt der deutschen Eisenhüttenleute nach Amerika im Jahre 1890 gedenken. Er trat damals an die Spitze der Reisegesellschaft und führte auf dem internationalen Kongreß in Pittsburgh den Vorsitz, da er die englische Sprache ebenso meisterte wie die deutsche. Thielen's engster Mitarbeiter, August Spannagel, wurde ebenfalls im Jahre 1841 geboren (22. April). Besonders zu erwähnen ist seine Mitarbeit an der Ausgestaltung des Thomasstahlwerkes sowie sein Eintreten für die Verwendung des Thomasstahles. Spannagel wurde nach Thielen's Tod technischer Generaldirektor des Phoenix, bis er im Jahre 1902 aus gesundheitlichen Rücksichten in den Ruhestand trat. Als die Westfälische Union im Jahre 1898 mit dem Phoenix verbunden wurde, trat deren Generaldirektor Heinrich Kamp, geboren am 31. August 1841, in der gleichen Eigenschaft in die Dienste des Phoenix und übernahm die gesamte Leitung des Unternehmens. Hatte sich Kamp schon auf der Westfälischen Union um die Verbesserung der Drahterzeugung große Verdienste erworben, so zeigte er sich auch nach seinem Uebertritt zum Phoenix als weitschauender Ingenieur und hervorragend begabter Techniker. Er konnte die Erzeugung des Thomasstahlwerkes auf 1000 t täglich steigern, eine für damalige Zeiten ganz besondere große Leistung. Unter seiner Leitung erfolgte die Vereinigung des Hoerder Vereins mit dem Phoenix und der Anschluß des Steinkohlenbergwerkes Nordstern. Dieses machte den Phoenix in der Kohlenversorgung unabhängig, jener vervollständigte sinnvoll das Halbzug- und Fertigwarenprogramm des Werkes.

In der Geschichte der Hochofenzementherstellung hat der Name Hugo Buderus, der am 9. März 1841 geboren wurde, einen guten Klang. Er hat sich zudem als späterer Teilhaber der Buderus'schen Eisenwerke durch die Förderung des Gießereiwesens besondere Verdienste erworben.

Kurz nachdem Alfred Krupp das Bessemervorgehen eingeführt hatte, trat im Jahre 1863 Albert Schmitz (geb. 26. April 1841 zu Eschweiler) in die Dienste der Firma Krupp in Essen und wirkte in dieser Stellung befruchtend auf die Einrichtungen des Bessemerstahlwerkes. Auch war er beteiligt an dem Zustandekommen verschiedener Neuanlagen, wie der hydraulischen Schmiedepressen und des Panzerplattenwalzwerkes.

Fragt man nach den markantesten Hochofnern aus der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts, so verdient der Name Alfred Schilling (geb. 17. Juni 1841 zu Zorge im Harz) dabei stets genannt zu werden. Mitte der 1860er Jahre trat er bei der Firma Jacobi, Haniel & Huysen, der späteren Gutehoffnungshütte, als Hochofeningenieur ein. Unter seinen Zeitgenossen hatte er nicht nur den Ruf eines hervorragenden Hochofners, sondern auch einer eigenartigen, fast eigenwilligen Persönlichkeit, die sich jedoch durch ihre besonderen Leistungen der Achtung ihrer Berufskameraden in höchstem Maße erfreute. Er übte entscheidenden Einfluß auf die Entwicklung der Gutehoffnungshütte zu einem der größten Werke des Ruhrgebietes aus.

Unter den der Eisenindustrie nahestehenden Maschinenbauern sind drei zu nennen, die vor 100 Jahren geboren wurden: Zuerst Hermann Schumm (geb. 2. Februar), der für die Gasmotorenfabrik Deutz zunächst im Auslandsdienst tätig war, der aber dann die bauliche Gestaltung des Otto-Motors maßgebend beeinflusste, in dem er eine große Anzahl mustergültiger Bauweisen für die verschiedensten Arbeitsaufgaben durchbildete. An zweiter Stelle sei Georg Howaldt (geb. 24. März) erwähnt; er führte den Eisenschiffbau an der deutschen Ostseeküste ein und machte sich um das Zustandekommen des Germanischen Lloyds verdient. Endlich gehört noch Theodor Peters (geb. 15. November) hierher, der nach seiner Zusammenarbeit mit Oechelhäuser im Jahre 1882 Geschäftsführer und 1891 Direktor des Vereins Deutscher Ingenieure wurde. In dieser Stellung erwarb er sich große Verdienste um die Hebung des Ingenieurstandes, um die Dampfkesselgesetzgebung, die Schulreform u. a. m. Ergänzend für den Maschinenbau sei noch mitgeteilt, daß am 24. Juli 1841 die erste von August Borsig gebaute Lokomotive ihre erfolgreiche Probefahrt erledigte; sie wurde von der Berlin-Stettiner Eisenbahn in Dienst gestellt.

Unter den Chemikern ist in dieser Reihe Wilhelm Hampe (geb. 18. November) zu nennen, der als Professor an der Clausthaler Bergakademie sich auf dem Gebiete der analytischen Chemie besonders verdient gemacht hat. Als eifriger Vertreter des Verbandswesens war in den letzten Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts Franz Simmersbach (geb. 11. Dezember) eine bekannte Erscheinung; in den 1880er Jahren leitete er die Vereinigung der Koksanstalten, später das Westfälische Kohlen-syndikat, und trat bei dessen Verschmelzung mit dem Rheinisch-Westfälischen Kohlen-syndikat in den Vorstand dieses Syndikates über.

Den Beschluß der Chronik für das Jahr 1841 soll der Geschichtsschreiber Ludwig Beck (geb. 10. Juli) machen; seine fünfbandige „Geschichte des Eisens“ hat im gesamten Welt-schrifttum nicht ihresgleichen. Die großen Entwicklungslinien, die Beck aufgezeigt hat, sind auch heute noch in vollem Umfange als richtig anzusehen, obgleich fast ein halbes Jahrhundert seit dem Erscheinen seines Werkes verflossen ist.

Vor 50 Jahren trat am 1. Oktober das zweite Deutsche Patentgesetz in der Fassung vom 7. April 1891 und das Gesetz zum Schutz der Gebrauchsmuster vom 1. Juni 1891 in Kraft. Im gleichen Jahre wurden zwei Verfahren der Stahlverarbeitung patentiert: Am 28. Januar nahm Heinrich Ehrhardt ein Patent auf sein Preßverfahren zur Herstellung von Hohlkörpern und am 24. Februar Max Mannesmann ein solches auf sein Pilgerschrittwalzverfahren. Ehrhardts ursprünglicher Gedanke sah runde Blöcke vor, die ziemlich genau in eine zylindrische Preßform paßten und in die er durch den Druck einer hydraulischen Presse einen harten Stahldorn treiben wollte, wobei der rotwarme Werkstoff durch den Dorn in der Mitte verdrängt werden und nach oben steigen sollte. Diese Hoffnung ging aber nicht in Erfüllung; da kam ihm der Zufall zu Hilfe. Eines Tages waren die runden Stahlblöcke ausgegangen, und es waren nur noch solche vorhanden mit quadratischem Querschnitt, die aber gerade in die zylindrische Preßform hineinpaßten. Unter Anwendung eines viel niedrigeren Preßdruckes drang der Dorn in den rotwarmen Stahl ein, und als Ergebnis dieses Arbeitsvorganges lag ein sauberer Preßling vor, der mit einem überraschend geringen Aufwand an Preßarbeit hergestellt worden war. Bei dem von Max Mannesmann erfundenen Pilgerschrittverfahren machte das Werkstück eine Hin- und Herbewegung durch, so daß es absatzweise auf einen begrenzten Teil seiner Länge bearbeitet wurde und diese Arbeitsstelle dabei in der Längsrichtung über das ganze Werkstück fortschritt. Auf die durch den Walzenschub bewirkte Bewegung des Werkstückes folgte die sogenannte Vorschubbewegung im entgegengesetzten Sinne. Professor Reuleaux verglich diese Hin- und Herbewegung des Werkstückes mit der Echternacher Springprozeßion, bei der die Teilnehmer nach drei Schritten vorwärts zwei Schritte zurücksprangen, und gab diesem Walzverfahren den Namen Pilgerschrittverfahren.

Das Jahr 1891 ist das Todesjahr verschiedener bekannter Hüttenleute. Zuerst sei Wilhelm Hegenscheidt (gest. 1. April) genannt, der zu Anfang der 1850er Jahre die Drahtindustrie in Oberschlesien einführte; im Jahre 1865 erwarb er die Baildon-Hütte in Kattowitz und baute sie nach und nach zu einem der ersten Werke seiner Zeit aus. Ihm folgte am 15. April Ernst Fromm im Tode nach; er wurde dadurch bekannt, daß er in den 1840er Jahren das Meyersche Hüttenwerk zu Neuhaus in Thüringen erbaute, das aber kurz vor der Fertigstellung durch die Revolution von 1848 zum Erliegen kam und nie eine Tonne Stahl erzeugt hat. Kurze Zeit darauf kam Fromm zur Maximilianshütte, die er von einem kleinen, nur wenig leistungsfähigen Werk zu einer namhaften Eisenhütte entwickelte. Am 9. August

verschied Louis Berger, der die ersten Gewehrläufe aus Gußstahl für das Dreysesche Zündnadelgewehr lieferte. Sein Name ist bis heute lebendig geblieben in der von ihm verfaßten Biographie von Friedrich Harkort. Am 20. August schloß Jean Louis Piedboeuf die Augen für immer. Er errichtete im Jahre 1863 in Düsseldorf eine Dampfkesselfabrik und erbaute daneben noch ein Blechwalzwerk und ein Röhrenwerk. Piedboeuf war ein vielseitig begabter Ingenieur, der sich bereits in den 1880er Jahren um die Auswertung der deutschen Erdöllager bemühte. Am 12. Januar 1891 starb Gustav Natorp, der langjährige Geschäftsführer des Vereins für die bergbaulichen Interessen in Essen. Der Schöpfer der neuzeitlichen Gasmaschine ist Nikolaus August Otto (gest. 26. Januar 1891), der zusammen mit Eugen Langen eine Fabrik zur Herstellung von Gasmotoren gründete. Seine erste Tat war die Schaffung der atmosphärischen Gasmaschine, die dem jungen Unternehmen die ersten Verdienstmöglichkeiten gab. Der vorwärtsstrebende Geist Ottos aber gab sich mit dieser Maschine nicht zufrieden, und im Jahre 1877 konnte er seine Viertaktmaschine zum Patent anmelden. Das Polytechnikum in Aachen, das im Jahre 1870 gegründet wurde, war in seinem Aufbau und seiner Einrichtung das Werk seines ersten Direktors August von Kaven, der am 19. Mai 1891 starb. Endlich ist, als einer der Begründer der Steinkohlenchemie, noch Fritz Muck zu nennen, der am 2. Januar 1891 starb. Er war ein äußerst fruchtbarer Schriftsteller auf seinem Fachgebiete, dabei ein scharfer Kritiker, dem jede Afterwissenschaft ein Greuel war; ihn zeichnete ein besonderer Humor aus, der mit-unter, etwas ins Sarkastische gehend, fein beobachtend über fachwissenschaftliche Dinge fabulierte. Seine beiden Büchlein „Chemische Elemente“ und „Für Eisenhüttenleute und dgl.“ sind köstliche, auch heute noch lesenswerte Proben seines Könnens.

Herbert Dickmann.

Lehrkurse für kolonialen Bergbau.

Die Bergakademie Freiberg veranstaltet vom 5. Mai 1941 an für die Dauer von acht Wochen Lehrkurse für kolonialen Bergbau zum Soforteinsatz von Berg- und Hütteningenieuren. Die Kurse bestehen aus einem umfassenden Vorlesungsprogramm sowie aus Übungsstunden und Besichtigungen. Nähere Auskunft erteilt die Forschungsstelle für kolonialen Bergbau an der Bergakademie Freiberg i. S., Brennhausgasse 14.

Preis Ausschreiben der Siemens-Ring-Stiftung.

Die Siemens-Ring-Stiftung, die am 13. Dezember 1916, am 100. Geburtstag von Werner von Siemens, gegründet wurde, hat sich u. a. die Aufgabe gestellt, das Andenken großer Männer der Technik durch Verbreitung von Biographien zu ehren. Um die Herausgabe derartiger geeigneter Lebensbeschreibungen zu fördern, hat sie ein Preis Ausschreiben erlassen, das bereits in den Jahren 1938 bis 1940 mit Erfolg durchgeführt wurde. Das Preis Ausschreiben ist für die Jahre 1941 bis 1943 verlängert worden, und zwar ist für jedes Jahr ein Preis von 1000 RM ausgesetzt worden für die beste Biographie eines verstorbenen großen deutschstämmigen Ingenieurs.

Bewerbungen für das Jahr 1941 sind bis zum 1. September 1941 bei der Geschäftsstelle der Siemens-Ring-Stiftung, Berlin NW 7, Hermann-Göring-Straße 27, einzureichen, von der auch die näheren Bedingungen angefordert werden können.

Archiv für das Eisenhüttenwesen.

Analytische Untersuchung basischer Siemens-Martin-Schlacken.

Ernst Diepschlag¹⁾ benutzte die analytischen Verfahren zur Bestimmung des freien Kalkes und des freien Eisenoxyduls in basischen Siemens-Martin-Schlacken. Zwei Versuchsschmelzen aus einem 40-t-Ofen und einem 120-t-Ofen werden beobachtet, aus den Schlackenanalysen der Schlackenaufbau berechnet und daraus der Reaktionszustand des Kalkes dargestellt. Ein großer Teil des eingesetzten Kalkes ist frei in Lösung, im kleinen Ofen sind außerdem geringe Mengen frei in fester Phase vorhanden.

Anwendung der Ergebnisse der Gleichgewichtsforschung auf Ofenatmosphären und Fragen der entkohlungs-freien und Blankglühung.

Von Gustav Neumann²⁾ wurden Kurventafeln entwickelt, die die Bedingungen angeben, unter denen ein beliebiges Gas bei höheren Temperaturen sowohl in sich selbst als auch (in bezug auf Oxydation oder Reduktion) gegenüber Eisen und anderen Metallen und (in bezug auf Aufkohlung oder Entkohlung) gegenüber Eisen-Kohlenstoff-Gefügen im Gleichgewicht ist.

¹⁾ Arch. Eisenhüttenw. 14 (1940/41) S. 421/26.

²⁾ Arch. Eisenhüttenw. 14 (1940/41) S. 429/38 (Wärme-stelle 291).

Für ein aus teilweise verbranntem Koksofengas erzeugtes Glühofenschutzgas ist ein besonderes Zustandsbild entwickelt worden, das neue Aufschlüsse über die Eignung dieses Gases für Blankglühzwecke und entkohlungs freie Glühung ergibt.

Beanspruchungsart und Wechselhaftigkeit von Gußeisen und Temperguß.

An glatten Prüfstäben und an Proben mit Querbohrung oder Spitzkerb verschiedener Gußeisensorten und an glatten Proben des Tempergusses Te 38 führten Anton Pomp und Max Hempel¹⁾ Wechselversuche unter Zug-Druck-, Biege- oder Verdrehbeanspruchung bei unterschiedlichen Mittelspannungen durch. Aus den Biegeversuchen ohne statische Vorspannung an Flachproben von drei Gußeisensorten ist festzustellen, daß sich sowohl für Vollstäbe als auch für Stäbe mit Querbohrung bei allseitiger Bearbeitung eine höhere Wechselhaftigkeit ergibt als für Proben mit Gußhaut. Das Verhältnis der Biegewechselhaftigkeit von Lochstab zu Vollstab liegt bei der Verwendung von Flachproben in dem Bereich von 0,50 bis 0,78. Die Wechselbiegeversuche an Rundproben verschiedener Gußeisensorten bestätigten erneut, daß bei Verwendung kleiner Proben die Biegewechselhaftigkeit durch äußere Formkerben nicht oder nur in geringem Maße beeinflusst wird. Zu dem gleichen Ergebnis führten auch die an Rundproben durchgeführten Zug-Druckversuche. Während für Vollstäbe von Stählen das Verhältnis von Zug-Druck- zu Biegewechselhaftigkeit in dem Bereich von 0,50 bis 0,96 liegt, wurde es für die geprüften sechs Gußeisensorten zu 0,35 bis 0,58 gefunden.

Sowohl für geglühte und ungeglühte als auch für allseitig bearbeitete und mit Gußhaut versehene Proben des untersuchten Tempergusses Te 38 liegt die Verdrehwechselhaftigkeit bei der Mittelspannung Null um rd. 1,5 bis 3,0 kg/mm² höher als die Zug-Druck-Wechselhaftigkeit.

Bei den Zug-Druck-Wechselversuchen mit Vorspannung war sowohl bei den Gußeisen als auch beim Temperguß eine Vergrößerung des Spannungsausschlages mit zunehmender Druckmittelspannung festzustellen; bei den Verdrehdauerversuchen an Temperguß waren die Aenderungen der Spannungsausschläge mit wachsender Mittelspannung gering. Während bei den Zug-Druckversuchen mit höheren Druckvorspannungen die Brüche bei Gußeisen einen Winkel von 80 bis 40° zwischen Krafrichtung und Bruchfläche aufwiesen, verlief der Bruch an den Proben des Tempergusses senkrecht zur Krafrichtung, wobei die Zone des Dauerbruches und Gewaltbruches nach Freilegung der Bruchfläche deutlich erkennbar war.

Dauerstandversuche mit stufenweiser Belastung bei 700 und 800°.

An vier Chrom-Mangan- und zwei Chrom-Kobalt-Stählen führten Alfred Krisch und Siegfried Eckardt²⁾ 1- und 10-h-Stufenversuche bei 700 und 800° durch und werteten sie nach dem Knickpunktverfahren aus. Die Gegenüberstellung mit der aus Langzeitversuchen bekannten 1-%-Grenze zeigt, daß die Stufenversuche ebenso wie das Verfahren nach DIN-Vornorm DVM A 117/118 zu hohe Dauerstandfestigkeitswerte ergeben. Die Langzeitversuche können daher für die endgültige

¹⁾ Arch. Eisenhüttenw. 14 (1940/41) S. 439/49 (Werkstoffaussch. 535).

²⁾ Arch. Eisenhüttenw. 14 (1940/41) S. 451/53 (Werkstoffaussch. 536).

Beurteilung von Werkstoffen bei hohen Temperaturen noch nicht entbehrt werden.

Das System Eisen-Eisensulfid-Eisensilizid.

Schwefeleisen ist mit dem Eisensilizid FeSi im Gleichgewicht. Das hierdurch abgegrenzte Teilsystem Eisen-Eisensulfid-Eisensilizid des Dreistoffsystems wurde von Rudolf Vogel, Charlotte Ushinski und Ursula Theune¹⁾ thermisch und mikroskopisch untersucht.

Schwefeleisen und Eisensilizid sind, wie sich dabei ergab, im flüssigen Zustand nur wenig ineinander löslich. Dies ist die Ursache einer das untersuchte Teilgebiet beherrschenden Mischungslücke. Ihr Verlauf nebst Konodenrichtungen und das Vorhandensein eines unteren kritischen Punktes nahe der Seite Eisen-Eisensulfid wurde festgestellt. Besonderheiten sind ein Dreiphasengleichgewicht, der Temperaturhöchstwert in der Schichtungslücke und ein eutektisches Dreiphasengleichgewicht mit Temperaturhöchstwert, dessen eine feste Phase der Ueberstruktur-Mischkristall Fe₃Si ist.

Silizium gehört zu den Elementen, die wie Kohlenstoff und Phosphor als Zusätze zu schwefelhaltigem flüssigem Eisen die Abtrennung einer schwefelreichen flüssigen Schicht bewirken und dadurch die entschwefelnde Wirkung des Mangans im Roheisen begünstigen müssen.

Untersuchung und Steigerung der Leistung einer Blockstraße.

Die gestellte Aufgabe wurde mit Arbeits- und Zeitstudien begonnen. Hierbei untersuchte Hans Euler²⁾ die einzelnen auf die Leistung wirkenden Einflußgrößen, wie Blockgewicht, Blockwalzzeit, Stichwalzzeit, Anstellzeit, Umkehrzeit, Walztemperatur und Endquerschnitt. Das übliche Auswertungsverfahren der Mittelwertbildung reichte hierbei nicht aus; diese statische Betrachtungsweise wurde daher durch eine funktionale ersetzt. So ließ sich z. B. die Walzzeit zunächst als abhängig von der Walztemperatur nachweisen und außerdem in einen fixen, von der Blocktemperatur unabhängigen, und in einen von der Blocktemperatur abhängigen Zeitanteil zerlegen.

Die zunächst ausschließlich auf Zeit- und Arbeitsstudien ausgerichtete Untersuchung mußte im weiteren Verlauf auch in benachbarte Gebiete vorstoßen. Hierbei galt es, nicht nur zeitwirtschaftliche, sondern auch wärme- und stoffwirtschaftliche ja sogar walztechnische Ueberlegungen zu berücksichtigen. Auch der ursprünglich auf die Blockstraße begrenzte Umfang der Studie mußte bis zum Tiefofen erweitert werden. Dies alles zeigt, wie vielseitig daher jede derartige betriebswirtschaftliche Studie sein kann.

Das Ergebnis der vorliegenden Untersuchung brachte bei gleichbleibendem Blockgewicht durch Senkung der Folgezeit und der Verlustzeit eine Leistungssteigerung um rd. 15 %.

Bei der Darstellung dieser Untersuchung, die praktische Werte verwendet, kam es nicht so sehr auf die Kennzeichnung des Einzelfalles an, als vielmehr auf die Systematik, die dieser Untersuchung zugrunde lag. Sie versucht damit nicht nur für Blockstraßen, sondern für alle gleich oder ähnlich gelagerten Fälle einen brauchbaren Weg zu zeigen.

¹⁾ Arch. Eisenhüttenw. 14 (1940/41) S. 455/62 (Werkstoffaussch. 537).

²⁾ Arch. Eisenhüttenw. 14 (1940/41) S. 465/72 (Betriebsw.-Aussch. 182).

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

(Patentblatt Nr. 11 vom 13. März 1941.)

Kl. 1 b, Gr. 4/01, D 81 761. Dauermagnetischer Scheider. Erf.: Herbert Closset, Dortmund. Anm.: Deutsche Edelstahlwerke, A.-G., Krefeld.

Kl. 7 a, Gr. 25, Sch 114 704. Verschiebevorrichtung für das Walzgut von Walzwerken. Erf.: Karl Neumann, Düsseldorf. Anm.: Schloemann A.-G., Düsseldorf.

Kl. 7 a, Gr. 27/04, D 78 757. Walzgutüberhebemisch, insbesondere für Fein- und Mittelblechwalzwerke. Erf.: Helmut Roth, Duisburg. Anm.: Demag, A.-G., Duisburg.

Kl. 18 c, Gr. 8/90, R 105 031. Blankglühtunnelofen. Hans Werner Rohrwasser, Schkeuditz.

Kl. 18 c, Gr. 10/02, D 82 126. Verfahren zur Entfernung von eisenoxydhaltigen Schlacken in Walzwerksöfen. Erf.:

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

Dr. phil. Hubert Grewe, Dortmund-Hörde, und Dr. phil. Karl Quandt, Dortmund. Anm.: Dortmund-Hoerder Hüttenverein, A.-G., Dortmund.

Kl. 18 d, Gr. 2/20, K 157 001; Zus. z. Anm. K 144 027. Die Verwendung von Stahllegierungen, die nach dem Verfahren gemäß Anmeldung K 144 027 VI/18 b hergestellt sind. Erf.: Dr.-Ing. Hans Scholz, Dortmund, und Dipl.-Ing. Werner Holtmann, Düsseldorf. Anm.: Kohle- und Eisenforschung, G. m. b. H., Düsseldorf.

Kl. 31 a, Gr. 2/40, L 98 314. Schmelzrinnen-Induktionsöfen. Erf.: Dipl.-Ing. Karl Mitlehner, Berlin. Anm.: Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Berlin.

Kl. 31 a, Gr. 2/40, V 35 979. Verfahren zum Herstellen von feuerfesten Auskleidungen für Hochfrequenzöfen. Erf.: Dr.-Ing. Franz Czedik, Groß-Veitsch. Anm.: Veitscher Magnesitwerke, A.-G., Wien.

Kl. 31 c, Gr. 16/02, Q 2229. Verfahren und Vorrichtung zum Umwandeln des Gefüges von Hartgußwalzen. Erf.: Lazare Quincy, Mont Saint Martin (Meurthe & Moselle, Frankreich).

Anm.: Société des Acières de Longwy und Lazare Quincy, Mont Saint Martin (Meurthe & Moselle, Frankreich).

Kl. 48a, Gr. 1/04, S 137 808. Vorrichtung zum elektrolytischen Beizen von Blechen. Erf.: Martin Kirchner, Berlin-Lankwitz. Anm.: Siemens & Halske, A.-G., Berlin-Siemensstadt.

Kl. 48 a, Gr. 11, C 55 438; Zus. z. Pat. 660 306. Vorrichtung zum Herausziehen von Blechtafeln aus galvanischen Bädern. Erf.: Walter Loh, Düsseldorf-Benrath. Anm.: Capito & Klein, A.-G., Düsseldorf-Benrath.

Kl. 48 a, Gr. 11, C 55 439; Zus. z. Pat. 660 306. Vorrichtung zum Einführen von Blechtafeln in galvanische Bäder. Erf.: Walter Loh, Düsseldorf-Benrath. Anm.: Capito & Klein, A.-G., Düsseldorf-Benrath.

Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

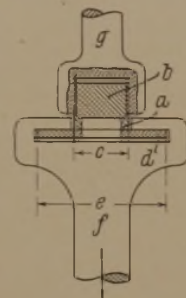
(Patentblatt Nr. 11 vom 13. März 1941.)

Kl. 31 a, Nr. 1 498 773. Tiegelartiger Niederfrequenz-Induktionsofen mit Abstichöffnung. Brown, Boveri & Cie., A.-G., Mannheim-Käfertal.

Deutsche Reichspatente.

Kl. 42 k, Gr. 20₀₁, Nr. 698 709, vom 13. August 1938; ausgegeben am 15. November 1940. Kohle- und Eisenforschung, G. m. b. H., in Düsseldorf. (Erfinder: Dr.-Ing. Wilhelm Püngel in Dortmund und Otto Mellinghaus in Dortmund-Hörde.) Verfahren zum Prüfen der Haftfestigkeit der Plattierung auf plattierten Blechen.

Aus dem Grundblech a wird ein Zylinder b vom Durchmesser c herausgearbeitet, während die Plattierung d eine zu dem Zylinder koaxiale Scheibe mit dem größeren Durchmesser e bildet. Auf diese Weise entstehen an der Plattierung d ringförmige Angriffsflächen für ein zangenartiges Werkzeug f, mit dem die Zugkraft an der in der Trennfläche liegenden Angriffsfläche angreift, deren Breite nicht größer ist als die Dicke der Plattierung, während der Zylinder b an dem Widerlager mit dem Werkzeug g befestigt ist, das in Gestalt einer Zange oder mit Schraubengewinde an dem Zylinder b angreift.



Wirtschaftliche Rundschau.

Erfolge unserer Handels- und Finanzpolitik.

In der Hauptversammlung der Deutschen Reichsbank am 12. März 1941 gab Reichswirtschaftsminister und Reichsbankpräsident Walther Funk einen eindrucksvollen Ueberblick über die deutsche Zins- und Wirtschaftspolitik sowie über die Kriegsfinanzierung des Reiches. Er führte u. a. aus:

Unsere Währung und unser Geldwesen haben sich im kriegsmäßigen Einsatz voll bewährt. Im zwischenstaatlichen Verkehr hat sich die Reichsmark im vergangenen Jahre so durchgesetzt, daß sie heute in Europa praktisch die Führung hat, während der Sterling seinen Charakter als internationales Zahlungsmittel weitgehend einbüßte. Das stolze Wort der Engländer „Stark wie das Pfund und fest wie die Bank von England“ ist zu einer geschichtlichen Erinnerung geworden.

Nach der klassischen Währungslehre, die in Großbritannien angeblich doch noch gültig ist, müßte ein sinkender Pfundkurs die englische Ausfuhr fördern und die Einfuhr drosseln. Die kriegswirtschaftlichen Notwendigkeiten Englands verlangen und erzwingen jedoch gerade eine entgegengesetzte Entwicklung. Auch die Goldautomatik arbeitet in England mit umgekehrten Vorzeichen. Was nützt also ein Goldstand, wenn er praktisch außer Kraft ist und den internationalen Kursrückgang einer Währung nicht aufhalten kann? Währungs- und Deckungsgrundsätze, die in Krisenzeiten, also dann, wenn sie am notwendigsten sind, aufgehoben werden müssen, bedeuten keine Sicherung, sondern eine Gefahr für die Währung, also auch für die Wirtschaft, für Staat und Volk. Die nationalsozialistische Währungspolitik stellt sich auf den Boden der Tatsachen und der staatlichen Notwendigkeiten. Die äußere Stetigkeit der Währung kann nur erhalten bleiben, wenn sich die Leistungen im zwischenstaatlichen Geld- und Güterverkehr ausgleichen. Devisenbewirtschaftung und Abrechnung sichern bei uns den geldmäßigen, die Außenhandelsüberwachung den gütermäßigen Ausgleich im Auslandsverkehr. Selbstverständlich ist die Devisenbewirtschaftung in der heutigen Form kein Musterbild für die staatliche Lenkung; sie ist aber unentbehrlich. Manches wurde schon vereinfacht und verbessert. Ähnliches gilt auch für das Verrechnungsverfahren, durch das die Geld- und Güterströme hindurchgeschleust werden. Hier haben wir im vergangenen Jahre schon sehr beachtliche Anhaltspunkte für eine Auflockerung der Verrechnungsverfahren geschaffen, und glauben, daß auf diesem Wege noch weitere Fortschritte erzielt werden können.

Wichtiger als die Zahlungstechnik ist aber die Bereitschaft der europäischen Staaten, ihre Erzeugung und ihren Güteraustausch zu verstärken. Erzeugungs- und verkehrsmäßig sind die Voraussetzungen hierfür günstig. Es kommt nunmehr darauf an, aus der europäischen Notgemeinschaft des Krieges eine Lebensgemeinschaft im Frieden zu machen. Dies kann nur auf der Grundlage eines natürlichen Wirtschaftsausgleichs unter staatlicher Führung verwirklicht werden. Diesem Grundsatz verdanken wir die großen handelspolitischen Erfolge der vergangenen Jahre und die günstige Außenhandelsentwicklung im Kriege. Trotz der englischen Seesperre hat der deutsche Außenhandel in den letzten Monaten wieder nahezu den Vorkriegsstand erreicht. Das Bild wird noch günstiger, wenn man

berücksichtigt, daß in unseren früheren Außenhandelszahlen auch der Verkehr mit dem Protektorat und mit den Ostgebieten enthalten war, während diese Umsätze heute nur noch als Binnenhandel in Erscheinung treten. Unser Güteraustausch mit den Ländern Europas (ohne England und Frankreich) hat sich im vergangenen Jahr wertmäßig um rd. 65 % erhöht. Wenn auch die Steigerung zu einem Teil auf die veränderte Preislage zurückzuführen ist, so zeigt sie dennoch einwandfrei, daß sich unsere Leistungsfähigkeit im Kriege bedeutend erhöht hat. Die zahlreichen Handelsverträge des letzten Jahres beweisen ferner, daß wir der britischen Sperre wirksam zu begegnen wissen.

Wir lehnen das Gold als Deckungsgrundlage für die Währung ab. Das Gold gewährleistet heute nicht mehr den Wert des Goldes; jede Aenderung des Goldpreises aber führt dann zwangsläufig zu einer Aenderung der übrigen Preisverhältnisse. Eine dauernde Festigung des Geldwertes ist daher überhaupt nur möglich, wenn die Warenpreise stabilisiert werden und wenn die Arbeit des Volkes, der Ausgleich der Wirtschaftsbilanzen und die Autorität des Staates die Stetigkeit der Währung gewährleisten. Währungspolitisch ergeben sich hierbei zwei wichtige Folgerungen:

1. Preise und Löhne sind nicht mehr ein Werkzeug der Erzeugungslenkung, sie werden vielmehr unveränderlich gehalten und sichern damit auch die Stetigkeit unserer Währung.
2. Die Aufgaben der Kriegsfinanzierung haben sich entsprechend vereinfacht: sie hat für die Aufbringung der erforderlichen Mittel und für die Abschöpfung der freigesetzten Kaufkraft zu sorgen.

Die deutsche Kriegsfinanzierungspolitik ist bestrebt, einen möglichst hohen Teil der Kriegsausgaben durch Steuern zu decken. Zur Deckung der gesamten Kriegskosten reichen natürlich auch die erhöhten Steuereinnahmen nicht aus. Das Reich muß daher für die Restfinanzierung Kreditmittel in Anspruch nehmen. Die Aufnahme der notwendigen Geldmarktkredite war im vergangenen Jahre zu jedem Zeitpunkt und praktisch in beliebiger Höhe möglich, weil sich aus dem Bereich der gewerblichen Wirtschaft fortlaufend große Beträge freier Kaufkraft in Form von täglichem Geld oder kurzfristigen Depositen bei den Kreditinstituten niederschlugen.

Die Börse stand monatelang im Zeichen eines geradezu ständigen Warenmangels, der kurssteigernd wirken mußte. Die Aktienkurse sind im Durchschnitt stärker gestiegen, als dies durch die Zinsverbilligung gerechtfertigt erscheint. Die tatsächliche Verzinsung der Aktien lag zeitweise kaum noch über dem Zinssatz der Reichspapiere. Das ist ein ungesunder Zustand. Es liegt im Wesen der Aktie, daß sie ein größeres Risiko einschließt als die festverzinslichen Werte und erst recht als die Reichspapiere. Wenn die Privatwirtschaft risikolos wird, dann gibt sie sich selbst auf. Dann braucht man nämlich keine Privatwirtschaft mehr! Die höhere Verzinsung ist ja gerade in dem größeren Wagnis begründet. Der ewige Ruf nach Reichsgarantien ist ja geradezu ein Armutszeugnis für die private Initiative. Gewiß gibt es heute und wird es in Zukunft

noch weiterhin Aufgaben geben, die nur als Gemeinschaftsaufgabe gelöst werden können. Hierbei sollte die private Wirtschaft weitgehend beteiligt werden. Aber darüber hinaus wird der privaten Initiative und dem privaten Unternehmer ein großes Feld der Betätigung bleiben und nach dem Krieg in größerem Umfange erschlossen werden. Allerdings wird diese Betätigung auch Risiken einschließen. Aufgabe der Wirtschafts- und insbesondere der Steuerpolitik ist es natürlich, die Wirtschaft nicht so zu belasten und so zu gängeln, daß jegliche Risikoübernahme von vornherein unmöglich gemacht wird.

Und wer garantiert denn die Dividenden? Niemand! Also auch hier ist das Risiko nicht beseitigt. Die Durchschnittsdividende der deutschen Aktiengesellschaft liegt zur Zeit bei etwa 6%. Durch den Anleihestock wurden höhere Dividenden als 6 oder 8% nicht ausbezahlt, sondern auf mehrere Jahre zurückgehalten. Der Anleihestock löst aber die Frage der Gewinnausschüttung nur höchst unvollkommen. Deshalb müssen wir zu einer Neuregelung kommen. Ausschüttungen über 6% sollen einer möglichst prohibitiven Besteuerung unterliegen. Da nun aber in der Mehrzahl der Fälle, wo eine höhere Dividende ausgeschüttet wird, eine Unterkapitalisierung vorliegt, muß den Gesellschaften die Möglichkeit zu einer Beseitigung der Unterkapitalisierung, d. h. zu einer Berichtigung des Aktienkapitals, gegeben werden. Der Grund für diese Entwicklung liegt darin, daß die Industrie jahrelang nicht an den Kapitalmarkt herangelassen worden ist. Dies hatte zur Folge, daß einmal Dividenden erklärt wurden, die unnatürlich waren, weil die Bilanz unwahr war, und daß zweitens die Selbstfinanzierung weitestgehend Platz griff, die volkswirtschaftlich bedenklich ist, weil sie auf Kosten der Steuereinnahmen des Staates geht. Jetzt ist der Kapitalmarkt aber so aufnahmefähig wie nur je, und deshalb müssen wir diese Reste einer fehlerhaften Finanzpolitik beseitigen. Hierzu werden die notwendigen gesetzlichen und steuerlichen Voraussetzungen geschaffen werden. Berechtigte Ansprüche der Aktienbesitzer werden auf diese Weise auch bei geringeren Ausschüttungen gewahrt werden können.

Die Zinsfrage betrachte ich nicht für sich, sondern im Rahmen unserer gesamten Wirtschafts- und Finanzpolitik. Wie

bisher wird die Zinsgestaltung daher auch künftighin sowohl die wirtschaftlichen als auch die finanzpolitischen Belange berücksichtigen müssen. Alle Maßnahmen, die wir im vergangenen Jahr auf diesem Gebiet getroffen haben, hatten nur das eine Ziel: Senkung der Kriegskosten des Reiches. In einem gesunden verantwortungsbewußten Staatswesen muß die Kriegsfinanzierung so billig wie nur möglich sein. Die Finanzkraft des Reiches ist ein wesentlicher Teil der Wirtschaftskraft des deutschen Volkes. Ein starker Reichskredit ist daher immer das Zeichen für eine starke Kriegswirtschaft und eine gesunde Währung. Und je billiger der Reichskredit, desto geringer ist auch der für seine Verzinsung erforderliche Steuerbedarf. Jede Million an ersparten Zinsen ermöglicht es dem Reich, 25 bis 30 Mill. *RM* neue Kredite aufzunehmen, ohne daß hierdurch eine zusätzliche Haushaltsbelastung eintritt. Die staatlichen Zinssenkungsbestrebungen waren daher ein unbedingtes finanzpolitisches Erfordernis, sie waren darüber hinaus auch volkswirtschaftlich gerechtfertigt.

Auch künftighin werden wir zinspolitische Entscheidungen nur dann treffen, wenn sie unbedingt notwendig sind. Denn eines ist uns völlig klar: Je weiter die Zinsen gesenkt werden, desto sorgfältiger müssen die Vor- und Nachteile einer Zinssenkung erwogen werden und desto größer wird das Gewicht der Nachteile: Die Frage der Kapitalbildung tritt dann in den Vordergrund; auch die Konversionsfrage spitzt sich zu; vor allem aber würden sich auch die sozialen und psychologischen Bedenken verstärken. Alle Maßnahmen, die wir bisher getroffen haben, wurden von dem unerschütterlichen Vertrauen des Volkes zu der Führung und von einem unbeirrten Zukunftsglauben getragen. Das beweist am besten die bisherige Entwicklung der Spareinlagen. Das deutsche Volk hat in 16 Kriegsmonaten soviel gespart wie zuvor in rd. 6 Jahren! Auch die Abhebungen von den Sparkonten sind beträchtlich zurückgegangen. Ende 1940 betrug allein die bei den ausweispflichtigen Sparkassen und Kreditbanken erfaßten Spareinlagen eine Summe von über 30 Milliarden *RM*. Eine Zahl, die wahrlich Großdeutschlands würdig ist! Wir können daher schon verstehen, daß uns die übrige Welt um unsere Kriegsfinanzierung beneidet.

Fried. Krupp, Aktiengesellschaft, Essen.

Das Geschäftsjahr 1939/40 stand ganz im Zeichen des Krieges, der sich auf allen Gebieten bemerkbar machte und neue Fragen aufwarf, zu deren Lösung die Gesellschaft nach besten Kräften beitrug. Eine Reihe Rohstoffvorkommen im Inland, im besetzten Gebiet und im neutralen Ausland wurden von der Firma Krupp allein oder durch ihre Mithilfe mit großen Mitteln erweitert oder neu erschlossen. Der Ausbau wichtiger Werke in verschiedenen Teilen des Reiches war bei Kriegsbeginn größtenteils beendet. Die Werke kamen zum Anlauf oder vergrößerten ihre Erzeugung. Die Kosten entwickelten sich nicht einheitlich. Ermäßigungen wurden in solchen Werkstätten erzielt, die in Reihenfertigung arbeiten konnten. Sie waren nur in verringertem Umfange oder gar nicht zu erreichen, wo aus technischen Gründen viel handwerkliche Arbeit oder Einzel fertigung in Frage kam. Solche Erzeugnisse stellen einen wichtigen Teil der Fertigung dar. Das Bestreben, die kostensteigernden Einflüsse zu hemmen oder ihre Auswirkungen durch Kostensenkungen an anderen Stellen zu beseitigen, fand seine Grenze an der Notwendigkeit, die Güte der Erzeugnisse aufrechtzuhalten oder zu verbessern. Daß sich ihre Erzeugnisse im Kriege bewährt haben, erfüllt die Gesellschaft mit Genugtuung und bestärkt sie in dem Bestreben, alle zur Verfügung stehenden Mittel anzuwenden, um die technische Güte der deutschen Rüstung zu erhalten und so dazu beizutragen, der Wehrmacht Opfer zu ersparen.

Gefolgschaft.

Die Gefolgschaft hat sich wiederum — trotz den Erschwernissen der Kriegszeit — verantwortungsbewußt und freudig eingesetzt, um die Anforderungen, die an das Werk gestellt werden, zu erfüllen. Als Folge der Neueinstellungen hat sich die Gruppe der Werksangehörigen mit kurzer Beschäftigungsdauer verstärkt. Trotzdem ist der Anteil der langjährig Beschäftigten beträchtlich geblieben. Im Bereich der Fried. Krupp Aktiengesellschaft sind 37% der Gefolgschaft über 10 Jahre, 14 über 25 Jahre und ein beachtlicher Teil 40 Jahre und darüber beschäftigt.

Besonders nachdrücklich hat sich die Gesellschaft wiederum der Ausbildung eines tüchtigen Nachwuchses angenommen und in Würdigung der Facharbeiterfrage über den Rahmen eigener Betriebsnotwendigkeiten hinaus eine große Anzahl von Jugendlichen in die Lehre genommen. Durch Umschulung, Weiterbildung und zweckmäßigeren Einsatz vorhandener Fachkräfte

war es vielfach möglich, die Leistungsfähigkeit des einzelnen zu steigern und Lücken zu schließen. Aufgaben besonderer Art stellten die herangezogenen weiblichen, meist berufsfremden Arbeitskräfte, die in eigenen Anlern- und Schulungskursen für ihre neue Tätigkeit ausgebildet werden mußten; dabei wurden gute Erfolge erzielt.

Der Ausbau der betrieblichen Sozialeinrichtungen und die Betreuung der Gefolgschaftsmitglieder wurde auch während des Krieges fortgesetzt. Die sozialpolitische Arbeit erhielt ihre öffentliche Anerkennung durch die Verleihung der Auszeichnung „Nationalsozialistischer Musterbetrieb“ sowie der Goldenen Fahne an die Fried. Krupp Aktiengesellschaft mit allen zugehörigen Werken und Gesellschaften. Auf dem Gebiete des Wohnungswesens konnte die Zahl der werkseigenen und -geförderten Wohnungen um 824 auf 34 174 erhöht werden.

Im neuen Geschäftsjahr sind die Werke nach wie vor angespannt beschäftigt; es ist gelungen, eine weitere Umsatzsteigerung zu erzielen.

Ueber die einzelnen Arbeitsgebiete ist im einzelnen folgendes zu berichten:

Kohlenbergbau.

Die Förderung von Kohle wies trotz des seit Jahren planmäßig durchgeführten Ausbaues der Betriebsanlagen und -einrichtungen — wenn die Förderung der neuerworbenen Zeche Mont-Cenis außer Betracht bleibt — einen leichten Rückgang auf. Dem Mangel an Bergleuten konnte teilweise durch Einsatz ausländischer Arbeitskräfte begegnet werden.

Erzbergbau.

Die Förderung der Eisenerzgruben im Siegerland, im Lahngebiet und in Mitteldeutschland konnte wiederum erhöht werden. Damit wurde ein neuer Höchststand der Eisenerzförderung erreicht. Die Aufschluß- und Ausbauarbeiten wurden planmäßig fortgeführt. Sie können voraussichtlich im laufenden Geschäftsjahr abgeschlossen werden. Die geförderten Nickelerze wurden in einer Rennanlage zu Nickel-Eisen-Luppen verarbeitet.

Eisen- und Stahlbetriebe.

Friedrich-Alfred-Hütte, Rheinhausen. Die Rohstahlerzeugung der Hütte hat die vorjährige Höchstleistung nicht voll erreichen können. Der Versand an Walzwerkserzeugnissen weist einen Rückgang auf, allerdings mit erheblichen

Unterschieden des Anteils der verschiedenen Erzeugnisse. Dagegen hat sich der Umsatz an Qualitätsmaterial wesentlich erhöht. Die Abteilung Stahl- und Brückenbau war wiederum bis zur Grenze ihrer Leistungsfähigkeit beschäftigt. Außer der Abwicklung der bereits in den Vorjahren in Angriff genommenen Großbauten war die Abteilung in besonders starkem Maße an der Gestaltung von Bauzügen und an den Wiederherstellungsarbeiten in den besetzten östlichen und westlichen Gebieten beteiligt. Die Werksanlagen wurden planmäßig weiter ausgebaut. Besonders berücksichtigt wurde dabei die vermehrte Inanspruchnahme der Verkehrsanlagen durch den stärkeren Zulauf der Rohstoffe auf dem Bahnwege. So wurde u. a. eine neue Wagenkippanlage in Betrieb genommen.

Gußstahlfabrik, Essen. Das Hochofenwerk arbeitete ohne nennenswerte Störungen. Bei der Rennanlage wurden weitere Fortschritte auch in der Wirtschaftlichkeit erzielt. In den Stahlwerken lag die Erzeugung über der des Vorjahres, wobei sich der neu in Betrieb genommene 25-t-Elektroofen noch nicht voll auswirken konnte. Der Anteil des Elektrostahls an der Stahlerzeugung ist weiter gestiegen. Auch die Beschäftigung der Walzwerke und Schmiedebetriebe war gut. Vorgeplante Ergänzungen der Anlagen mußten einstweilen zurückgestellt werden. Von den Erzeugnissen der Blechverarbeitungsanstalten fanden plattierte Bleche in der chemischen Industrie, insbesondere bei den Kochern für die Zellstoffgewinnung, weitgehende Verwendung. Die Herstellung von Hochdruckgefäßen in Form von Wickelbehältern ist im Gange. Gessene Schiffspropeller aus nichtrostendem Stahl (statt Bronze) setzten sich auch im Kriegsschiffbau erfolgreich durch.

Lokomotivbau, Feldbahnwerkstatt, Eisenbahnoberbau. Die Lokomotivfabrik war in der Berichtszeit gut beschäftigt. Sie hatte einen weitaus höheren Umsatz zu verzeichnen als im Vorjahr; noch mehr stieg der Auftragseingang. Das bezieht sich allerdings nur auf Inlandsbestellungen, von denen ein wesentlicher Teil auf die umfangreichen Bauvorhaben der Reichsbahn entfällt. Das Auslandsgeschäft litt unter den Auswirkungen des Krieges, doch ließen sich bereits neue Geschäfte mit verschiedenen Ländern anbahnen. In der Einrichtung und Organisation der Werkstätten wurden alle Maßnahmen getroffen, um die Fertigung über den bisherigen Stand hinaus weiter zu steigern. Das Geschäft der Abteilung Industrie- und Feldbahnen in Großraum- und Großraumkohlswagen für die Braunkohlenindustrie, in Förderwagen für Steinkohlenzechen sowie in Kastenseibtkippern für die Bauindustrie war lebhaft. Die Eisenbahnoberbau-Werkstätten vermochten den vorjährigen Umsatz nicht zu behaupten, da die Werkstätten zum Teil für andere Zwecke frei gemacht werden mußten.

Maschinenbau. An die Lastkraftwagenfabrik stellte der motorisierte Krieg besonders hohe Anforderungen. Obwohl die reihenmäßige Herstellung eines Wagens neu aufgenommen werden mußte und die Umstellung auf Austauschstoffe mancherlei Schwierigkeiten mit sich brachte, konnte das vorgesehene Programm pünktlich erledigt werden. Daneben erreichten Auslandslieferungen etwa die Hälfte der vorjährigen Höhe. Der gesteigerte Bedarf an Landmaschinen konnte nicht ausreichend befriedigt werden. Die sonstigen Lieferungen des allgemeinen Maschinenbaues waren umfangreicher als im Vorjahr. Der Bedarf an Großbaggern ist durch die Nutzbarmachung der Braunkohle zur Gewinnung von Treibstoffen derart gestiegen, daß der Baggerbau für mehrere Jahre bis an die Grenze seiner Leistungsfähigkeit besetzt ist.

Tochtergesellschaften und Konzernwerke.

Fried. Krupp Grusonwerk, Aktiengesellschaft, Magdeburg. Das Werk war während des Berichtsjahres voll beschäftigt. Der Auftragseingang erreichte fast die Höhe des Vorjahres, obwohl die Bestellungen aus dem Auslande stark zurückgingen. Die Erzaufbereitungs-Abteilung übernahm die Ausführung verschiedener Erweiterungen von Erzaufbereitungsanlagen. Der Hüttenabteilung wurden neben Erweiterungen für bereits gelieferte Rennanlagen eine aus drei Öfen bestehende Rennanlage zur Verarbeitung von Salzgitter-Erzen und eine Einofenanlage zur Verarbeitung nickelhaltiger Erze bestellt. Die Walzwerksabteilung konnte eine größere Anzahl nach dem In- und Auslande gelieferter Metallwalzwerke dem Betrieb übergeben. Der erste Teil der für die Reichswerke „Hermann Göring“ in Auftrag gegebenen Walzwerksanlagen (Halbzeugstraße) wurde in Betrieb gesetzt. Der Ausbau des Werkes wurde im Berichtsjahr fortgesetzt. Der Rohertrag betrug 32 197 789 *RM*, der Reingewinn 871 422 *RM*.

Fried. Krupp Germaniawerft, Aktiengesellschaft, Kiel. Im verflossenen Geschäftsjahr stand die Inanspruchnahme der Betriebe und der Gefolgschaft voll im Zeichen des Krieges. Die hieraus gestellten Aufgaben waren für die Arbeit der Werft richtunggebend; demgemäß erfuhren die Leistungen sowohl im

Schiffbau als auch im Dieselmotoren-, Kessel- und Allgemeinen Maschinenbau eine Steigerung. Der Rohertrag belief sich auf 39 624 483 *RM*, der Reingewinn auf 517 318 *RM*.

Aktiengesellschaft für Unternehmungen der Eisen- und Stahlindustrie, Berlin. Die Gesellschaft hat sich auch im Geschäftsjahr 1939/40 im wesentlichen mit der Verwaltung ihrer Beteiligungen und Wertpapiere befaßt. Der erzielte Reingewinn betrug 675 141 *RM*.

Capito & Klein, Aktiengesellschaft, Düsseldorf-Benrath. Die Gesellschaft war nicht voll beschäftigt. Ihr Ergebnis war jedoch nicht ungünstig, da gerade die mit Verlust arbeitende Erzeugung eingeschränkt wurde. Der Reingewinn wurde vertragsmäßig an die Fried. Krupp A.-G. abgeführt.

Westfälische Drahtindustrie, Hamm i. W. Aus kriegsbedingten Gründen waren einzelne Abteilungen im letzten Geschäftsjahr besonders stark beansprucht, während andere nicht voll beschäftigt waren. Dadurch haben Erzeugung, Versand und Umsatz die Höhe des Vorjahres nicht ganz erreichen können. Aus dem erzielten Reingewinn von 660 992 *RM* wurde eine Dividende von 6 % auf die Stammaktien und von 4 % auf die Vorzugsaktien ausgeschüttet.

Norddeutsche Hütte, Aktiengesellschaft, Bremen-Oslebshausen. Das Unternehmen war anhaltend stark beschäftigt, wobei sich der in den Vorjahren betriebene Ausbau der Anlagen günstig auswirkte. Der im Jahr 1939 erzielte Reingewinn von 137 924 *RM* wurde auf neue Rechnung vorgetragen.

Berndorfer Metallwarenfabrik Arthur Krupp, Aktiengesellschaft, Berndorf. Die Gesellschaft hatte im Jahre 1939 erhebliche Aufwendungen für die notwendigen Umstellungen im Zusammenhang mit dem Anschluß der Ostmark vorzunehmen. Es gelang daher nicht, einen Gewinn zu erzielen. Das Unternehmen wies vielmehr einen Verlust von 158 961 *RM* auf.

Bilanz.

Die Gewinn- und Verlustrechnung weist einen Rohertrag von 421 407 774 *RM* aus; hierzu kommen noch Erträge aus Beteiligungen mit 19 102 963 *RM*, außerordentliche Erträge mit 11 280 903 *RM* und der Gewinnvortrag aus 1938/39 mit 1 339 590 *RM*, zusammen also 453 134 230 *RM*. Dagegen betragen die Aufwendungen für Löhne und Gehälter 237 814 809 *RM*, soziale Abgaben 20 365 908 *RM*, Abschreibungen 68 988 248 *RM*, Zinsen 5 535 482 *RM*, Steuern 80 323 848 *RM*, Wohlfahrtsausgaben 17 339 299 *RM*, Verluste aus Beteiligungen 10 011 729 *RM* und Beiträge an Berufsvertretungen 695 651 *RM*, insgesamt also 441 071 974 *RM*, so daß sich ein Gewinn von 12 059 256 *RM* ergibt. Hiervon werden 1 635 346 *RM* der Rücklage für Werks-erhaltung und -erneuerung zugeführt, 9,6 Mill. *RM* Gewinn (6 % wie im Vorjahre) auf das Aktienkapital von 160 Mill. *RM* ausgeteilt und 823 940 *RM* auf neue Rechnung vorgetragen. Einige Angaben aus der Bilanz sind nachstehend wiedergegeben:

	1937/38 <i>RM</i>	1938/39 <i>RM</i>	1939/40 <i>RM</i>
Vermögensbestandteile zusammen.	646 703 339	746 324 198	793 056 543
darunter:			
Grundigentum, Werksanlagen usw.	191 691 602	225 472 123	226 721 583
Vorräte	150 787 456	196 895 952	181 990 659
Wertpapiere und Beteiligungen	126 921 985	143 213 455	151 475 161
Kassen- und Bankguthaben.	22 089 770	22 981 853	18 565 392
Waren- und sonstige Schuldner	155 212 526	157 760 815	202 624 492
Verbindlichkeiten zusammen	646 703 339	746 324 198	793 056 543
darunter:			
Grundkapital	160 000 000	160 000 000	160 000 000
Gesetzliche Rücklagen	16 000 000	16 000 000	16 000 000
Sonderrücklagen	44 864 684	56 364 684	68 364 684
Rückstellungen und Wertberichtigungen	94 355 787	96 459 501	106 557 029
Anleihen	67 179 488	65 252 542	104 022 082
Waren- und sonstige Gläubiger	155 461 880	231 128 318	203 167 685
Anzahlungen	76 719 849	80 126 342	100 427 435
Bankschulden	10 787 676	18 053 220	16 942 402
Reingewinn	21 333 975	22 939 590	12 059 256

Vereins-Nachrichten.

Eisenhütte Oberschlesien,

Zweigverein des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute.

Freitag, den 28. März 1944, 15.30 Uhr, findet im Bismarckzimmer des Casinos der Donnersmarckhütte, Hindenburg (O.-S.), die

47. Sitzung des Fachausschusses „Walzwerk und Weiterverarbeitung“

statt mit folgender Tagesordnung:

1. Die Belange der Walzwerke bei der zukünftigen Gestaltung der Eisenindustrie Oberschlesiens. Berichterstatter: Dipl.-Ing. G. Leder, Laband.
2. Möglichkeiten zur Gütesteigerung von Walzwerks-erzeugnissen. Berichterstatter: Dipl.-Ing. G. Juretzek, Laband.
3. Betriebsfragen.

Johannes Maerz †.

Am 19. Januar 1941 schloß in Berlin der Ingenieur Johannes Maerz seine Augen für immer. Ein sanfter Tod erlöste ihn kurz vor der Vollendung seines 67. Lebensjahres von einem heimtückischen Leiden, das den bis dahin in ungebrochener körperlicher und geistiger Frische rastlos Tätigen unerwartet ergriffen hatte.

Johannes Maerz wurde am 26. Februar 1873 als drittes Kind des Gütervorstehers Josef Maerz zu Crossen an der Oder geboren. In Pleschen besuchte er das Gymnasium mit gutem Erfolg, jedoch konnte ihm sein Vater den Besuch aus wirtschaftlichen Gründen nur bis zur Untertertia ermöglichen und bestimmte ihn zum Gärtnerberuf. Hierfür zeigte der junge Maerz aber keinerlei Neigung, so daß er diesen Weg schließlich aufgab; so kam er zu einem Mühlenbauer in die Lehre, wo er erstmals mit dem Anfertigen von Bauplänen und Konstruktionszeichnungen vertraut gemacht wurde. Es folgten dann von 1894 bis 1896 zwei Jahre Wehrdienst bei einem Infanterieregiment in Schweidnitz. Nach Beendigung seiner Dienstzeit tat er den entscheidenden Schritt, der ihn zum Eisenhüttenwesen führte. Sein Vater, der inzwischen nach Bismarckhütte versetzt worden war, hatte ihm eine Stellung im Konstruktionsbüro für Eisenhütten- und Bergwerksanlagen von Tümler & Stammschulte in Schwientochlowitz verschafft, wo er von 1896 bis 1905 tätig war. Wie Maerz diese Jahre ausgenutzt hat, um sich in das für ihn neue Gebiet einzuarbeiten, beweist das Zeugnis dieser Firma, in dem es wörtlich heißt: „... Ich kann Sie für den Bau von Stahlwerksanlagen als sachkundigen, gewissenhaften und selbständigen Konstrukteur nur empfehlen und wünsche Ihnen, daß Sie auf diesem Gebiete, das Ihnen schon verschiedene wesentliche Verbesserungen verdankt, weitere Erfolge erzielen werden.“ Dieses Zeugnis des 32jährigen bestätigte schon damals seine spätere Berufung.

Als Richard Genzmer in den Jahren 1905 und 1906 in Bobrek den Neubau des Stahlwerks der Juliehütte durchführte, berief er Johannes Maerz, der die Siemens-Martin-Oefen entwarf. Dem damaligen Stande der Erkenntnis entsprechend wurden die Oefen zunächst nach den bisherigen Erfahrungen für das Roheisen-Schrott-Verfahren gebaut; jedoch sollte, da die Juliehütte über eine genügende Roheisengrundlage in Gestalt von fünf Hochöfen verfügte, auch mit flüssigem Einsatz gearbeitet werden. Dieses Verfahren war schon früher in Donawitz und dann von Karl Dichtmann in Jurjewka sowie auf der Hubertushütte in Beuthen eingeführt worden. Bei der allgemeinen Neuheit des Verfahrens ergaben sich naturgemäß anfänglich noch einige Schwierigkeiten; diese zu meistern, wurde Aufgabe des jungen Maerz, die er mit unverdrossener Zähigkeit und unermüdlichem Fleiß übernahm. Legte er einmal schon hier den Grund für seine bis in die kleinste Einzelheit, bis zur letzten Schraube und bis zum letzten Stein gehende Kenntnis des Siemens-Martin-Ofens, so entstand zum andern aus den damaligen planmäßigen Betriebsbeobachtungen heraus die geistvolle und dabei einfache Lösung der besten Flammenbildung und -führung, die schließlich zu der Erfindung des Maerzschen Ofenkopfes führte.

Nachdem Maerz in den Jahren 1907 bis 1910 beim Bau des Stahlwerks der Falva-Hütte mitgewirkt hatte, eröffnete er ein Ingenieurbüro für Siemens-Martin-Ofenbau in Kattowitz. Mit einem für Wassergasbeheizung vorgesehenen 8-t-Ofen für das Stahlwerk Torgau an der Elbe begann die Reihe seiner Aufträge. Ein im Jahre 1911 gebauter Ofen wies mit nur einem Luftzug und der Einführung des Gases durch eine Düse bereits jene Merkmale auf, die später für kaltgasbeheizte Oefen allgemein angewandt wurden. Nach einem weniger befriedigenden Umbau eines mit Generatorgas beheizten Ofens in Ostrowice in Polen, bei dem sich erwies, daß die Maerzsche Bauweise sich nicht ohne weiteres den bestehenden, meist unzulänglichen Unteröfen anpassen ließ, erhielt Maerz im Jahre 1913 den Auftrag, auf dem Stahlwerk Freistadt im Olsagebiet einen 30-t-Ofen zu erbauen, der nun schon alle grundsätzlichen und kennzeichnenden Merkmale der bis auf die Gegenwart stetig weiter entwickelten Bauweise aufwies und den ersten vollständigen Neubau eines 30-t-Ofens durch Maerz darstellte. In zäher und unermüdlicher Kleinarbeit war bis zum Jahre 1917 der erste Abschnitt in der Ent-

wicklung des Maerz-Ofens abgeschlossen und die Bauweise sowohl für verschiedene metallurgische Verfahren als auch für die unterschiedlichen Beheizungsmittel so weit ausgereift, daß keine unmittelbaren Rückschläge mehr eintraten.

Der Weltkrieg und sein unglücklicher Ausgang brachten auch Johannes Maerz schwere und wechselvolle Jahre. Trotzdem gelang es ihm, sich weiter erfolgreich durchzusetzen.

Unter den Bauten der Nachkriegszeit, die in Ost- und Mitteldeutschland, dann aber auch in der Tschecho-Slowakei, in Frankreich, Belgien, Spanien und England ausgeführt wurden, seien vor allem die im Stahlwerk der Juliehütte genannt, das nach einander sieben 65-t-Oefen, Bauart Maerz, errichtete, die sich durch höchste Leistungsfähigkeit bei gleichzeitig niedrigstem Brennstoff- und Steinverbrauch auszeichneten. In neuerer Zeit entstand schließlich erstmalig auch eine neue Bauart für reinen Zweigasbetrieb (Gichtgas und Koksofengas) bei den Mannesmannröhren-Werken in Huckingen, wo vier 80-t-Oefen errichtet wurden, die sich als voller Erfolg bewährten. Als bemerkenswerte Tatsache mag zudem berichtet werden, daß es Johannes Maerz gelang, in den letzten Jahren auch in den Edeltahlwerken Schwedens Fuß zu fassen und auch in Finnland Oefen seiner Bauart zur Ausführung zu bringen.

Im Jahre 1910 hatte Johannes Maerz geheiratet. Dem glücklichen, über dreißig Jahre währenden Ehebunde entsprossen acht Kinder, zwei Söhne und sechs Töchter. Eine Tochter, die ihn als treue Helferin in seiner beruflichen Tätigkeit auf allen Reisen im In- und Auslande begleitete, wurde ihm in blühender Jugend durch einen allzufrühen Tod entrissen.

Den Seinen war Johannes Maerz stets ein unermüdlich schaffender, treuer Familienvater. Sein frohes und gütiges Wesen, das ihn auch allen seinen Freunden und Mitarbeitern so nahe brachte, ließ ihn mit seinen heranwachsenden Kindern als deren bester Kamerad bis in seine letzten Jahre hinein jung und fröhlich sein. Er war ein großer Naturfreund. Weit ausgedehnte Wanderungen liebte er besonders. Hierin fand er die notwendige Erholung von seiner Arbeit, die ihn so ganz ausfüllte, daß er sich zeitlebens auch nicht für nur wenige Wochen loszulösen vermochte.

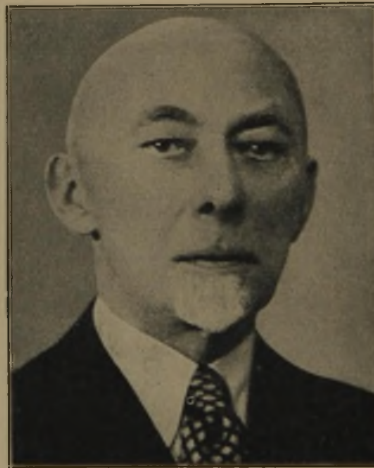
Es ist ein tragisches Geschick, daß ein Mann so voller Rüstigkeit und Schaffenskraft, wie Johannes Maerz, so plötzlich seinem Wirkungskreise entrissen wurde, und es ihm nicht mehr vergönnt war, die Freude über seine letzten großen Erfolge voll auszukosten und die verdienten Früchte seiner Lebensarbeit zu ernten.

Als Spezialist auf dem Gebiete des Siemens-Martin-Ofenbaues, als Konstrukteur und Erfinder der nach ihm benannten Siemens-Martin-Ofenbauart, hat Johannes Maerz seinem Namen im In- und Auslande einen einmaligen Klang verschafft. Seine technischen Fähigkeiten, getragen von jahrzehntelanger Erfahrung und bereichert durch ein umfassendes Fachwissen, paarten sich mit einer unbestechlichen Gewissenhaftigkeit und Gründlichkeit. Es gab kein Ofensystem, ja vielleicht keinen Siemens-Martin-Ofen, auch keine einschlägige Literatur oder Veröffentlichung über Siemens-Martin-Oefen, die Maerz nicht gekannt, studiert und registriert hätte.

Die deutschen Eisenhüttenleute und Stahlwerker verlieren in ihm einen überragenden, ja einzigartigen Fachmann, der sich mit Leib und Seele der Wissenschaft und Kunst des Siemens-Martin-Ofenbaues verschrieben hatte. Hierin allein sah er aus innerer Berufung seine Lebensaufgabe, die er mit wahrhaft vollendeter Meisterschaft beherrschte. Seinen Freunden und den mit ihm verbundenen Werken war er ein unermüdlicher und uneigennütziger Helfer, ein treuer und stets froher Kamerad. So genoß „Vater Maerz“, bei dem ein jeder sich gerne Rat holte und ihn auch stets erhielt, denn auch bei allen ein aus uneingeschränktem Vertrauen entspringendes Ansehen und anhängliche Verehrung.

Sein Name wird auch im Verein Deutscher Eisenhüttenleute, dem der nunmehr Heimgegangene mehr als drei Jahrzehnte die Treue gehalten, stets in ehrendem Andenken weiterleben.

P. A. Baare und F. W. Morawa.



Maerz