

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 44

3. NOVEMBER 1938

58. JAHRGANG

Einige Aufgaben der deutschen Metallurgie, ihre nationale und internationale Bedeutung.

Von Eduard Houdremont in Essen*).

(Deutschlands Rohstoffgrundlage und die Umstellung der Eisenindustrie auf heimische Rohstoffe. Internationale Bedeutung von Verfahren und Maßnahmen, wie saures Schmelzen, reduzierende und magnetische Röstung von Erzen, Rennverfahren, Gewinnung von Mangan, Vanadin. Ausnutzung von Legierungen in der Stahltechnik.)

Die Betonung, daß es sich bei den nachfolgenden Ausführungen um Aufgaben aus dem Gebiet der deutschen Metallurgie handelt, wird bei dem einen oder anderen vielleicht die Frage aufwerfen, ob es überhaupt eine „deutsche“ Metallurgie geben kann; es wird so oft in der heutigen Zeit darüber gesprochen, ob eine Wissenschaft

nationalen Charakter haben kann. Man sollte annehmen, daß es auf wissenschaftlichen Gebieten, also auch in der Metallurgie des Eisens, überhaupt der Metalle, nur Fragen gibt, die die ganze Menschheit als solche angehen, keineswegs aber an die Bedingungen eines Landes gebunden sind. Hier soll gezeigt werden, daß es doch Aufgaben gibt, die ganz besonders den deutschen Metallurgen beschäftigen müssen, da ihr Auftreten durch die nationalen, man

könnte auch genau so gut sagen lokalen Verhältnisse bedingt ist. Die Aufgabenstellung wird daher in vielen Fällen für irgendeine technische Wissenschaft lokal oder national bedingt sein. Bei der Inangriffnahme derjenigen Arbeiten, die zur Lösung beitragen, zeigt sich aber bald, daß die gefundenen Lösungen nahezu stets über den nationalen und lokalen Charakter hinauswachsen und internationale Bedeutung erlangen.

Bei Unterhaltungen mit in- und ausländischen Fachgenossen wird so oft die Frage aufgeworfen, ob es zweck-

dienlich sei, sich in der Technik so stark mit den lokalen Aufgaben zu beschäftigen, die allzu leicht zu Autarkiebestrebungen und somit zum Aufbau von Trennschichten zwischen der Menschheit führen müßten. Während man sich über diese eingehende Beschäftigung mit der Technik wundert, hat man andererseits volles Verständnis dafür, daß nicht

nur der einzelne Mensch, sondern vor allem auch ein Volk versucht, sich in seiner Ernährung möglichst selbständig zu machen und den Ertrag eines Landes an Nahrungsmitteln zu steigern. Die Berechtigung, sich mit den technischen Lebensmöglichkeiten zu befassen, ist aber in der heutigen Zeit mindestens so groß wie die Berechtigung, die Ernährung sicherzustellen.

Während in den Uranfängen der Menschheit die Verteilung der Menschen auf den Erdball

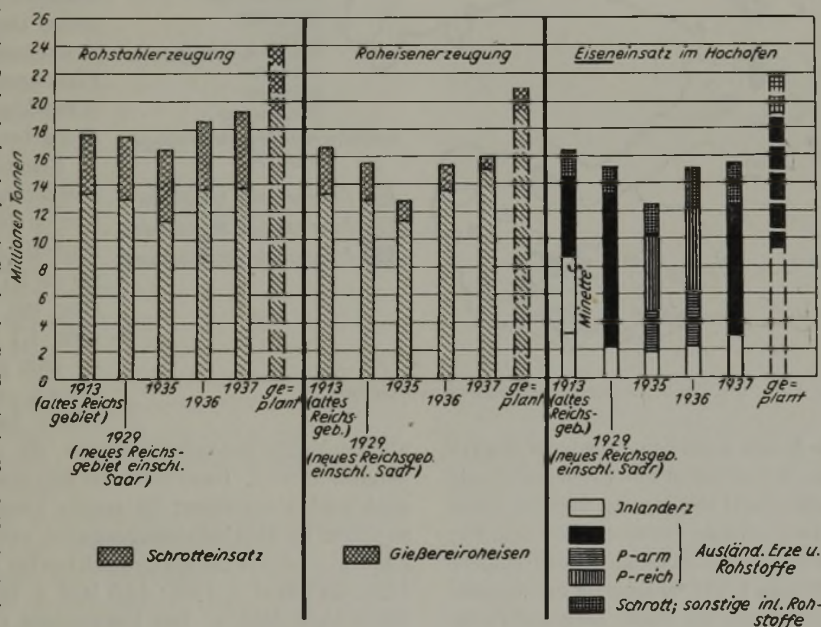


Bild 1. Eisenerzeugung und Erzverbrauch des Deutschen Reiches.

durch Nahrung und Wärme von der Natur gegeben war, fing bereits bei der künstlichen Züchtung von Nahrungsmitteln und besonders der Schaffung künstlicher Wärme durch die Erfindung des Feuers die Technik an, ihren Einzug ins menschliche Leben zu halten. Die heutige Zusammenballung der Menschheit in den verschiedensten Ländern und Gegenden ist keineswegs mehr durch den Ertragsreichtum an Nahrungsmitteln bedingt, sie wird vielmehr von der Technik beherrscht, so daß eine große Bevölkerungsdichte gleichzeitig mit angesammelter Technik oder industriellen Anlagen verknüpft ist. Die Technik spielt somit im Leben des einzelnen in unserer heutigen Zeit mindestens die gleiche, wenn nicht noch größere Rolle als die Ernährung, und die Beschäftigung mit diesen Dingen im lokalen und nationalen Sinne dürfte somit mehr als gerechtfertigt erscheinen.

*) Der Vortrag wurde auf der Hauptversammlung der Eisenhütte Oberschlesien in Gleiwitz am 24. April 1938 und außerdem auf besonderen Wunsch des Auslandes in Belgien und in nordischen Ländern gehalten. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

Bei der Beschäftigung mit der Technik stößt man an erster Stelle auf das für die Menschheit wichtigste Metall Eisen. Wenn man den Kulturstand eines Landes kennzeichnen will, so spricht man nicht von den Mengen Lebensmitteln, die es verbraucht, auch nicht von den Mengen an Kleidungsstoffen, sondern wählt vielfach als Maßstab den je Kopf der Bevölkerung entfallenden Anteil an Eisen- und Stahlverbrauch. Diesem Umstand ist es zuzuschreiben, daß gerade auf dem Gebiete des Eisens nahezu alle größeren Staaten bestrebt sind, ihre Eisenindustrie zu fördern und sie möglichst auf eigene oder gewährleistete Rohstoffgrundlagen zu stellen. Dieser Wunsch wird vielfach darauf zurückgeführt, daß Eisen ein wichtiges Metall für die

der des Jahres 1929 mit 17,5 Mill. t entsprach, daß also der Verlust der lothringischen und oberschlesischen Eisenindustrie bereits im Jahre 1929 so gut wie ausgeglichen war. Dieser Ausgleich war nur zum Teil durch Neuanlagen erfolgt; in der Hauptsache gründete er sich auf Erhöhung der Erzeugung in den bisher vorhandenen Werken. Das Ziel war dabei und mußte es sein, durch Verwendung möglichst hochwertiger eisenreicher Erze vorhandene Anlagen mit dem günstigsten Wirkungsgrad zu betreiben und damit die Stellung Deutschlands in der Welt als eisenerzeugendes Land möglichst zu behaupten. Im gleichen Rahmen bewegen sich die Zahlen für 1935 und 1936 mit 17 bis 19 Mill. t Stahlerzeugung. Hieraus ergibt sich der Schluß, daß der Rohstahlbedarf der deutschen

Wirtschaft mindestens 18 bis 19 Mill. t jährlich betrug. Hierbei darf man nicht übersehen, daß z. B. 1935 die deutsche Wirtschaft keineswegs bereits voll betrieben wurde, wenn auch schon die Arbeitslosigkeit stark im Absinken begriffen war. Durch die Wirtschaftsankurbelung des nationalsozialistischen Staates, insbesondere durch die großen Aufgaben, die der Eisenindustrie aus dem Vierjahresplan erwachsen, dürfte der Rohstahlbedarf Deutschlands erheblich anwachsen, wie dies durch die Planungszahlen in der Weiterentwicklung in Bild 1 in etwa angegeben ist.

Bekanntlich erfolgt die Stahlerzeugung — unter Stahl werden praktisch Eisen-Kohlenstoff-Legierungen mit weniger als 1,7% C gegenüber Roheisen mit Kohlenstoffgehalten über 1,7 bis 4% verstanden — zum großen Teil auf dem Umweg über das Roheisen. Dieser Anteil kann praktisch

als die Menge bezeichnet werden, die unmittelbar aus Erz hergestellt wird. Ganz genau ist dies aber nicht, da Roheisen auch noch unmittelbar für andere Zwecke verwendet wird; so gehen in die Gießereierzeugnisse usw. etwa 10 bis 12%. Die Roheisenerzeugungszahlen für 1913 sind 16,7 Mill. t, 1929: 15,5 Mill. t, 1935: 12,5 Mill. t, 1936: 15,3 Mill. t und 1937: 15,96 Mill. t. Der Unterschied zwischen den Zahlen für die Stahl- und die Roheisenerzeugung gibt einen Anhalt dafür, in welchem Maße bei der Rohstahlerzeugung Schrott als Einsatzstoff verwendet wurde. Wir können darauf verzichten, auf den Schrott als Rohstoffgrundlage für die Stahlerzeugung hier näher einzugehen. Bei Wegfall der Bezugsmöglichkeit von Schrott aus dem Ausland steht nur Inlandsschrott zur Verfügung, der sich ergibt aus dem Umlaufschrott bei der Stahlerzeugung und dem Entfall aus dem Abbruch bestehender Eisenbauten. Bei fehlender Bezugsmöglichkeit aus dem Ausland wird sich hier eine gewisse gleichbleibende Schrottmenge zwangsläufig ergeben. Die Roheisenerzeugung, die bekanntlich im Hochofen durchgeführt wird, ist dagegen in der Hauptsache auf Eisenerz als Rohstoff abgestellt, und nur in gewissen Grenzen werden im Hochofen Schlacken usw. eingesetzt.



Bild 2. Lage und Größe der deutschen Eisenerzvorkommen.

Rüstungsindustrie darstellt und auch heute noch der Angriff und die Verteidigung im wesentlichen auf Eisen und Stahl aufgebaut sind. In Wirklichkeit dürften die Mengen Eisen und Stahl, die für Rüstungszwecke verwendet werden, nur ein Bruchteil sein von dem, was die Menschheit für friedliche Zwecke benötigt. Würde man heute schlagartig der Menschheit das Metall Eisen entziehen, so würde mancher merkwürdige Zustand entstehen, da das Eisen bis in die kleinsten Verästelungen des menschlichen Lebens hineingreift. Verkehr, Industrie, Handwerk, Landwirtschaft würden zum mindest zeitweilig zum völligen Stillstand kommen.

Wenn man über die Rohstoffgrundlage der deutschen Eisenerzeugung sprechen will, ist es zweckmäßig, sich zunächst darüber klar zu werden, wie groß denn der Eisenbedarf der deutschen Industrie ist. Einen Ueberblick hierüber gibt Bild 1. Dort sind die erzeugten Mengen Rohstahl der Jahre 1935 bis 1937 dargestellt. Gleichzeitig ist zum Vergleich angegeben, wie groß die Erzeugung im letzten Vorkriegsjahr (1913) und im besten Nachkriegsjahr (1929) war und wie sie voraussichtlich für die Jahre 1938 bis 1940 zu schätzen ist. Aus diesen Zahlen geht hervor, daß die Rohstahlerzeugung im Jahre 1913 mit 17,6 Mill. t praktisch

Die rechte Seite von Bild 1 zeigt den Erzeinsatz, als Eiseninhalt ausgedrückt, für die dort angegebenen Jahre. Man sieht deutlich, wie durch den Verlust von Elsaß-Lothringen der Verbrauch an ausländischem Erz stark angestiegen ist, da vor dem Kriege etwa 60 % der verwendeten Inlandserze Lothringer Minette waren. In den Nachkriegsjahren hat sich der Anteil des Inlandserzes bis 1936 auf der gleichen Höhe von etwa 2 Mill. t Eisen gehalten. In der Darstellung ist ein Unterschied gemacht zwischen phosphorarmen und phosphorreichen Erzen, um darauf hinzuweisen, welche besondere Rolle den phosphorreichen Erzen bei der Erzzufuhr zukommt. Mit dem Verlust an Minette ist dem Inland nämlich auch ein wertvoller Phosphorträger verlorengegangen. Der in der Stahlindustrie verwendete Phosphor kommt der deutschen Landwirtschaft in Gestalt von Thomasschlacke als unentbehrlichem Düngemittel zugute. Steht nicht genügend Thomasschlacke zur Verfügung, so muß auf Auslandsdünger zurückgegriffen werden. Es kann als glücklicher Zufall bezeichnet werden, daß ein großer Teil der auf der Erde vorkommenden Eisenerze reich an Phosphor ist, und der den Metallurgen meist unerwünschte Bestandteil Phosphor auf der Seite der Abfallstoffe in der Stahlerzeugung als Düngemittel stark positiv zu bewerten ist.

Die erwähnten Zahlen belegen zur Genüge, daß man bei der Umstellung der Eisenindustrie auf heimische Rohstoffe an erster Stelle dem Eisenerz selbst die größte Aufmerksamkeit zuwenden mußte. Aus der letzten Spalte von Bild 1 über die geplante Weiterentwicklung in der Beschaffung von Eisen aus dem Eisenerz geht hervor, daß die Steigerung der Eisenerzeugung möglichst restlos auf inländisches Erz abgestellt werden soll, während der Bezug an ausländischem Erz praktisch in gleicher Höhe erhalten bleibt.

Bild 2 zeigt, wo in Deutschland Eisen gefunden wird. Die verschiedene Schraffung der einzelnen Erzlagerstätten hebt gleichzeitig ihre mengenmäßige Bedeutung hervor. Die Vorkommen der Ostmark sind hierbei mit angeführt worden, obgleich sie bisher in der deutschen Eisenmetallurgie noch keine entscheidende Rolle mitgespielt haben. Bild 2 kann nur als roh geschätzte Uebersichtskarte gelten. Die Arbeiten auf dem Gebiet der Erforschung deutscher Erzlagerstätten sind dauernd im Gange. Die erfolgreichen Arbeiten zur Erschließung neuer Erzvorkommen im Salzgittergebiet, Erzfunde in Schlesien zeigen bereits deutlich, daß noch manches Erzvorkommen in Deutschland bisher unerfaßt geblieben ist.

Auffallend ist, wie unterschiedlich die einzelnen Eisenerzvorkommen bereits vor 1936 gefördert wurden. Die vor 1936 stärker geförderten Erzvorkommen sind unterstrichen (Bild 2). Die Ursache ist einmal darin zu suchen, daß, wie später noch gezeigt werden wird, die verschiedenen Erze sich nicht gleich gut für die Verhüttung eignen, auf der anderen Seite haben sich aber auch in einzelnen Gebieten Sonderindustrien aufgebaut, deren Lebensmöglichkeit eng mit dem entsprechenden Erzvorkommen zusammenhängt. Würde man diese Vorkommen in stärkerem Maße angreifen, so würde man damit in kurzer Zeit die Rohstoffgrundlage der örtlich auf diesen Vorkommen aufgebauten Hüttenindustrie zerstören. Besonders erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang das große kalkige Vorkommen von Peine. Für die westfälische Hüttenindustrie und für die übrigen Hüttenwerke Deutschlands, die keine eigene Rohstoffgrundlage haben und mehr auf den Kohlevorkommen aufgebaut sind, stehen im wesentlichen vor allem Vorkommen in Bayern, Südbaden, Württemberg, Salzgitter und an der Weser zur Verfügung.

Die Ursache, warum diese letztgenannten Eisenvorkommen noch nicht in stärkerem Maße abgebaut wurden, ist in der Natur der betreffenden Erze begründet, die eine wirtschaftliche Verwendung nicht ohne weiteres möglich erscheinen ließen. Für die Verhüttung eines Erzes ist nicht nur sein absoluter Gehalt an Eisen maßgebend, sondern auch die Art seiner Beimengungen.

Es ist auch für jeden Laien verständlich, daß mit sinkendem Eisengehalt der Erze die Wirtschaftlichkeit der Verhüttung fallen muß, da die mit dem Eisen im Hochofen niederschmelzenden Schlackenmengen entsprechend anwachsen. Hierdurch werden gleichzeitig erhöhte Anforderungen an Ofenraum, Brennstoffverbrauch usw. gestellt.

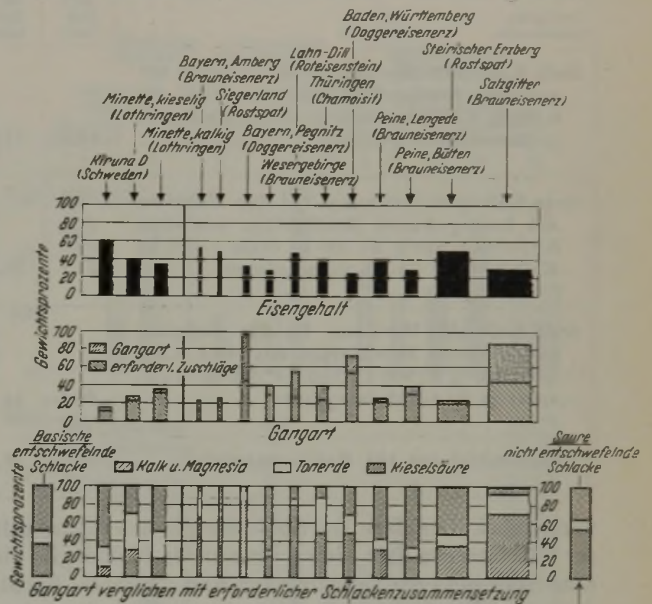


Bild 3. Zusammensetzung der deutschen Eisenerze.

Aber auch bei gleichem Eisengehalt zweier Erze ist es nicht gleichgültig, in welcher Zusammensetzung die Beimengungen der Eisenoxyde vorliegen. Vorbedingung für das Verschmelzen im Hochofen ist es, daß diejenigen Bestandteile, die im Hochofen vom Eisen getrennt und verschlackt werden, eine entsprechend dünnflüssige Schlacke ergeben, die sich einwandfrei aus dem Hochofen entfernen läßt. Dies ist nicht ohne weiteres für alle beliebigen Schlackenmengenmengen der Fall. Es ist vielmehr erforderlich, daß die Hauptbeimengungen, wie Kieselsäure, Tonerde und Kalk, in bestimmtem Verhältnis zueinander stehen, um den gewünschten Schlackenflüssigkeitsgrad bei den gegebenen Verhältnissen im Hochofen erreichen zu lassen. Ist der Kieselsäuregehalt oder Kalkgehalt eines Erzes zu hoch, so muß durch Zumischung eines anderen Erzes, das in entgegengesetztem Sinne zusammengesetzt ist, ein Ausgleich gesucht werden; oder es müssen Zuschläge an Sand oder Kalk gegeben werden, um den Hochofenvorgang durchführen zu können. Daß die Zusammensetzung der Schlacke im Hochofen nicht nur wegen des Schmelzpunktes, sondern auch aus metallurgischen Gründen wichtig ist, sei in diesem Zusammenhang nur nebenbei erwähnt. Ebenso soll hier nur darauf hingewiesen werden, daß die physikalische Beschaffenheit der Erze, ob sie z. B. mulmig oder in stückiger Form vorliegen, ob sie einen größeren oder geringeren Feuchtigkeitsgehalt aufweisen, eine große Rolle spielt.

In Bild 3 ist versucht worden, einen Ueberblick über die vorliegenden Verhältnisse bei den verschiedenen deutschen Erzvorkommen zu geben, wobei als Auslands-erze zum Vergleich Schwedenerze und Minette mit angeführt

Zahlentafel 1. Ergebnisse der Entschwefelung des Roheisens in der Roheisenpfanne vor dem Einguß in den Mischer; Mittel aus 131 Roheisenabstichen (nach W. Lennings).

I Entschwefelungsmittel für Eisen mit grauem } halbgrauem } Bruchgefüge weißem }	II Verbrauch an Entschwefelungs- mitteln für die Entschwefelung in der Roheisen- pfanne		III Ergebnis der Entschwefelung in der Roheisenpfanne (vor Einguß in den Mischer)				IV Siliziumverbrennung bei der Entschwefelung in der Roheisenpfanne		
			Schwefelgehalt im Roheisen		Schwefel- abnahme vom Gesamt- schwefel	Wirkungs- grad der Entschwefelung	Silizium im Roheisen		Silizium- abnahme
			am Ab- stich vor dem Ent- schwe- feln in der Roh- eisen- pfanne	nach dem Ent- schwe- feln in der Roh- eisen- pfanne vor Ein- guß in den Mischer			vor dem Ent- schwe- feln in der Roh- eisen- pfanne	nach dem Ent- schwe- feln in der Roh- eisen- pfanne	
			kg/t Roh- eisen	Kalk- splitt kg/t Roh- eisen	%	%	absolut und relativ %	kg S/kg Na ₂ CO ₃	%
Soda-Kalksplitt-Mischung V für Roheisen mit grauem Bruchgefüge mit etwa 0,220 bis 0,260 % S: 500 kg Soda + 500 kg Kalksplitt je 35-t-Roheisenpfanne	14,2	14,2	0,244	0,081	0,163 = 66,8 %	0,115 kg = 100 %	1,39	0,99	0,40 = 28,8 %
Soda-Kalksplitt-Mischung VII für Roheisen mit halbgrauem Bruchgefüge mit etwa 0,270 bis 0,330 % S: 700 kg Soda + 500 kg Kalksplitt je 35-t-Roheisenpfanne	21,1	15,1	0,306	0,091	0,215 = 70,2 %	0,102 kg = 89 %	1,03	0,61	0,42 = 40,8 %
Soda-Kalksplitt-Mischung IX für Roheisen mit weißem Bruchgefüge mit etwa 0,300 bis 0,380 % S: 900 kg Soda + 500 kg Kalk- splitt je 35-t-Roheisenpfanne	26,1	14,5	0,332	0,096	0,236 = 71,0 %	0,091 kg = 79 %	0,88	0,48	0,40 = 45,4 %
Monatsmittel aus 131 Roheisenabstichen	18,9	14,7	0,284	0,088	0,196 = 69,0 %	0,104 kg	1,16	0,74	0,42 = 36,2 %

worden sind. Der obere Teil des Bildes gibt den Eisengehalt der verschiedenen Erze wieder. Im unteren Bildteil gibt die erste Säule links das Verhältnis von Kalk : Tonerde : Kieselsäure in der Schlacke an, wie er im üblichen Hochofenbetrieb in etwa eingehalten wird. Eine viel stärkere Steigerung des Kalkgehaltes ist nicht möglich, ohne zu einer zu steifen Schlacke zu gelangen. Diese basische Schlacke hat den metallurgischen Vorteil, größere Mengen Schwefel zu binden, es dem Hochofner zu gestatten, den Siliziumgehalt des Roheisens infolge der stärkeren Bindung der Kieselsäure an Kalk niedrig zu halten und die Manganausbeute zu verbessern. Die Säule auf der rechten Seite des Bildes zeigt die Zusammensetzung einer Schlacke, die ebenfalls noch gut flüssig, aber erheblich kalkärmer und kieselsäurereicher ist und dementsprechend als saure Schlacke bezeichnet wird. Ihr fehlt die entschwefelnde Wirkung der basischen Schlacke. In der Mitte ist im Vergleich hierzu die natürliche Zusammensetzung der Beimengungen deutscher Erze aufgetragen. Die verschiedenen Breiten der einzelnen Säulen geben wiederum einen Anhalt über die Größe der Erzvorkommen im Verhältnis zueinander. Erze wie die Minette können leicht gemischt werden, um eine Schlacke zu ergeben, wie sie etwa in der linken Säule gekennzeichnet ist. Ebenso eignet sich hierzu eine Anzahl der deutschen Erze. Gleichzeitig ist aber auch festzustellen, daß gerade ein Teil der Erze aus den größten Vorkommen, wie Salzgitter, Pegnitz, Amberg, außerordentlich stark kieselsäurehaltig sind und nur unter Zugabe größerer Kalkmengen im Hochofen auf eine der gewünschten Schlackenmischungen zu bringen sind. Trotz einem vielleicht genügenden Eisengehalt würden diese Erze bei der üblichen Verhüttung eine große Zuschlagmenge an Schlackenbildnern erfordern und damit wiederum an Raum, Ausbringen, Brennstoffverbrauch usw. des üblichen Hochofens große Anforderungen stellen. Wie sich die Schlackenmenge bei alleiniger Verhüttung der Erze

infolge der erforderlichen Zuschläge stellen würde, zeigt der mittlere Teil von Bild 3. Dort ist die Gangart der einzelnen Erze, auf 100 Teile Erz bezogen, eingetragen und die Zuschlagmenge, die erforderlich wäre, um bei dieser Gangart die übliche basische Schlackenmischung zu erhalten. Wo doppelte Schraffen der Zuschlagmengen angegeben sind, beziehen sich diese auf die Zuschläge zur Erzeugung einer sauren Hochofenschlacke (geringere Menge) sowie zur Erzeugung der üblichen basischen Schlacke. Die Summe Gangart und Zuschlagmenge im Vergleich zum Eisengehalt stellt schon einen gewissen Maßstab für die wirtschaftliche Verhüttungsmöglichkeit dar; sie gibt auch in etwa einen Anhalt dafür, wie der Hochofenraum der deutschen Eisenindustrie gesteigert werden müßte, wenn man die Erze unmittelbar der Verhüttung zuführen würde.

Man ist zwar bestrebt, die einzelnen Erze nicht allein zu verhütten, sondern nimmt, wenn möglich, ein Mischen von Erzen (Möllerung) vor, wie dies mit der Minette oder in Peine mit Ilseder und Salzgitterer Erzen geschieht. Durch die Mischung kieselsäurereicher mit kalkreichen Erzen erspart man zusätzliche Zuschläge von Kalk und drückt so den Eisengehalt des dem Hochofen zugeführten Gutes nicht zu sehr herab. Man sieht aber doch, daß gerade die mengenmäßig stärksten Vorkommen des Salzgitter-Gebietes eine außerordentlich ungünstig saure Zusammensetzung aufweisen. Bei dem Ueberangebot an hochkieselsäurehaltigen Erzen ist die Verschlackung oder Verminderung der Gangart somit eine der Aufgaben, die sich bei der Verhüttung deutschen Erzes stellen. Im ersten Augenblick sieht es so aus, als ob die Frage damit gelöst wäre, den entsprechenden Hochofenraum zur Verfügung zu stellen und die Erze unmittelbar zu verhütten. Man darf aber nicht vergessen, daß es sich in solchen Fällen nicht nur darum handelt, die Frage grundsätzlich zu lösen, also in irgendeiner Form Eisen zu gewinnen, sondern daß vor allem

versucht werden muß, unter den vorhandenen Bedingungen das Eisen so wirtschaftlich wie möglich zu erzeugen. So sind auch alle Bestrebungen in der Verwendbarmachung deutschen Erzes darauf gerichtet, die technische Seite gleichzeitig mit der größten Wirtschaftlichkeit zu lösen. Der erste Weg, den man hier beschreiten kann, ist bereits in *Bild 3* gekennzeichnet. Es handelt sich um das Arbeiten im Hochofen mit saurer Schlacke unter Inkaufnahme des höheren Schwefelgehaltes des Eisens. Dieses Verfahren wird dort anwendbar sein, wo die Erze derart zusammengesetzt sind oder so gemischt werden können, daß sie bei noch etwa genügendem Eisengehalt eine leicht schmelzbare Schlacke der gekennzeichneten sauren Art ergeben. Daß hierzu die Doggererze besonders geeignet sind, zeigt ebenfalls *Bild 3*. Ferner ist zu sehen, daß die steierischen Erze bei basischer Schmelzföhrung nahezu selbstgehend sind, aber mit Pegnitzerz oder badisch-württembergischen Doggererzen zu saurem Möller zusammengestellt werden können.

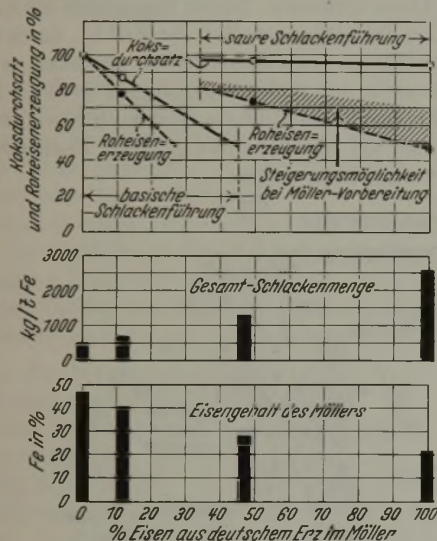


Bild 4. Koksduchrsatz, Roheisenerzeugung und Schlackenmenge bei Verhüttung deutscher Erze (nach Lennings).

Das saure Schmelzverfahren ist im Großversuch bei verschiedenen deutschen Eisenhüttenwerken schon mit Erfolg in Anwendung. Die Erfahrungen, die beim sauren Schmelzen im Hochofen gemacht worden sind, verdienen die Aufmerksamkeit des Metallurgen. Die Bedeutung geht bereits weit über den nationalen Rahmen hinaus. Es ist hierzu erwähnenswert, daß die ersten Hochofen infolge der meist sauren Natur der in der Welt vorkommenden Eisenerze ebenfalls sauer betrieben wurden und man heute somit teilweise auf sehr alte Verfahren zurückgreift. Allerdings handelt es sich hierbei um den Holzkohlenhochofen, bei dem eine Aufschwefelung des Eisens durch den Brennstoff nicht eintrat. Die Nachteile, die sich beim sauren Schmelzen in Kokshochofen ergeben haben, sind vor allem hoher Schwefelgehalt, erhöhter Siliziumgehalt des Roheisens, unter Umständen geringere physikalische Wärme des gewonnenen Roheisens. Für den Schwefelgehalt ergeben sich bei richtiger Anwendung der Sodaentschwefelung, die zweckmäßig unmittelbar hinter den Hochofen oder aber teilweise hinter den Mischer geschaltet wird, keine Schwierigkeiten, wie die Werte in *Zahlentafel 1* zeigen. Der erhöhte Siliziumgehalt des Roheisens könnte beim unmittelbaren Verblasen im Thomaswerk zu Schwierigkeiten föhren, da höhersiliziertes Roheisen stärker zum Auswerfen neigt. Durch Vergrößerung

der Thomasbirne ließe sich diesen Schwierigkeiten entgegenarbeiten. Durch die Sodaentschwefelung findet aber bereits gleichzeitig ein gewisser Abbrand an Silizium statt (*Zahlentafel 1*). Außerdem wird es in den meisten Fällen möglich sein, das im sauren Hochofenverfahren gewonnene siliziumreichere Eisen im Mischer mit basisch erschmolzenem Roheisen niedrigen Siliziumgehaltes zu mischen. Besonders wertvoll beim sauren Schmelzen ist die Erkenntnis, daß hier ein Weg gefunden ist, um den Rückgang an Hochofenleistung, gemessen am Koksduchrsatz, bei Verhüttung eisenarmer Erze zu vermeiden, zumindest aber auf ein Mindestmaß zu beschränken sowie die Hochofenleistung bei etwas eisenreicheren Erzen gegenüber der Föhrung

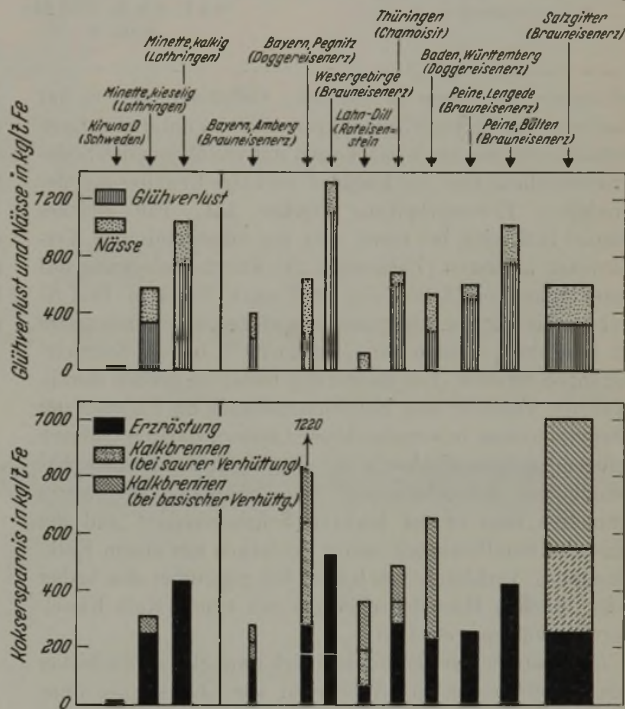


Bild 5. Koksersparnis durch Möllervorbereitung (nach Guthmann).

basischer Schlacke zu steigern. *Bild 4*, aus Unterlagen der Arbeiten von W. Lennings¹⁾ zusammengestellt, zeigt den Koksduchrsatz und die Roheisenerzeugung im Hochofen bei saurer und basischer Schlackenföhrung und verschiedenen Möllern.

In dem Schaubild ist angedeutet, daß beim sauren Schmelzen durch Möllervorbereitung noch eine Koksersparnis oder eine Steigerung der Roheisenerzeugung zu erreichen ist. Diese Vorbereitung kann in einer Trocknung des Erzes, einer Austreibung der Kohlsäure (Glühverlust) und endlich noch in einer gewissen Sinterung bestehen, für die man Gichtgas oder billigeren Brennstoff an Stelle des hochwertigen Kokses verwendet. Die für die einzelnen Vorgänge notwendigen oder einzusparenden Koksmengen sind in *Bild 5* auf Grund der Feststellungen von K. Guthmann²⁾ nochmals besonders zusammengestellt. Auf Einzelheiten der Möllerrung sei hier verzichtet. Man ersieht aus der grundsätzlichen Darstellung eindeutig, daß der Koksduchrsatz und damit die spezifische Schmelzleistung des Hochofens beim sauren Schmelzen erheblich günstiger als bei basischer Schlackenföhrung liegt. Hier zeigt sich ein Weg, auch bei anderen Erzverhältnissen, als sie in Deutschland bestehen, höhere Schmelzleistungen bei gegebenen Hochofenverhältnissen durch Uebergang vom basischen

¹⁾ Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 25/34, 52/58 u. 623/30 (Hochofenaussch. 164 u. 164a).

²⁾ Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 857/65 (Wärmestelle 259).

Zahlentafel 2. Vorteile saurer Verhüttung.
Beispiel: Alabama-Erz (V. St. A.).

	% Fe	% P	% Mn	% SiO ₂	% CaO	CaO/SiO ₂
Alabama-Erz: I. Sorte (67%) . . .	37	0,3	0,18	11	14	1,27
II. Sorte (33%) . . .	37	0,3	0,15	18	12	0,67
Mittel	37	0,3	0,17	13,3	13,3	1,0
	Basisch (Betriebsergebnisse)			Sauer (Schätzung)		
1. Schlackenbasizität CaO/SiO ₂ . . .	1,3			1,0		
2. Zuschläge	Dolomit + Kalkstein			keine		
3. Schlackenmenge	1100 kg/t Roheisen			900 kg/t Roheisen		
4. Koksverbrauch (8% Asche) . . .	1150 kg/t Roheisen			~ 1050 kg/t Roheisen		
5. Koksdurchsatz	800 t/24 h			800 t/24 h		
6. Ofenleistung	700 t/24 h			850 t/24 h		
7. Roheisenanalyse in %	0,8 P, 0,8 Si, 0,55 Mn, 0,05 S			0,8 P, > 0,8 Si, < 0,55 Mn, wenig mehr als 0,05 S		

auf saures Schmelzen zu erzielen. Gebrauch hiervon hat man bereits in Corby (England) gemacht, wo unter günstigen Verhältnissen das saure Schmelzen mit nachfolgender Sodaentschwefelung eine für England wichtige Erweiterung der heimischen Erzverarbeitung ergeben hat. Ein gleiches Beispiel ließe sich bei einem Erz aus amerikanischen Verhältnissen anführen (Zahlentafel 2). Durch Uebergang auf saures Schmelzen ließen sich (vgl. auch Nr. 4 in Bild 6) auch bei diesem Erz, das keineswegs als besonders eisenarmes Erz bezeichnet werden kann, bis zu 20% höhere Schmelzleistungen erzielen. Die Bedeutung dieser im großen durchgeführten Versuche und Betriebsergebnisse im Rahmen der Eisenverhüttung in verschiedenen Ländern dürften dadurch genügend gekennzeichnet sein. Die Ursache für diese Erhöhung der Schmelzleistung bei Uebergang auf saures Schmelzen liegt in der leichten Schmelzbarkeit und der größeren Dünflüssigkeit saurer Schlacken mit einem Kalk-Kieselsäure-Verhältnis von 0,7 bis 0,8 gegenüber den bisher meist üblichen Hochofenschlacken mit einem Kalk-Kieselsäure-Verhältnis von 1,25.

Das saure Schmelzen schließt sich zwanglos an die bisher übliche Verhüttung an. Aber nicht alle Erze können ohne weiteres nach diesem Verfahren verarbeitet werden, weil bei sinkendem Eisen- und steigendem Kieselsäuregehalt die Wirtschaftlichkeit immer weiter zurückgeht.

Um nochmals einen vergleichenden Ueberblick über die Verhältnisse beim basischen und sauren Schmelzen und die Zusammensetzung der verschiedenen Erze zu geben, sind in Bild 6 im Dreieckskoordinatensystem die einzelnen Punkte entsprechend der Gangart eingetragen. Man ersieht hieraus nochmals das Feld der normalen basischen Hochofenführung, die Lage der Schlackenzusammensetzung im sauren Holzkohlenroheisenbetrieb, die Corbyschlacke Nr. 5 und heutige saure Schmelzschlacken. Vor allem ersieht man aber auch hieraus, daß manche Eisenerze noch eine stärker saure Gangart haben, als dies bei bisherigen Verhüttungsversuchen der Fall war. Stehen keine entsprechenden Erze mit basischer Gangart zur Mischung zur Verfügung, wird man wohl weitere Wege suchen müssen, dieselben für die Verhüttung geeignet zu machen. Es durfte und darf daher nicht an Versuchen fehlen, die Erze selbst für die Verhüttung vorzubereiten, d. h. ihren Eisengehalt anzureichern und den Anteil an unerwünschter Gangart zu vermindern.

Die Aufbereitung der armen deutschen Erze gestaltet sich verhältnismäßig schwierig, weil in ihnen Eisenoxyde und Verunreinigungen (Gangart) meist außerordentlich fein miteinander vermengt sind. In den Erzen der Salzgitterer, badisch-württembergischen und bayrischen Vorkommen sind die Eisenoxyde in Form kleinster Kugeln

(Oolithen), die in ihrer Größe bei den einzelnen Erzen von 2 mm Dmr. über 0,5 mm zu noch kleineren Durchmesser schwanken können, in die Gangart eingelagert. Die Kugeln sind dadurch entstanden, daß die Eisenhydroxyde sich um kleine Quarzkörnchen herum kristallisiert haben. Diese Körner sind nachher durch die Ablagerung der Gangart zu einem Konglomerat zusammengekittet worden. Die Aufbereitungsverfahren müssen zum Ziel haben, diese feinsten

Eisenoxydkugeln freizulegen und zu konzentrieren. Es ist also nicht möglich, die Anreicherung über den Eisengehalt der Kugeln hinauszutreiben. Ist der Eisengehalt der Kugeln, wie es z. B. in Salzgitter zum Teil der Fall ist, durch in die Kugeln eingebettete Kieselsäureskelette verdünnt, so muß diese Verdünnung mit in Kauf genommen werden. Führt außer den Erzkugeln auch die Gangart noch Eisen, so muß im allgemeinen auf eine Gewinnung dieser Eisenanteile in der Gangart verzichtet werden.

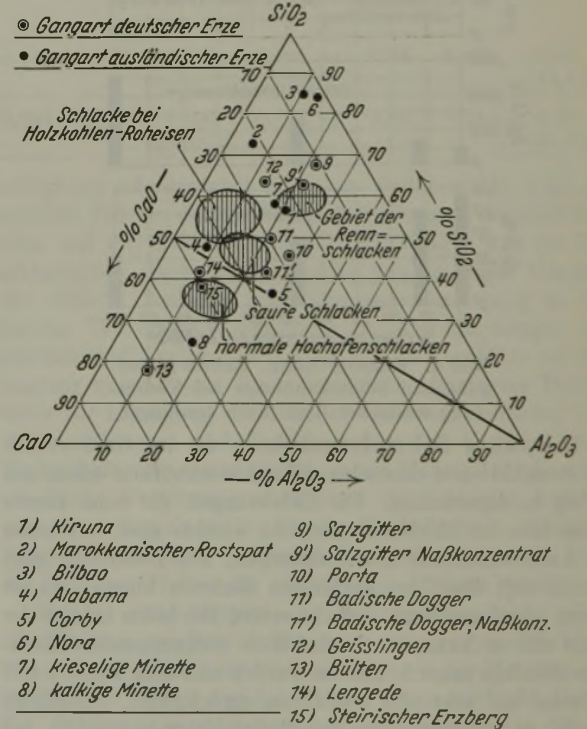


Bild 6. Zusammensetzung der Gangart deutscher und ausländischer Erze im Vergleich mit verschiedenen Schlackenzusammensetzungen.

Nach diesen Unterschieden in der Erzbeschaffenheit richtet sich auch die Anwendbarkeit der verschiedenen Aufbereitungsverfahren und ihr Wirkungsgrad (Eisenausbringen). Es kann also nicht von dem Wirkungsgrad eines bestimmten Aufbereitungsverfahrens allgemein gesprochen werden, sondern immer nur im Hinblick auf ein bestimmtes Erz. Praktische Bedeutung für die Aufbereitung armer deutscher Erze haben folgende Verfahren erlangt: die naßmechanisch-magnetische Aufbereitung, die unmittelbare magnetische Aufbereitung, die magnetische Aufbereitung mit vorhergehender Röstung, die pyrotechnische Aufbereitung.

- 1) Kiruna
- 2) Marokkanischer Rostspat
- 3) Bilbao
- 4) Alabama
- 5) Corby
- 6) Nora
- 7) kieselige Minette
- 8) kalkige Minette
- 9) Salzgitter
- 9') Salzgitter Naßkonzentrat
- 10) Porta
- 11) Badische Daggar
- 11') Badische Daggar, Naßkonz.
- 12) Geisslingen
- 13) Bültzen
- 14) Lengede
- 15) Steirischer Erzberg

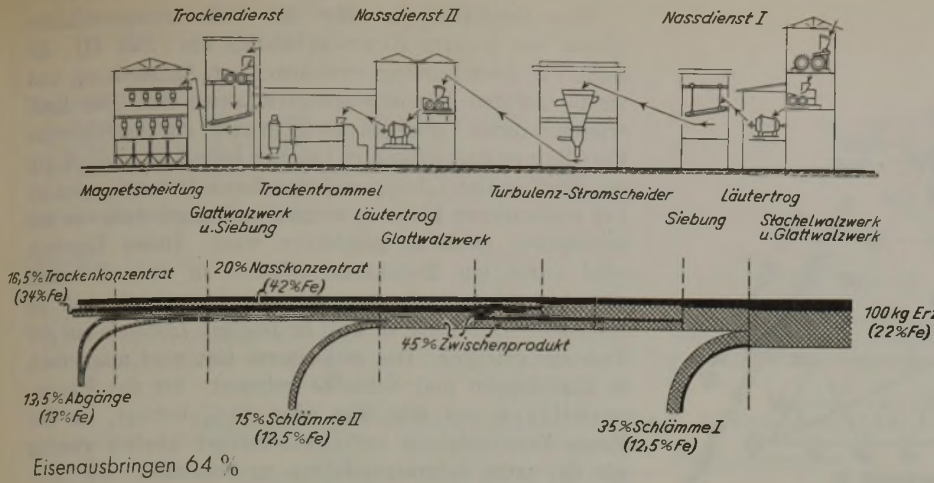


Bild 7. Naßmechanisch-magnetische Aufbereitung.
(Als Beispiel: Versuchsanlage Gutmadingen.) Nach H. Naumann: Mitt. Forsch.-Anst. Gutehoffn. 4 (1936) S. 187/97; vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 1437/40 und G. Sengfelder: Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 732/35.

Bei der naßmechanisch-magnetischen Aufbereitung (Bild 7) schlämmt man das zerkleinerte Erz zunächst auf; hierbei setzen sich die stärker eisenhaltigen Teile infolge ihrer Schwere schneller ab und geben so die Möglichkeit einer ersten Anreicherung (Naßkonzentrat). Das verbleibende Zwischengut wird nach abermaliger Zerkleinerung, Läuertung, Trocknung und Siebung durch magnetische Aufbereitung weiter konzentriert (Trockenkonzentrat).

Bei der magnetischen Aufbereitung macht man von der Tatsache Gebrauch, daß auch die Eisen-Sauerstoff-Verbindungen, die im Erz vorkommen, teilweise magnetisch sind, teilweise durch Rösten oder Glühen in einen magnetischen Zustand übergeführt werden können. In Bild 8 ist eine rein magnetische Aufbereitung dargestellt, bei der das von Natur aus magnetische Erz nach Trocknung, Zerkleinerung und Windsichtung unmittelbar der Magnetscheidung zugeführt wird. Eine kleine Menge Konzentrat entsteht hierbei schon durch die Windsichtung.

Bild 9 zeigt eine magnetische Aufbereitung, bei der das Erz vor der Magnetscheidung getrocknet und geröstet wird. Die Röstung kann auf verschiedene Art und Weise (Verfahren des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung, der Lurgi-Gesellschaft und der Doggererz-Studiengesellschaft) durchgeführt werden.

In den Bildern 7 bis 9 und 11 sind die verschiedenen Aufbereitungsverfahren gekennzeichnet. Gleichzeitig ist das heute erreichte oder geschätzte Ausbringen an Eisen, wie es sich aus Versuchsbeispielen ergibt, angegeben. Es bewegt sich in der Größenordnung von 60 bis 80%. Nach neuesten Angaben werden auch höhere Zahlen für das Ausbringen erreicht. Das Ausbringen richtet sich, abgesehen von der Art des Erzes, vielfach nach dem angestrebten Anreicherungsgrad. Hierbei wird sich die wirtschaftliche Frage erheben, ob es günstiger ist, höher, d. h. über 40% Fe im Konzentrat, anzureichern mit etwas geringerem Ausbringen, oder sich mit Eisenkonzentrationen von 30 bis 40% zu begnügen unter entsprechend größerer Ausbeute an Eisen.

Der Umfang der für die Aufbereitungsverfahren zu erbauenden Anlagen geht schon aus den Darstellungen der einzelnen Arbeitsvorgänge in den Bildern zur Genüge hervor.

Während die Lurgi-Gesellschaft das Ziel anstrebt, die Röstung auf das magnetische Eisenoxyduloxyd als Endstufe reduzierend zu leiten, verfolgte das Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung das Ziel, das Enderzeugnis gegebenenfalls über eine reduzierende Vorreduktion einer oxydierenden Röstung auf das magnetische γ -Eisenoxyd bei den entsprechenden hierfür in Frage kommenden

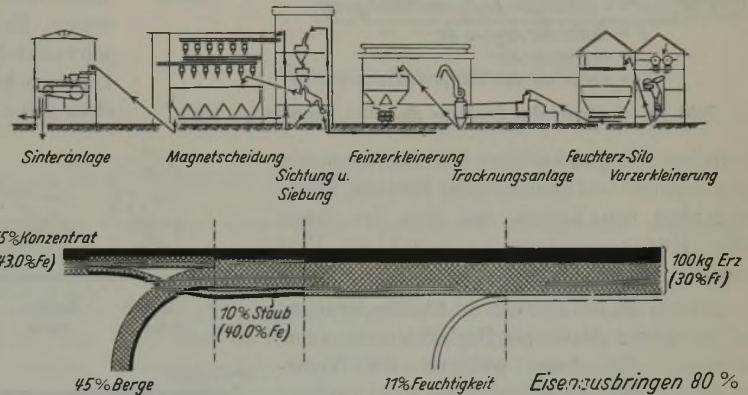


Bild 8. Magnetische Aufbereitung nach vorhergehender Trocknung.
(Als Beispiel: Aufbereitung Pegnitz.) Nach Angaben der Studiengesellschaft für Doggererze; vgl. G. Sengfelder: Stahl und Eisen 57 (1937) S. 732/35.

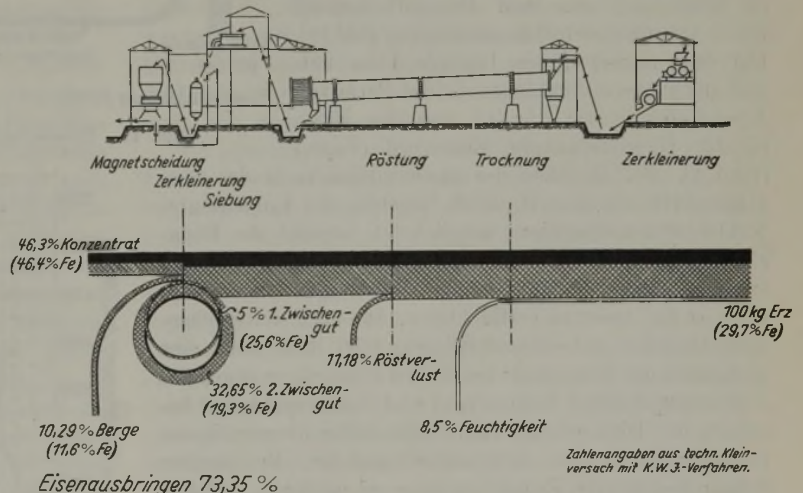


Bild 9. Magnetische Aufbereitung mit magnetisierender Röstung (Entwurf).
(Verfahren: Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung; Lurgi; Studiengesellschaft für Doggererze.) Nach W. Luyken: Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 805/12.

tiefen Temperaturen zuzuführen. Das Verfahren hat also den Vorzug, auf ein bestimmtes Enderzeugnis hinarbeiten. Während reduzierende Röstung und Abfangen eines Reduktionsvorganges beim günstigsten magnetischen Gut gewisse Schwierigkeiten bereiten können, sind beim Verfahren des Kaiser-Wilhelm-Instituts für Eisenforschung diese Unsicherheiten von vornherein ausgeschaltet. Aufbereitungs-

Zahlenangaben aus techn. Kleinversuch mit K.W.I.-Verfahren.

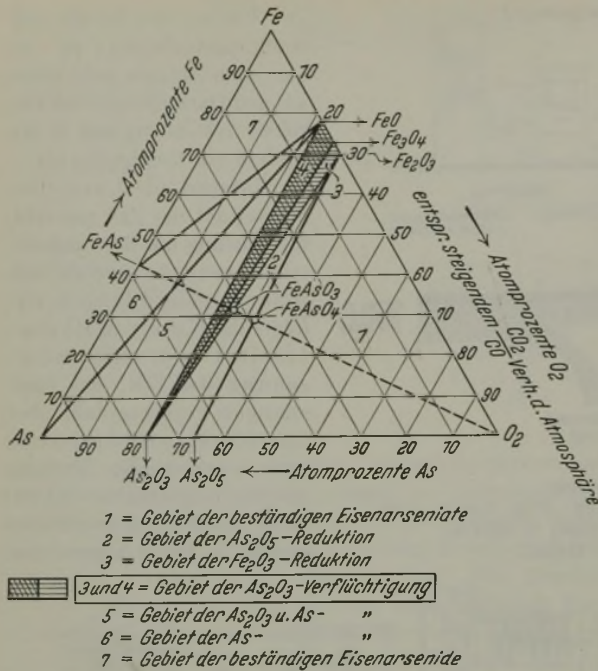


Bild 10. Entwurf des Systems Fe-As- O_2 für 600 bis 900°.

verfahren mit gleichzeitiger Röstung, besonders oxydierender und reduzierender Röstung, haben außerdem den Vorteil, daß sich bei ihnen eine Entarsenierung arsenhaltiger Erze ergeben kann.

Arsen ist bekanntlich in Stahllegierungen in stärkerem Maße als Begleitelement unerwünscht. Da Arsen während der Verarbeitung zu Roheisen und Stahl nicht entfernt werden kann, verdienen die Verfahren, welche die Entfernung aus dem Erz gestatten, besondere Beachtung. Die theoretischen Grundlagen zu ihnen sind aus dem Dreistoffschaubild Eisen-Arsen-Sauerstoff zu entnehmen (Bild 10). Die dem Sauerstoff zu liegende Ecke enthält die Arsenverbindungen in der Form von Arsensäureanhydrid (As_2O_5) und das Eisen in der Oxydationsstufe Eisenoxyd (Fe_2O_3) (Feld 1). Bei Absinken des Sauerstoffdrucks in der Gasatmosphäre, wie es z. B. durch Regelung des Kohlendioxid-Kohlenoxyd-Verhältnisses möglich ist, beginnt die Reduzierung des edleren Arsens von der fünfwertigen zur dreiwertigen Stufe (Feld 2). In der dreiwertigen Oxydationsstufe ist das Arsen zu verflüchtigen. Bei noch weitergehendem Absinken des Sauerstoffdrucks tritt dann auch eine Reduktion des Eisenoxyds ein (Felder 3 und 4), in denen das Arsenoxyd neben Eisenoxydul und Eisenoxyduloxyd beständig ist. Diese schraffierten Felder stellen die günstigsten Bedingungen für eine Arsenaustreibung dar. Bei darüber hinaus gesteigerter Reduktion, also bei weiterem Abfallen des Sauerstoffdruckes und der Sauerstoffkonzentration, wird auch das dreiwertige Arsen reduziert (Feld 5). Die sich bildende Arsenverbindung ist ebenfalls noch flüchtig, aber bereits schwerer zu verflüchtigen als die dreiwertige Sauerstoffverbindung. Das letzte Feld (6 und 7), das bei praktisch vollendeter Reduktion nach der Eisenseite zu entsteht, enthält das Arsen in einer nicht zu verflüchtigenden Form. Man ersieht hieraus, daß gerade derartige Röstverfahren neben dem magnetischen Zweck der Vorbereitung des Erzes auch noch Bedeutung für eine Arsenentfernung erlangen können.

Eine Sonderstellung unter den Aufbereitungsverfahren nimmt das Krupp-Rennverfahren ein (Bild 11). Es stellt ein Zwischending zwischen einer Aufbereitung und einem direkten Eisenerzeugungsverfahren dar. Das Endergebnis dieses Verfahrens ist nicht mehr ein angereichertes Erz, das von unerwünschter Gangart befreit ist, sondern ein metallisches Gut („Luppen“), das durch Reduktion des im Erz vorhandenen Eisens gewonnen und magnetisch von der anfallenden Schlacke geschieden wird. Dieses Ergebnis wird durch ein Reduktionsverfahren in einer Trommel erreicht, wobei die Temperaturen niedriger bleiben als im Hochofen. Die Schlacke wird im teigigen Zustande aus der Trommel getragen. Das zerkleinerte Gut wird magnetisch in Eisenluppen und Schlacke getrennt. Da das Eisenausbringen aus dem Erz über 90% beträgt, ist das Krupp-Rennverfahren volkswirtschaftlich ähnlich günstig wie das saure Schmelzverfahren zu beurteilen. Die Leistungsfähigkeit eines Drehofens geht aus Bild 12 hervor, in dem der monatliche und durchschnittliche tägliche Erzdurchsatz für die gesamte Zeit des bisherigen Betriebes dargestellt ist. Während der monatliche Durchsatz in den ersten Betriebszeiten infolge Mauerwerkstörungen geschwankt hat, haben sich seit Jahresfrist diese Schwierigkeiten beheben lassen und einen täglichen Durchsatz von etwa 250 t in diesem Versuchs-drehofen ergeben.

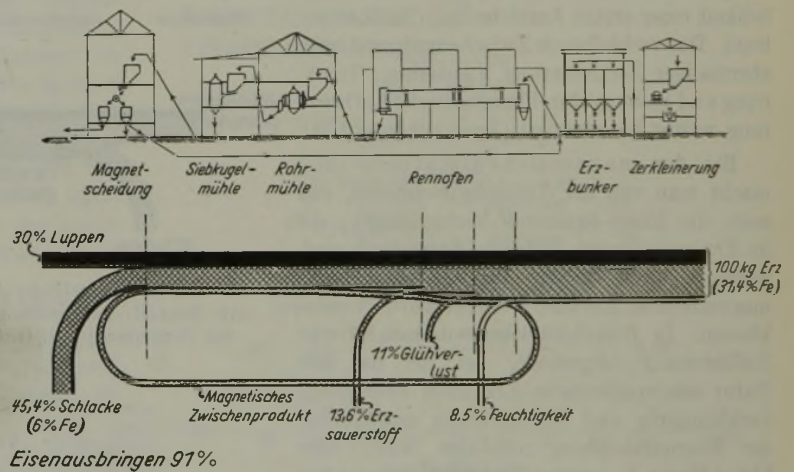


Bild 11. Pyrotechnische Aufbereitung (Krupp-Rennverfahren).

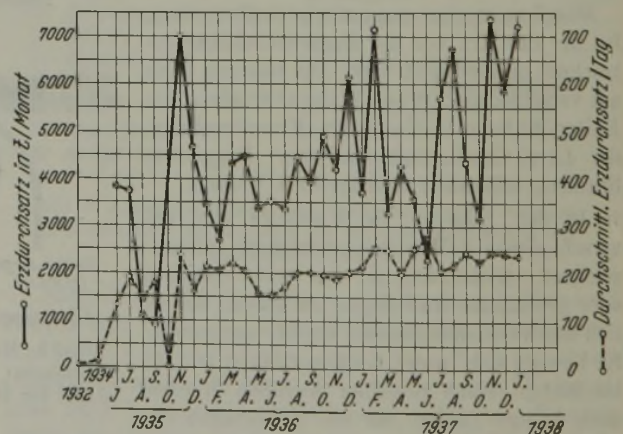


Bild 12. Entwicklung des Krupp-Rennverfahrens.

Zahlentafel 3 zeigt neben Angaben über den Erzmöller den Brennstoffverbrauch, wie er sich im Durchschnitt des letzten Jahres, u. a. in der letzten zwanzigwöchigen ununterbrochenen Betriebszeit der Rennanlage, mit Salzgitter-Erz ergeben hat. Das Erzeugnis kann nicht mehr als Roheisen

Zahlentafel 3. Krupp-Rennverfahren. Verschiedene Betriebsangaben.

	C %	Mn %	P %	S %	Fe %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	Nässe %
Eingesetzte Erze:										
Fortuna-Roherz (96 % max. im Möller).	—	0,23	0,49	0,14	26,0	28,3	7,7	3,6	1,9	~ 8
Pegnitz-Roherz (18,4 % max. im Möller)	—	0,28	0,31	0,10	27,0	32,0	7,1	0,4	0,7	~ 11,5
Schandelah-Erz (69,1 % max. im Möller)	—	0,40	0,54	0,17	18,0	29,5	7,4	7,4	1,4	~ 14
Ida-Erz (37,6 % max. im Möller) . . .	—	0,19	0,37	0,18	23,5	26,3	9,7	5,9	1,7	~ 6,5
Endschlacken (kohlenstofffrei)	—	0,24	0,20	0,16	4,5	60,3	17,2	6,5	2,2	—
Luppen	0,44	0,12	1,0	0,46	91,5	Restgehalt				
	bis 0,77	bis 0,20	bis 1,14	bis 0,68	bis 92,5					
Durchschnittliches Eisenausbringen 91 bis 93 %.										
Durchschnittlicher Brennstoffverbrauch 30 bis 32 % (bezogen auf den Erzeinsatz), davon Kohle für Staubfeuerung 6 bis 8 % (bezogen auf den Erzeinsatz), Rest Koksgrus und Schmelzkoks im Einsatz.										

Zahlentafel 4. Schmelzergebnisse bei 100 % Luppeneinsatz im Elektroofen.

	Einsatz				Stahlzusammensetzung									Schmelzzeit
	P %	S %	Ni %	Cr %	O %	Si %	Mn %	P %	S %	Ni %	Cr %	V %		
Borneo-Luppen . .	0,08	0,40	1,20	1,44	0,51	0,23	0,67	< 0,01	0,01	1,15	0,31	—	normal	
Deutsche Luppen .	1,22	0,56	—	—	0,81	0,11	0,21	(0,013) ¹⁾ 0,043 ²⁾	< 0,01	—	—	0,14	30 % über normal wegen des hohen Phosphorgehaltes	
Südslawische u. japanische Luppen	0,10	0,81	—	—	0,18	0,38	0,35	0,011	0,026	—	—	—	normal	
Südslawische Luppen	0,21	0,75	—	—	0,99	0,27	0,30	0,016	0,022	—	—	—	normal	

¹⁾ Phosphorgehalt vor der Reduktion.

²⁾ Phosphorgehalt infolge Rückphosphorung aus dem Herd während der Reduktion.

angesprochen werden. Es handelt sich vielmehr um ein schrottähnliches Erzeugnis, dessen Schwefelgehalt je nach dem der Erze und Brennstoffe mehr oder weniger hoch liegt und in dem sich der Phosphorgehalt der Erze zu etwa 70 % wiederfindet. Wenn auch die einfache Art und Weise, ein derartiges Gut umzuschmelzen, das Schmelzen im Schacht-ofen, z. B. Hochofen ist, so sind doch auch Versuche durchgeführt worden, diese Luppen zum Teil unmittelbar zur Streckung des Schrotts im Stahlwerk zu verwenden. Ueber die unmittelbare Verwendung von Luppen als Einsatz bei der Stahlherstellung können folgende Angaben aus verschiedenen Versuchsreihen gemacht werden:

Bei Versuchsschmelzen im basischen Siemens-Martin-Ofen (25 t) wurden im Einsatz 10 % phosphorreiche Luppen gesetzt. Die Schmelzen liefen mit Phosphorgehalten von etwa 0,08 bis 0,1 % ein, ihre Schwefelgehalte lagen um 0,07 bis 0,08 %. Um sowohl Phosphor als auch Schwefel sicher entfernen zu können, wurde die Schlacke im Verlauf der Schmelzen zum Teil abgezogen; außerdem wurde der Roheisenanteil im Einsatz um 5 % erhöht, um stärker erzen zu können. Diese Maßnahmen führten zu einem Mehrverbrauch an Kalk, Erz, Flußspat und Roheisen, außerdem verlängerte sich die Schmelzzeit um durchschnittlich 20 min bei 6½ bis 7½ h Gesamtdauer, d. h. um etwa 4,5 bis 5 %. Die Schwefel- und Phosphorgehalte im Enderzeugnis lagen mit 0,04 % S und 0,01 % P (neben 0,5 % C) normal. Daher sind Luppen, sofern sie einen hohen Phosphorgehalt aufweisen, weniger zur unmittelbaren Verwendung im Siemens-Martin-Ofen geeignet. Dazu kommt, daß auch mit Rücksicht auf die Phosphorwirtschaft die erzeugten Luppen restlos dem Hochofen, und zwar dem Thomas-Roheisenmöller zugeführt werden und der Thomas-schlacke zugute kommen. Bei Luppen mit niedrigem Phosphor- und Schwefelgehalt sind bis zu 30 bis 40 % Luppen im Siemens-Martin-Ofen eingesetzt worden, ohne irgendwelche Schwierigkeiten oder Schmelzverlängerungen herbeizuführen. Der Schwefelgehalt der Luppen wird ja nicht nur vom Schwefelgehalt des Erzes, sondern auch von dem

des zur Verwendung kommenden Brennstoffes abhängig sein.

Im Lichtbogenofen wurden Versuchsschmelzen zu 100 % aus Luppen hergestellt (Zahlentafel 4). Waren die Luppen phosphorreich, wie es z. B. bei Einsatz von Luppen aus deutschen Erzen der Fall war (1,22 % P), so verlängerte sich die Schmelzzeit wegen des erforderlichen langen Erzens um etwa 30 % gegenüber einer Schmelze aus üblichem Schrotteinsatz (bei 10 % Zusatz von festem Roheisen). Bei Einsatz von Luppen mit geringem Phosphorgehalt (0,08 % P), wie sie z. B. aus Borneo-Erzen gewonnen werden, und 0,4 % S war die Schmelzzeit normal. Für die Entfernung der Verunreinigungen genügte die gewöhnliche Schlackenführung, d. h. die Verwendung einer Oxydations- und einer Reduktionsschlacke.

Bei höheren Schwefelgehalten in den Luppen (0,75 bis 0,81 % S) neben wenig Phosphor (0,10 bis 0,21 %), wie sie bei Luppen aus japanischen und jugoslawischen Erzen vorkommen, war die Schmelzzeit praktisch normal. Der hohe Schwefelgehalt konnte allein dadurch hinreichend erniedrigt werden, daß die Einschmelzschlacke reduzierend geführt und abgezogen wurde. Die Endschwefelgehalte lagen bei 0,022 und 0,026 % S. Bei dieser Arbeitsweise entstehen also nur Mehrkosten durch die Führung einer weiteren Schlacke. Zusammenfassend ist zu sagen, daß die Entfernung des Schwefels aus schwefelreichen Luppen im Elektroofen keine Schwierigkeiten und nur sehr geringe Mehrkosten verursacht. Die Entfernung des Phosphors erhöht die Herstellungskosten durch Verlängerung der Schmelzzeiten und auch durch den Mehrverbrauch an Einsatzstoffen. Bei Verwendung hochphosphorhaltiger Luppen würde man zweckmäßig das Vorschmelzen und die Entphosphorung in einem besonderen Ofen oder in einem besonderen Verfahren (Pfannenentphosphorung) vornehmen, um vor allem die bei obigen Versuchen während der Desoxydationsstufe auftretende Rückphosphorung zu vermeiden.

Wie aus den obigen Angaben der Zahlentafel 4 mit ausländischen Erzen hervorgeht, hat das Krupp-Renn-

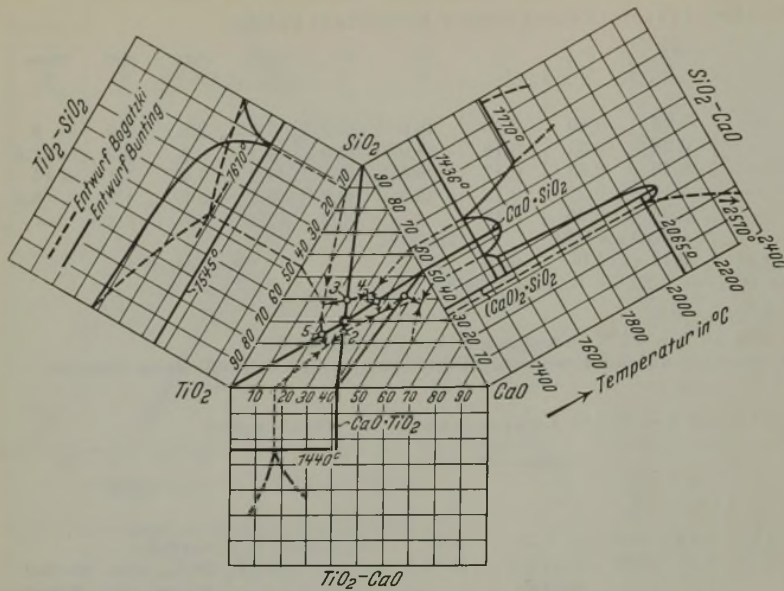


Bild 13. System TiO_2-SiO_2-CaO (Entwurf).

● = $CaO \cdot SiO_2 \cdot TiO_2$ (Titanit); 1380°.

Eutektika in den Teilsystemen:

- | | |
|---|------------------------|
| 1 = $CaO \cdot SiO_2 + CaO \cdot TiO_2$ | Schmelzpunkt rd. 1410° |
| 2 = $CaO \cdot SiO_2 \cdot TiO_2 + CaO \cdot TiO_2$ | Schmelzpunkt rd. 1375° |
| 3 = $CaO \cdot SiO_2 \cdot TiO_2 + SiO_2$ | Schmelzpunkt rd. 1373° |
| 4 = $CaO \cdot SiO_2 \cdot TiO_2 + CaO \cdot SiO_2$ | Schmelzpunkt rd. 1340° |
| 5 = $CaO \cdot SiO_2 \cdot TiO_2 + TiO_2$ | Schmelzpunkt rd. 1375° |

(2 bis 5 nach K. Iwasé und M. Fukusima.)

verfahren, aus Ueberlegungen deutscher Bedürfnisse heraus geboren, ebenfalls schon seinen Weg ins Ausland gefunden zu einer Zeit, wo in Deutschland erst eine Versuchsgrube angelegt wurde. Die Gründe hierfür sind zweifacher Natur:

Einmal ist es die Verarbeitungsmöglichkeit von Erzen, deren Verhüttung im Hochofen Schwierigkeiten macht. Als Beispiel könnten genannt werden Erze, die gewisse Gehalte an Titan aufweisen. Als titanhaltige Erze kommen Ilmenite mit mehr als 20 % Ti und Titanmagnetite mit 2 bis 15 % Ti in Frage. Die Erze mit weniger als 2 % Ti verdienen keine besondere Beachtung, da sie zu keinen Schwierigkeiten Anlaß geben. Eine Aufbereitung der Titaneisenerze ist wegen ihrer starken Verwachsung nicht möglich.

Nach den bisherigen Unterlagen macht allerdings die Schlackenführung, wie man vielfach annimmt, keine Schwierigkeiten. So ist in kaltgehenden Holzkohlenhochöfen bereits Schlacke mit Gehalten bis zu 10 % TiO_2 verarbeitet, auch normale basische Hochofenschlacke mit 6 % TiO_2 ist bekannt, sie soll sogar ziemlich dünnflüssig gewesen sein. Endlich erwiesen Schmelzversuche und planmäßige Schmelzpunktsuntersuchungen, besonders japanischer Forscher, daß Kalksilikatschlacken mit hohen Titangehalten sehr dünnflüssig sein können und sehr niedrige Schmelzpunkte haben, wie das in Bild 13 das nach Teiluntersuchungen zusammengestellte Dreistoffschaubild Titansäure-Kalk-Kieselsäure zeigt. Die Schwierigkeiten bei der Verarbeitung titanhaltiger

Erze liegen also nicht bei der Schlacke, sie sind vielmehr in folgendem begründet:

Schon bei verhältnismäßig geringen Gehalten in den Hochofenschlacken (< 10 % TiO_2) wird Titan in Gehalten von etwa 0,2 bis 0,6 % Ti im Roheisen reduziert. Dieses Titan setzt sich mit dem Kohlenstoff des flüssigen Roheisens unter Bildung hochschmelzenden Titankarbid um. Da dieses Karbid bei den im Gestell herrschenden Temperaturen fest ist, seigert es zum größten Teil aus dem Eisen aus. Es kann daher nur zu einem geringen Teil den Hochofen verlassen, die Hauptmenge bleibt im Ofen zurück und setzt sich im Gestell ab. So wurden z. B. bei Verhüttungsversuchen auf der Friedrich-Alfred-Hütte in Eisen und Schlacke nur etwa 30 bis 40 % des eingesetzten Titans wiedergefunden. Die restlichen 60 bis 70 % waren offenbar in Form von Ansätzen im Gestell zurückgeblieben.

Bei Laboratoriumsversuchen kann man, wie Versuche von H. Wentrup zeigten, den Vorgang der Titankarbidabscheidung nachahmen, wenn man zu flüssigen Roheisenschmelzen steigende Titanmengen zusetzt. Man sieht dann, daß bei Ueberschreitung eines gewissen Titangehaltes (etwa 0,5 %) der obere Teil der Schmelzen ausgesiebertes Titankarbid enthält (Bild 14 und 15). Eine Analyse ergab, daß es sich um das Karbid TiC handelt. Es enthielt noch etwa 5 % TiN gelöst, ein Zeichen dafür, daß sich auch Stickstoff an der Bildung der Ausscheidungen

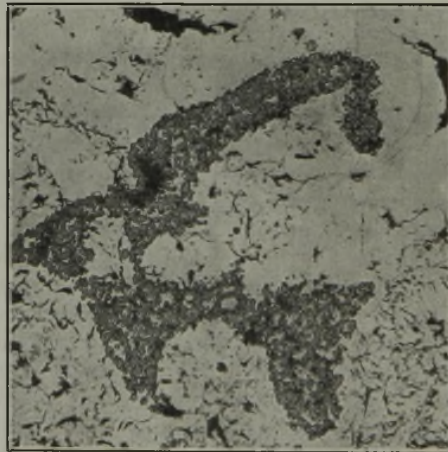


Bild 14. Ausscheidungen von Titankarbid in einer Roheisenschmelze. x 200

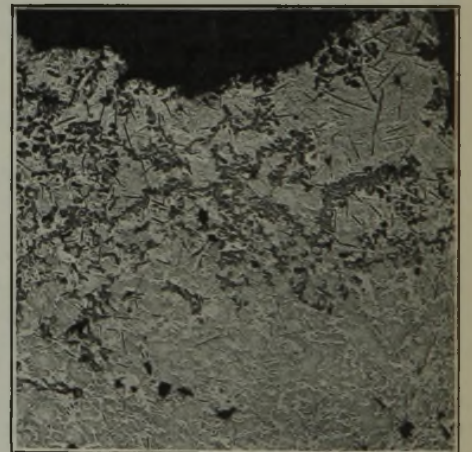


Bild 15. Ausscheidungen von Titankarbid in einer Roheisenschmelze (0,63 % Ti). x 10

beteiligt. Eine Störung durch schwer schmelzende Titan-carbide ist beim Rennverfahren nicht zu befürchten, so daß je nach der Zusammensetzung der Gangart titanhaltige Erze im Rennverfahren verhüttet werden können. Auf sonstige den deutschen Verhältnissen angepaßte sehr saure Erze braucht in diesem Zusammenhang nicht weiter verwiesen zu werden.

Nicht nur die Erzfrage, sondern auch die Brennstofffrage ist für das Rennverfahren von großer Bedeutung. Der Hochofenbetrieb in der ganzen Welt — sieht man von den Gegenden ab, in denen man in der Lage ist, einen Holzkohlenofen zu führen — ist auf Verwendung von Koks abgestellt. Nun gibt es viele Länder, die zwar Eisenerz be-

sitzen, aber keine verkockbare Kohle. Für diese Länder ist die Heranschaffung von Koks-kohle oder Koks außerordentlich teuer. Versuche mit dem Rennverfahren haben nun ergeben, daß es auch gelingt, das Rennverfahren, z. B. bei Verwendung von Braunkohlenschwelkoks, zufriedenstellend zu betreiben. Diese Möglichkeit hat in Ländern, die sich

1:5 ist, verschlechtert sich also in der Eisenlegierung auf etwa 1:7.

Die Ursache ist darin zu suchen, daß bei der Verarbeitung der manganhaltigen Eisenerze im Hochofen das Mangan weniger leicht zu Metall reduziert wird als Eisen und infolgedessen Verluste an Mangan in den Schlacken auftreten. Dieser Unterschied in der Reduzierbarkeit von Eisen und Mangan ist es nun, der die technische Möglichkeit ergibt, Eisen von Mangan zu trennen. Setzt man ein Eisenerz, das entsprechende Mangangehalte aufweist, wie z. B. Siegerländer Rostpat mit 9% Mn und 45% Fe, der Reduktion durch Kohlenstoff bei weniger hohen Temperaturen aus, als dies im Hochofen erfolgt, so gelingt es, das Eisen weitgehend zu Metall zu reduzieren und das Mangan in der Schlacke entsprechend anzureichern. Die so gewonnene manganreichere Schlacke läßt sich nun im Hochofen auf das gewünschte höherprozentige Ferromangan verarbeiten. Versucht wurde diese „gestufte Reduktion“ nach dem Mannesmann-Sachtleben-Verfahren in einem Trommelofen und nach dem Krupp-Rennverfahren in einem Drehrohrföfen. Bild 17 zeigt die hierbei vorgehenden Trennungen und das entstehende Verhältnis von Mangan zu Eisen.

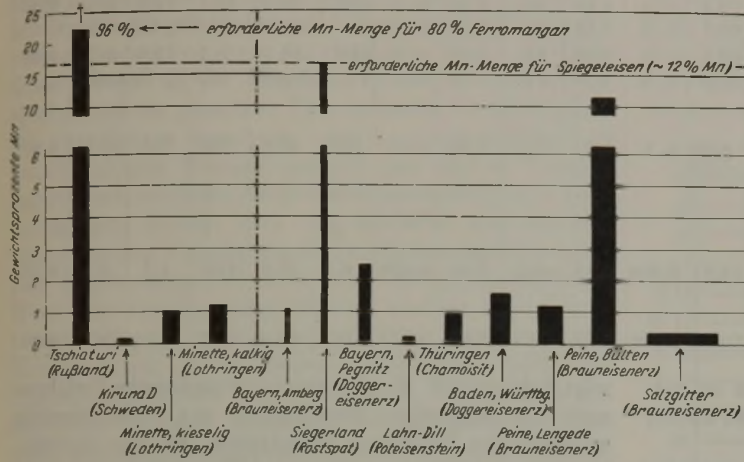


Bild 16. Mangangehalt der deutschen Erze, bezogen auf ihren Metallgehalt (Fe + Mn).

in der geschilderten Brennstoffschwierigkeit befinden, Veranlassung gegeben, sich mit der Einführung des Rennverfahrens zur eigenen Eisenerzeugung zu befassen. Entsprechende Versuchsanlagen sind ausgearbeitet, so daß sich auch hier klar und deutlich abzeichnet, daß derartige zuerst einseitig auf deutsche Verhältnisse abgestimmte Versuche schon während des ersten Versuchsabschnittes ihrer Erprobung internationale Beachtung finden.

Eine wichtige Rolle spielt in der Eisenindustrie der Bedarf an Legierungselementen. Ihr Wert in der Eisen- und Stahlindustrie beruht bekanntlich darauf, daß man durch Zusatz derartiger Elemente den Eisen- und Stahlegierungen besonders wertvolle Eigenschaften verleihen kann. So spielen selbstverständlich auch die Fragen der Gewinnung solcher Legierungselemente eine große Rolle.

Mit der Eisenindustrie in unmittelbarem Zusammenhang steht die Gewinnung von Mangan- und Vanadinlegierungen. Die vorliegenden Ausführungen sollen sich auf diese beiden Legierungselemente beschränken, wenn auch auf anderen Gebieten, wie z. B. der Nickelgewinnung aus Erzen mit niedrigen Nickelgehalten, wertvolle Ergebnisse erzielt wurden.

Beim Mangan liegen die Verhältnisse so, daß man in Deutschland auch nur auf beschränkte Vorkommen zurückgreifen kann. Es stehen hier zwei Fragen im Vordergrund. Die erste betrifft den mengenmäßigen Manganverbrauch und hat mit allen denjenigen Maßnahmen zu tun, die geeignet sind, diesen Verbrauch zu senken und das vorhandene Mangan mit dem höchsten Wirkungsgrad auszunutzen.

Die zweite Aufgabe besteht darin, die Art der Legierung zu bestimmen, in der Mangan dem Stahl zugesetzt wird. Für viele Zwecke ist es erforderlich, hochprozentige Eisen-Mangan-Legierungen zu benutzen, bei denen das Verhältnis von Mangan zu Eisen bei etwa 1:1 oder noch höher liegt. Diese als Ferromangan bekannten Legierungen lassen sich nicht ohne weiteres aus deutschen Erzen erzeugen, da in den vorhandenen Vorkommen das Verhältnis von Mangan zu Eisen bei etwa 1:5 liegt (Bild 16). Deshalb können diese deutschen Manganerze nur verwendet werden zur Herstellung von niedrigkonzentrierten Eisen-Mangan-Legierungen, den sogenannten Spiegeleisensorten mit 10 bis 15% Mn. Das Manganverhältnis, das im Erz noch etwa

Da Mangan, wie man aus diesem gestuften Reduktionsverfahren ersieht, durch Kohlenstoff schwerer in Metallform zu bringen ist als Eisen, ist umgekehrt zu schließen, daß das Mangan aus einem manganhaltigen Eisenbad durch sogenanntes Frischen, d. h. durch Einbringen von Sauerstoff,

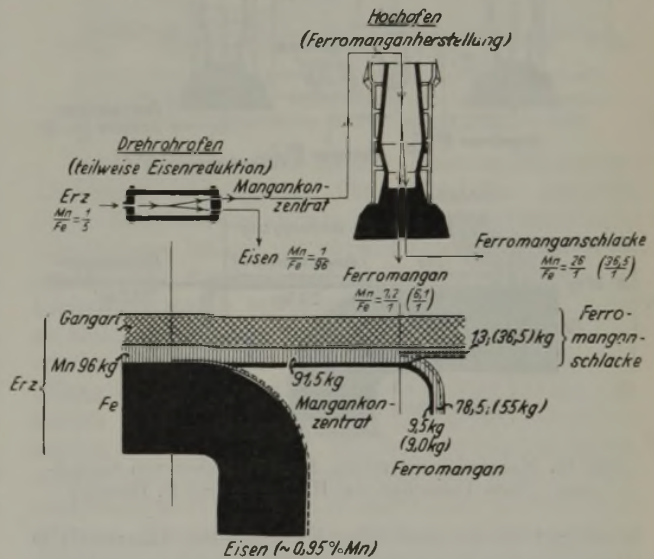


Bild 17. Mangankonzentration durch teilweise Eisenreduktion (Krupp-Renn- und Mannesmann-Sachtleben-Verfahren). Nach Angaben des Krupp-Grusonwerks und der Mannesmannröhren-Werke.

leichter oxydiert, also verschlackt wird. Auch auf diesem Vorgang, den man mit gestufter Oxydation bezeichnen könnte, läßt sich, wie dies H. Bansen³⁾ und E. Herzog gezeigt haben, ein Verfahren aufbauen, um hochprozentiges Ferromangan zu gewinnen. Der Vorgang verläuft so, daß man z. B. zu einem Spiegeleisen mit 10% Mn Sauerstoff zuführt, sei es in einem Herdofen durch Erz, sei es in der Thomasbirne durch Luft; diesen Vorgang läßt man bei möglichst tiefer Temperatur vor sich gehen, um nur das

³⁾ Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 1109/14 (Hochofenaussch. 161 u. Stahlw.-Aussch. 331).

Zahlentafel 5. Gewinnung hochmanganhaltiger Schlacken aus Spiegeleisen. (Ergebnisse einiger Betriebsversuche.)

	Eisenzusammensetzung in %								Schlackenzusammensetzung in %					
	Anfang				Ende									
	C	Si	Mn	S	C	Si	Mn	S	Fe	Mn	SiO ₂	CaO	S	Mn/Fe
A. Verblasen im Konverter:														
1. Durchschnittswerte größerer Versuchsreihen von H. Bansen, Rheinhausen	4,0 bis 4,5	1,47 1,19 0,58 0,45	10,4 10,1 10,8 10,6	n. b. n. b. n. b. n. b.	1,14 0,82 0,53 0,08	Sp. Sp. n. b. Sp.	1,53 1,55 2,75 1,01	n. b. n. b. n. b. n. b.	16,7 (einschl. 11,8% Granalien)	38,2 (einschl. 11,8% Granalien)	13,7 8,7	14,3 13,5	n. b. n. b.	2,80 2,00
2. Durchschnittswerte aus Versuchen von E. Herzog, Hamborn	4,6	0,34	8,92	n. b.	1,30	Sp.	1,96	n. b.	12,9	49,3	8,6	9,5	n. b.	3,80
B. Frischen mit Erz unter Zusatz von Schwefel nach H. Löfquist (Einzelversuche von H. Bansen, Rheinhausen):														
1. Versuch im Flammofen	4,47	0,33	18,8	0,006	4,35	0,02	2,40	0,026	6,7	56,6	12,0	1,2	3,1	8,45
2. Versuch in der Pfanne nach 2 bis 3 min Vorblasen im Konverter	4,36	0,99	10,54	0,005	4,12	0,07	2,85	0,025	5,7	48,9	17,2	n. b.	9,2	8,60

Mangan und entsprechend geringe Mengen Eisen zu verschlacken. Die Temperaturverhältnisse müssen bei diesem Verfahren genau geregelt werden.

Beim Verblasen in der Birne treten verhältnismäßig hohe Manganverluste durch Verdampfung ein, so daß dieses Verfahren aus wirtschaftlichen Gründen als weniger geeignet

zeigt Zahlentafel 5. Es gibt also heute technische Verfahren, auch hochprozentiges Ferromangan aus verhältnismäßig manganarmen Eisenerzen herzustellen. Es wäre verfrüht, heute schon Stellung zur Frage der Wirtschaftlichkeit dieser

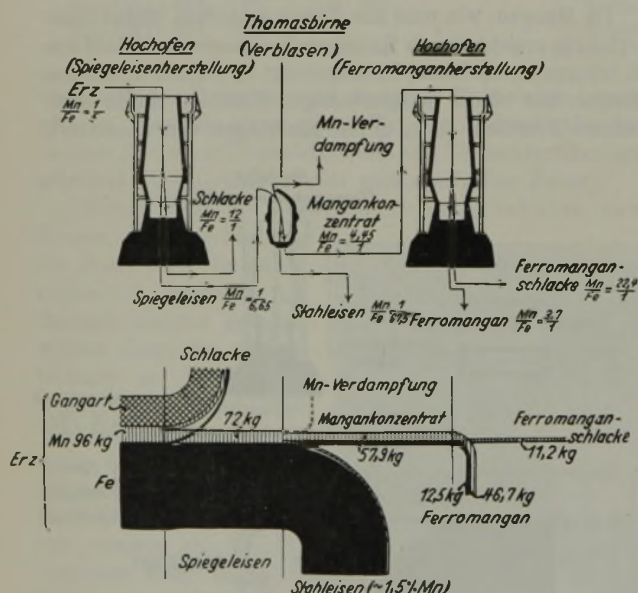


Bild 18. Mangankonzentration durch Verblasen von Spiegeleisen. (Nach Versuchen von H. Bansen und E. Herzog.)

bezeichnet werden muß. Durch Zugabe des Sauerstoffs in Form von Erz unter gleichzeitiger Zugabe von Schwefel [Verfahren nach H. Löfquist⁴⁾] läßt sich die Manganverschlackung unter Gewinnung einer dünnflüssigen Schlacke unter Umständen günstiger gestalten. Nach neueren Untersuchungen von W. Oelsen⁵⁾ erreicht man denselben guten Erfolg, den Löfquist durch Schwefelzugabe erzielt, durch Zusatz von bestimmten Kieselsäuregehalten zur Schlacke. Das Grundsätzliche dieses Verfahrens, das heute im Vordergrund steht, zeigt Bild 18. Wie schon erwähnt, ist hierbei die Oxydation in der Birne mittels Luftsauerstoff zu ersetzen, z. B. durch Erzfrischverfahren in einem anderen Ofen, oder in der Pfanne, oder sogar in der Rinne unmittelbar am Hochofen. Einige Ergebnisse der Anreicherungsversuche

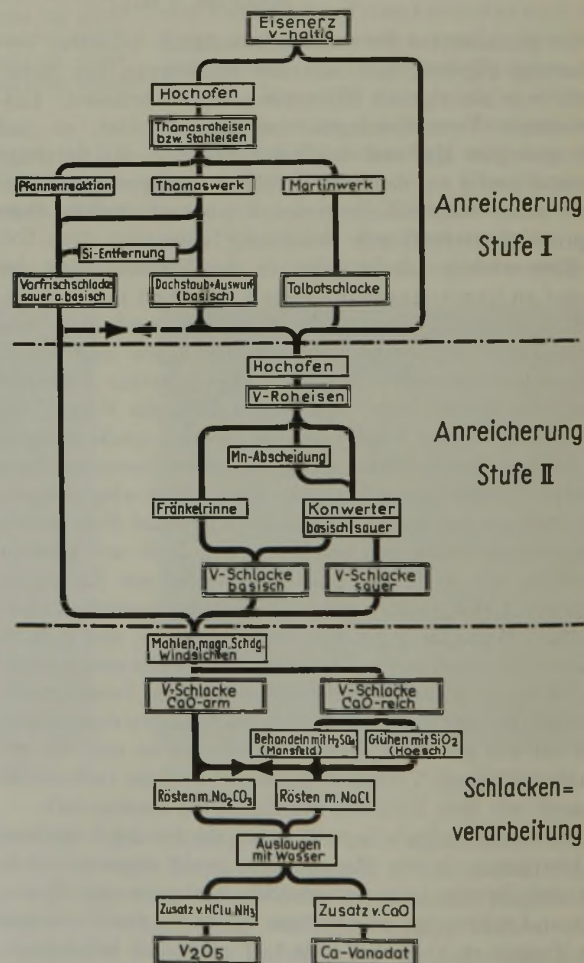


Bild 19. Gang der Vanadierung aus Eisenerz.

Verfahren zu nehmen. Tatsache ist, daß die Verfahren der Ferromanganerzeugung wiederum nicht nur in einem rohstoffarmen Land, wie Deutschland, sondern auch in einem derart rohstoffreichen Land, wie Amerika, Beachtung finden, dessen Rohstofflage für hochprozentige Manganerze ebenfalls nicht als günstig bezeichnet werden kann.

⁴⁾ Vgl. H. Bansen: Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 1413.

⁵⁾ Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 1212/17.

Ein weiteres Legierungselement, dessen Gewinnung mit der Eisen- und Stahlherstellung eng verknüpft ist, ist Vanadin⁹⁾. Die in der deutschen Stahlerzeugung mitlaufende Menge Vanadin läßt sich auf etwa 10 000 t schätzen; das ist um ein Vielfaches mehr, als je gebraucht werden wird. Es ist somit naheliegend, von dieser großen Menge den erforderlichen Bruchteil des deutschen Vanadinbedarfs zu gewinnen, soweit nicht Abkommen freundschaftlicher Art mit vanadinreichen Ländern bestehen. Die Verfahren hierzu sind ähnlicher Art wie die der Mangananreicherung. Sie beruhen ebenfalls auf der gegenüber Eisen größeren Verwandtschaft des Vanadins zu Sauerstoff. Durch Sauerstoffzufuhr zu vanadinhaltigem Roheisen gewinnt man eine an Vanadin angereicherte Schlacke, die entweder unmittelbar oder nach nochmaligem Umlauf über den Hochofen und die Verschlackung dem Vanadinaufschlußverfahren zugeführt wird. Bild 19 gibt einen Ueberblick über die hierbei möglichen Wege. Das vanadinhaltige Eisenerz wird im Hochofen zu vanadinhaltigem Roheisen verarbeitet, wobei entweder Thomasroheisen oder Stahleisen entfallen kann. Durch eine Pfannenreaktion oder ein Vorblasen im Thomaswerk mit oder ohne vorherige Siliziumentfernung durch Vorblasen ergibt sich eine Vorfrischschlacke, die je nach dem Vanadinhalt des Roheisens 5 bis 6 % V enthalten kann. Im Thomaswerk selbst entfällt sogenannter Dachstaub, in dem das Vanadin angereichert ist und der dann zur Herstellung eines vanadinhaltigen Roheisens höherer Konzentration Verwendung finden kann. Dieses kann ebenfalls für die obenerwähnten Vorfrischschlacken gelten, sofern sie nicht reich genug sind, um unmittelbar auf Vanadin verarbeitet zu werden. Die im Siemens-Martin-Werk entstehende Schlacke kann zum Teil ebenfalls als vanadinangereicherte Schlacke angesprochen werden. Aus derartigen Vorzerzeugnissen kann in der Anreicherungsstufe 2 ein Vanadinroheisen mit höheren Vanadinhalt hergestellt werden, aus dem wiederum durch Oxydation, sei es in einer Sondereinrichtung (Frischtrommel) oder im Konverter, gegebenenfalls unter vorheriger Siliziumabscheidung oder bei hohen Mangangehalten auch Manganentfernung, das Vanadin auf eine vanadinreiche Schlacke mit rd. 9 bis 12 % V angereichert werden kann. Diese so gewonnenen Schlacken werden dann in der dritten Stufe auf Vanadat oder Vanadinsäure oder Ferrovandin verarbeitet. Man wird auch in der übrigen Welt an diesen heute schon wirtschaftlich in Deutschland durchgeführten Vanadinanreicherungsverfahren, die auf Pionierarbeiten von R. von Seth, der Christiania Spigerverk A. S. in Oslo und der Röchling'schen Eisen- und Stahlwerke zurückzuführen sind, nicht achtlos vorbeigehen.

Der neuzeitliche Hüttenmann kann sich nun nicht darauf beschränken, möglichst viele in einem Lande erreichbare Legierungselemente zu gewinnen. Er wird sich vielmehr auch die Frage vorzulegen haben, in wie weit man überhaupt Eisen und Stahl legieren soll oder muß, um die Eigenschaften zu erreichen, die die entsprechenden Stahllegierungen für ihre Verwendung aufweisen müssen. Es soll hier nicht auf all diejenigen Arbeiten eingegangen werden, die mit dazu beigetragen haben, z. B. bei Baustählen zu klären, wie durch die Gestaltung von einzelnen Bauteilen — beispielsweise Kurbelwellen — die zulässigen Beanspruchungen heraufgesetzt werden konnten, wie es auch nur durch Zusammenarbeit zwischen Gestalter und Werkstoffachmann überhaupt möglich wurde, die höheren Festigkeitseigenschaften legierter Stähle schwingungstechnisch wieder verwertbar zu machen, nachdem in einzelnen Fällen der unlegierte Stahl gleich gut, um nicht zu sagen gleich schlecht,

wie der legierte Stahl sich gezeigt hatte. Die Erkenntnis, daß bei Wechselbeanspruchung die Ausnutzung eines höherwertigen Stahles auch eine höherwertige Gestaltung zur Voraussetzung hat, geht aus diesen Arbeiten eindeutig hervor. Die Frage, mit welchen geringsten Mengen an Legierungsbestandteilen sich diese erforderlichen Eigenschaften erzielen lassen, dürfte für die Rohstoffwirtschaft eines Landes und der gesamten Welt nicht von untergeordneter Bedeutung sein. Ueber die Wirkungsweise der verschiedenen Legierungselemente im Stahl ist gerade im letzten Jahrzehnt viel gearbeitet worden.

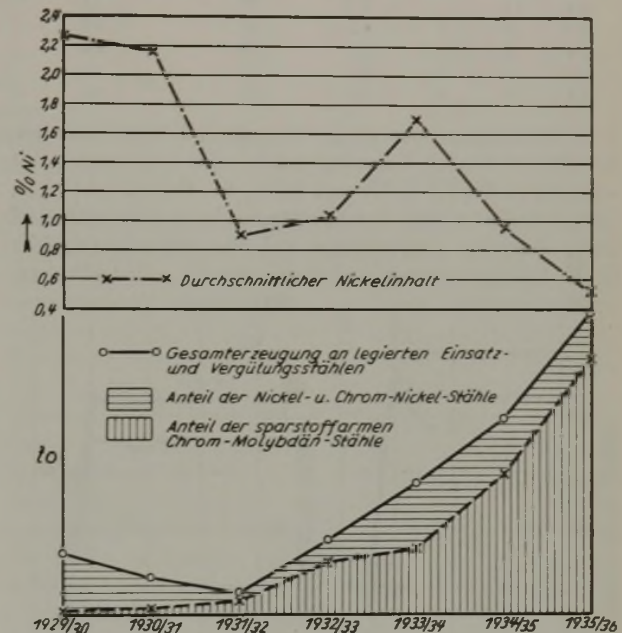


Bild 20. Anteil der sparstoffarmen Stähle und durchschnittlicher Nickelinhalt in Lieferungen von legierten Einsatz- und Vergütungsstählen in den Jahren 1929 bis 1936.

Ueber die Ergebnisse auf dem Gebiet der Baustähle, Einführung leichtlegierter Chrom-Molybdän- gegenüber Chrom-Nickel-Stählen, Ersatz von Legierungselementen in verschiedenen Stählen mit physikalischen und Korrosionseigenschaften, die Bedeutung der Plattierung im Sinne der Legierungsparsnis bei nichtrostenden Stählen, ist schon an anderer Stelle berichtet worden⁷⁾. Wie sich die Entwicklung des durchschnittlichen Nickelgehaltes und der Verteilung von Chrom- zu Chrom-Nickel-Stählen bei den Baustählen seit der Einführung der Chrom-Molybdän-Stähle ergeben hat, zeigt Bild 20. Wie aussichtsreich die Bestrebungen waren, in verschiedenen Fällen hochwertige Legierungselemente zu ersparen, soll an Hand des Beispiels hochlegierter Werkzeugstähle nochmals gezeigt werden. Bild 21 zeigt die Gegenüberstellung von Warmarbeitswerkzeugen. Gegenüber dem Stahl mit 8 bis 10 % W, 3 % Cr, 0,5 % V haben sich heute Stähle durchgesetzt, die mit 1 % Mo, 0,6 % V oder 2 % Mo, 0,6 % V gleiche Anlaßbeständigkeit und gleiche Leistung im praktischen Betrieb ergeben. Besonders deutlich werden die Möglichkeiten zur Legierungsparsnis durch Vergleich verschiedener Schnellarbeitsstähle. In Zahlentafel 6 sind eine ganze Reihe von Schnellstählen und deren Leistungen beim bestimmten Drehversuch angegeben. Wie aus dieser Zahlentafel und praktischen Betriebsversuchen in der Werkstatt hervorgeht, gelingt es, Stähle mit 20 % W und 1,5 % V bei vielleicht gleichzeitigem Zusatz von 0,8 % Mo ohne weiteres in ihrer Schnittleistung zu ersetzen durch solche Legierungen, die gar

⁹⁾ Vgl. H. Zieler: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 749/56.

⁷⁾ Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 480/93.

Zahlentafel 6. Schnittleistung wolframarter Schnellarbeitsstähle im Vergleich zu hochwolframlegierten.

Zusammensetzung				Mittlere Anhaltszahlen für die Standzeit in min bei Bearbeitung von vergütetem Chrom-Nickel-Stahl von 100 kg/mm ² Festigkeit mit einem Vorschub von 1,4 mm, einer Spantiefe von 5 mm und einer Schnittgeschwindigkeit von	
Cr %	W %	Mo %	V %	14 m/min	12 m/min
4,4	25	0,8	1,5	25	50
4,4	20	0,8	1,5	22	44
4,4	18	—	1,0	20	38
4,4	10	—	1,0	19	40
4,4	14	—	2,5	25	51
4,4	6	4	2,5	37	66
4,4	2,5	2,5	2,5	38	64
4,4	—	3,2	2,5	24	52
4,4	2	8	1,0	23	48

kein Wolfram und nur wenige Prozent Molybdän enthalten bei entsprechenden Vanadinegehalten oder Legierungen mit etwa 2,5 % W, 2,5 % Mo und 2,5 % V. Bild 22 gibt einen Anhalt dafür, welche Verschiebungen im Legierungsbedarf durch derartige Umstellungen auf dem Schnellstahlgebiet in der Edelstahlindustrie eintreten werden. Bedenkt man,

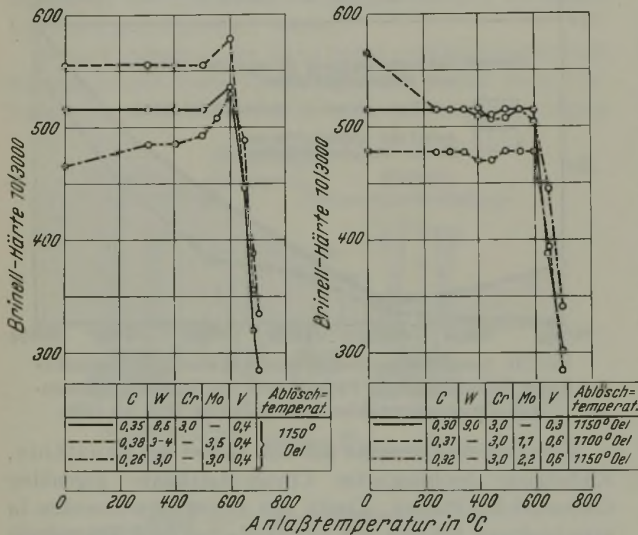


Bild 21. Anlaßbeständigkeit von Warmarbeitsstählen.

welche Auswirkungen der chinesische Krieg mit seinen Folgen auf die Wolframbelieferung hatte, und wie gefährdet die Herstellungsmöglichkeiten von Schnellstählen auf Wolframgrundlage noch vor kurzem durch die Verstopfung einer derartigen Rohstoffquelle waren, wird man sich der weltpolitischen Bedeutung einer derartigen Entwicklung auf dem Gebiete der legierten Stähle nicht entziehen können.

An die hier geschilderten Fragen ließen sich zwanglos noch eine Reihe von Werkstofffragen angliedern. Von großer Bedeutung sind auch diejenigen Fragen, die die Verwendung von besonders reinen Einsätzen im Stahl betreffen. Es hat sich ja in der ganzen Welt eingebürgert, daß diejenigen Stähle aus Ländern mit besonders hochwertigen reinen Rohstoffen den Ruf einer besonderen Güte genießen. Dies traf gerade für die nordischen Länder, besonders das Nachbarland Schweden, zu. Es gab viele Stimmen, die jahrzehntelang die Ansicht vertraten, daß die Rohstoffgrundlage und die Reinheit des Ausgangsstoffes für die Güte des Fertigerzeugnisses von ausschlaggebender Bedeutung sein müßten. Es soll keineswegs abgestritten werden, daß tatsächlich eine hochwertige Rohstoffgrundlage die betreffenden Länder im voraus dazu bestimmt, hochwertige Stähle herzustellen. Andererseits ist aber auch durch eine ganze Reihe von Versuchen auf Gebieten, in denen z. B.

besonders schwedischer Stahl eine gewisse Vormachtstellung hatte, gezeigt worden, daß die heutige Metallurgie das Geheimnis um die sogenannten unerklärlichen Vorzüge besonders guter Rohstofflage weitgehend gelüftet hat, so daß auch ein denkender Metallurge in Ländern, in denen ihm diese Rohstoffe nicht oder nur in geringem Maße zur Verfügung stehen, bei Anwendung der modernen Gesichtspunkte der wissenschaftlichen Hüttenkunde in der Lage ist, gleichhochwertige Erzeugnisse aus seinen Rohstoffen herzustellen. Die Frage nach dem „Body vom Stahl“, ein Ausdruck, der immer herangezogen wurde, um unerklärliche Vorzüge des Stahles zu kennzeichnen, kann am besten dahingehend beantwortet werden, daß „the body of steel“ (Güte des Stahles) gleichbedeutend ist mit „the brain of the metallurgist“ (Verstand des Hüttenmannes). Diese Entwicklung war schon seit langem voraussehen und stellt heute für denjenigen, der sich mit Metallurgie beschäftigt, kein überraschendes Ergebnis mehr dar. Selbstverständlich wird die Mühelosigkeit, mit der man derartige hochwertige Erzeugnisse erzielen kann, immer noch bei dem liegen, der hierzu den einfachsten Weg zu beschreiten hat, nämlich den Weg über die einfachsten Ausgangsstoffe. Für den

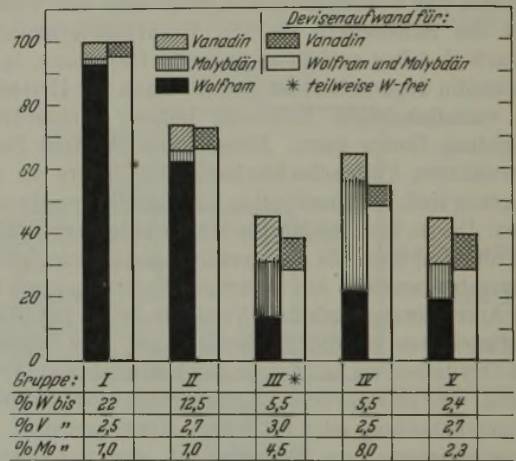


Bild 22. Verbrauch an Legierungsmetallen für Schnellschnittstähle alter und neuer Zusammensetzung. (Bezogen auf Gesamtverbrauch alter Zusammensetzung = 100.)

Stahlwerker bleibt also noch immer der Vorteil hochwertiger Rohstoffe für die Einfachheit der Herstellverfahren erhalten. Für den Verbraucher ergeben die Fortschritte in den metallurgischen Erkenntnissen, gestützt durch scharf gehandhabte Prüfungen während der Erzeugung, die Gewähr, daß gleich gute und hochwertige Fertigerzeugnisse aus heimischen Rohstoffen in den verschiedenen Ländern der Welt erzeugt werden können. Eine wirkliche Vormachtstellung in dieser Hinsicht gibt es heute nicht mehr für ein Land.

In Zahlentafel 7 sind einige Ergebnisse derartiger Untersuchungen wiedergegeben, und zwar an Erzeugnissen, die man aus Gründen der Güte vielfach aus ausländischen Stählen herstellte. Durch Untersuchungen an Uhrfederbandstählen, wie sie vom Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung⁶⁾ vorgenommen wurden, ließen sich auch hier gleiche Ergebnisse für den hierfür besonders bekannten Schwedenstahl gegenüber deutschem Stahl anführen. Man darf aber nicht vergessen, daß der letzte Ruf des Schwedenstahles nicht nur begründet ist auf dem Stahl selbst, sondern auch auf der außerordentlich großen Sorgfalt, welche die schwedischen Metallurgen auf die Verarbeitung ihres an sich

⁶⁾ H. Poellein: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 19 (1937) S. 247/72; vgl. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 1455.

Zahlentafel 7. Verdrehwechselversuche mit Ventildfedern verschiedener Herkunft.

Abmessungen der Federn	Herkunft des Stahles	Oberflächenzustand	Vorspannung	Wechselbeanspruchung	Anzahl der Schwingungen in Mill.	Ergebnis
			kg/mm ²	kg/mm ²		
4,5 mm Drahtdurchmesser 25 mm mittlerer Windungsdurchmesser 62 mm Höhe unbelastet	Inland	geschliffen	47,7	± 34,0	0,1 bis 5,2	gebrochen
	Ausland	geschliffen	48,9	± 34,6	0,3 bis 2,0	gebrochen
	Inland	geschliffen	47,0	± 30,3	10,0 bis 10,2	nicht gebrochen
	Ausland	geschliffen	49,0	± 31,6	4,7 bis 5,8	gebrochen
3,6 mm Drahtdurchmesser 37 mm mittlerer Windungsdurchmesser 80 mm Höhe unbelastet	Inland	geschliffen	37	± 27,4	12	nicht gebrochen
	Ausland	geschliffen	37	± 27,1	12	nicht gebrochen
	Inland	geschliffen	35	± 24,3	19 bis 25	nicht gebrochen
	Ausland	geschliffen	35	± 23,5	31 bis 36	nicht gebrochen
	Inland	gezogen	31,6	± 18,6	8,5	nicht gebrochen
	Ausland	gezogen	31,8	± 18,4	4 bis 5	gebrochen
	Inland	geschliffen, Randentkohlung nicht entfernt	33	± 21,0	0,5 bis 1,0	gebrochen

hochwertigen Stahles bis zur letzten Verfeinerung verwenden. Bei freundschaftlichen Handelsbeziehungen wird man auch in Zukunft nicht mehr darum streiten, ob gleiche Güte im In- und Ausland erreichbar ist, sondern demjenigen Land, das bevorzugt zur Erzeugung bestimmter Sorten ist, nach Möglichkeit hierfür einen Anteil an Geschäften geben.

die Eisenwirtschaft nicht betrachten können, ohne gleichzeitig die mit ihnen zusammenhängenden wirtschaftlichen Fragen genauestens zu erfassen. Man hat oft das Wort Planwirtschaft eines Landes mit einem gewissen Beigeschmack empfunden, und zwar als im Gegensatz zur freien Wirtschaft stehend. Ist dies wirklich der Fall? Wirtschaft ohne Planung ist Unsinn, da es nicht auf die Dauer möglich sein wird — wie bereits vorher hervorgehoben —, mit den Schätzen der Welt planlos zu wirtschaften. Die Länder, die mit klarer Vernunft an die wirtschaftliche Klarstellung dieser Fragen herangehen, leisten nicht nur sich, sondern der ganzen Menschheit Pionierdienste und dürften am besten den Boden vorbereiten, um mit anderen Ländern Hand in Hand zu marschieren und sich mit ihnen erfolgreich zusammenzuschließen. Das Gefühl, auch als Techniker und Metallurge in diesem Sinne an der Gestaltung der nationalen und der Weltwirtschaft mitzuarbeiten, dürfte Belohnung für getane und Ansporn für zukünftige Arbeit sein.

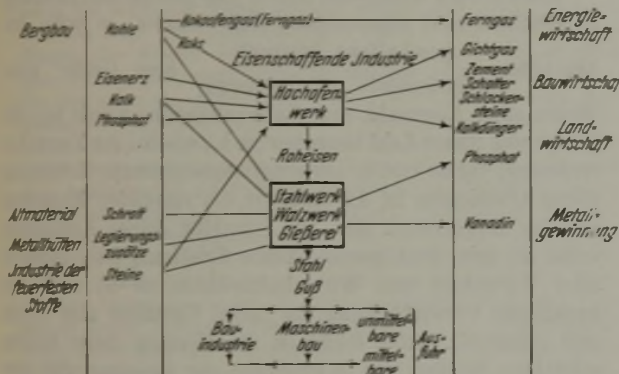


Bild 23. Einige Zusammenhänge zwischen Eisenindustrie und Gesamtwirtschaft.

Auch für den Austausch der Völker untereinander ist es von Wert, wenn jedes Land durch genaue Arbeiten seine wirtschaftlichen und technischen Möglichkeiten prüft, nicht mit dem einseitigen Wunsch, alles selbständig zu machen, sondern gleichzeitig mit dem Ziele, diejenigen Gebiete festzustellen, auf denen besondere Beziehungen zu anderen Völkern und Ländern mit Vorteil anzuknüpfen sind. Solche Geschäftsbeziehungen der Völker untereinander werden dann auf genaueren Grundlagen fußen, als dies in früheren Zeiten der Fall war. Daß hierzu von allen Ländern entsprechende Arbeiten zu leisten sind, ergibt sich schon aus der vielfachen Verknüpfung der Zusammenhänge zwischen verschiedenen Wirtschaftszweigen.

Wie schwer es innerhalb einer Nation bereits ist, die Zusammenhänge zwischen der Eisenindustrie und der gesamten Wirtschaft zu klären, sei an Hand des Bildes 23 vor Augen geführt. Man wird bereits innerhalb einer Nation

Zusammenfassung.

An Darstellungen eisenhüttentechnischer Fragen aus dem Aufgabenkreis des Vierjahresplanes wird gezeigt, daß die in Deutschland angeschnittenen Fragen größtenteils auch internationale Bedeutung haben. Nicht nur für Deutschland, sondern auch für andere Länder ist das saure Schmelzverfahren mit nachfolgender Sodaentschwefelung des Roheisens ein Weg zur Nutzbarmachung eisenarmer und kiesel-säurereicher Erze. Dasselbe gilt für die zahlreichen auf dem Gebiete der Auf- und Vorbereitung der Erze beschrittenen Wege. Eine wichtige Rolle spielt in der Eisenindustrie der Bedarf an Legierungselementen, wobei die Gewinnung von Mangan und Vanadin im Vordergrund steht. Auf dem Gebiete der Stahltechnik kommt der Frage der technischen Notwendigkeit und ebenso auch der bestmöglichen Ausnutzung von Legierungszusätzen große Bedeutung zu. Hier wird besonders auf das bei den Baustählen, den Werkzeugstählen und den Schnellarbeitsstählen durch Einsparung oder Austausch von Legierungselementen oder durch Anwendung z. B. des Plattierens Erreichte hingewiesen.

Kopfleistung und Arbeitsplanung.

Von Kurt Rummel in Düsseldorf.

[Bericht Nr. 144 des Ausschusses für Betriebswirtschaft des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute*].

(Grundlagen der Arbeitsplanung mit dem Ziel der Erhöhung der Kopfleistung, Mittel zu deren Erhöhung durch betriebswirtschaftliche Maßnahmen und Mechanisierung; statistische Unterlagen für die Kopfleistung in den Betrieben der Großeisenindustrie, wahrscheinlicher zukünftiger Bedarf der Hüttenwerke an Arbeitskräften.)

I. Wirtschaftliche Grundlagen.

Arbeitsplanung.

Stellt sich ein Volk hohe Aufgaben, so muß es seine gesamte Arbeitskraft einsetzen. Ihr Maß hängt zuletzt von psychologischen Voraussetzungen ab, und wenn man die menschliche Arbeit planen will, muß man bis zu ihren Antrieben in der Tiefe der Menschenbrust herabsteigen. Wie dem aber auch sei, die Arbeitskraft ist selbst bei großem Einsatz und hohem Wirkungsgrade beschränkt; will man die Schwierigkeiten schärfster Kontingenzierung der Arbeit mit all ihren Bedenklichkeiten im Frieden oder Halbfrieden vermeiden, so muß bei allen Gliedern der Wirtschaft die Arbeitsplanung einsetzen, von der Staatsplanung über die der Wirtschaftsträger bis zum persönlichen Arbeitshaushalt des einzelnen; — im totalen Kriege ist die Kontingenzierung selbstverständlich.

Katalog der Arbeitsplätze.

Für den Betriebsingenieur des Hüttenwerkes ergibt sich zur Vorbereitung dieser unumgänglichen Planung die erste Forderung der Aufstellung eines Kataloges sämtlicher Arbeitsplätze seines Bereiches, geordnet nach den Sorten der Erzeugnisse; alle demgemäß auch nur auf Stunden flüssig werdenden Arbeitskräfte sind jeweilig einer zwischenbetrieblichen Sammelstelle zur anderweitigen Verwendung unter Angabe der verfügbaren Stundenzahl zu überweisen, alle Anforderungen für stoßweise erledigbare Arbeiten der Betriebe, die von ungelerten Arbeitern verrichtet werden können, sind an diese Sammelstellen zu richten. Das Verfahren hat sich dem Vernehmen nach glänzend bewährt.

Rationalisierung und Arbeitsplanung.

Die Steigerung der Kopfleistung ist das A und O aller Wirtschaft; in ihren volkswirtschaftlichen Auswirkungen ist all und jede Rationalisierung nichts anderes als eine Steigerung der durchschnittlichen Kopfleistung.

In den früheren Zeiten war die Freisetzung von Arbeitskräften eine rein privatwirtschaftliche Aufgabe der Herabminderung des Lohnanteils in den Selbstkosten zur Verbilligung der Erzeugung. Von diesem Gesichtswinkel aus war bekanntlich der „Arbeitgeber“ zu immer weiterer Mechanisierung gezwungen, je mehr der Eigennutz der „Arbeitnehmer“ bei guter „Konjunktur“ die Löhne in die Höhe trieb, und es begann das bekannte anmutige „Gesellschafts“spiel, bei dem jede der beiden Gruppen auf ihren Keil haut, bis es nur noch sehr wenig Arbeiter, aber damit auch sehr wenig Käufer gibt. Man sieht heute noch, wie sich dieses wahrhaft kindliche Spiel in den großen Demokratien fortsetzt; bei solchem Vorgehen besteht die Gefahr, daß man sich zu Tode rationalisiert. Ohne innigstes Zusammenwirken von Staat und Industrie läßt sich die größte Aufgabe unseres Zeitalters nicht lösen. Wir alle wissen heute, daß sie sich auf der einen Seite nicht lösen läßt ohne eine staatliche Lenkung, um so mehr, als sich einzelne nationale Wirtschaften unter dem Vorwiegen des wehrwirtschaftlichen Gedankens, aber auch aus Verkennung des Wesens der Handelsbeziehungen der Länder, allenthalben verselbständigen und die Weltdiplomatie sich als unfähig erweist, die Schleusen des Welthandels zu handhaben. Auf der anderen Seite zeigt das Beispiel Rußlands, daß vom Arbeits-

zimmer des politischen Kommissars aus „mit Berichten nach oben und Anweisungen nach unten nur die Unwirtschaftlichkeit organisiert wird“; lenken und steuern läßt sich das einzelne Fahrzeug nach den Vorschriften der staatlichen Verkehrsordnung nur durch den, der darin sitzt, nach seiner eigenen Verantwortungsfreudigkeit. Planen kann man nur auf Grund von Unterlagen, und diese müssen aus dem lebendigen Leben der Wirtschaft kommen und nicht aus bleichsüchtigen Fragebogen, ebenso wie sich alle Pläne der Staatslenkung nur verwirklichen lassen unter der Stoßkraft und dem Arbeits- und Einsatzwillen des sich selbst und dem Staate verantwortlichen und im Wettbewerb der Wirtschaft stehenden kämpferischen Unternehmertums.

So muß jeder einzelne ernsthaft überlegen, welche Mittel die von seinem Einflußbereich verlangte Leistung in Einklang bringen mit dem für ihn verfügbaren Anteil an den Arbeitsstunden der Gesamtwirtschaft, ohne seines Nachbarn Knecht zu begehren.

Der Leistungsquotient.

Könnte man schaffende Arbeit und geschaffene Leistung in gleichem und allgemeinem Maße messen, so wäre der Quotient $\frac{\text{geschaffene Leistung}}{\text{aufgewendete Arbeitsenergie}}$ eine Größe vom Wesen einer Kennzahl, und Rationalisierung würde nur die Steigerung dieser Zahl bedeuten (d. h., wie bei der Zuwachsrechnung, ihren ersten Differentialquotienten). Erhöhung dieses Quotienten ist die Antwort des ringenden Menschen auf das Donnerwort des „im Schweiß deines Angesichts sollst du dein Brot essen“. Diese Erhöhung ist Ausdruck aller Wirtschaft und Wirtschaftlichkeit, sie ist auch die praktische Verwirklichung des „allen Gewalten zum Trotz sich erhalten“. Aber leider ist die Messung dieser beiden wichtigen Größen der Wirtschaft, der Leistung und der Arbeit, oder mit anderen Worten: des Wertes des Geschaffenen und des Schaffensinhaltes der Arbeitsstunden, nicht einfach, und man wird sich statt zahlenmäßiger Angaben begnügen müssen, im folgenden den obengenannten Quotienten in eine Reihe von Kenngraden aufzuspalten, deren jeder ein betriebswirtschaftliches Arbeitsgebiet umfaßt.

In dieser Beziehung sei aber noch auf einen Zusammenhang zwischen Leistung, Arbeit und Kapital aufmerksam gemacht, der, so selbstverständlich er ist, nicht oft genug unterstrichen werden kann. Im großen statistischen Durchschnitt über Menge und Zeit könnte die Geldeinheit einer deutschen Mark den Wert von rund einer Arbeitsstunde ausdrücken in dem Sinne, daß man in diesem Durchschnitt für eine Arbeitsstunde eine Mark erhält, aber für eine Mark sich auch nur die Leistung einer Arbeitsstunde kaufen kann. Diese, nach den vielfachen Führerworten so selbstverständliche Erkenntnis muß nicht nur jeder Betriebsmann haben, sondern er muß sie jedem Gliede der Belegschaft als höchsten Arbeitsansporn einhämmern: Mehr kaufen können wir uns nur, wenn wir die Leistung in der Arbeitsstunde erhöhen oder die Zahl der nutzbaren Arbeitsstunden innerhalb der Arbeitszeit, oder die Gesamthöhe der Arbeitszeit, und zwar alles dies bezogen auf den Menschen selbst oder die durch menschliche Arbeit geschaffene Maschine.

Da jede Leistung nur durch Arbeit erzielt wird, kann man auch von der Leistungsseite her das Geld, das Kapital einer Mark, als den Ausdruck für eine gespeicherte Arbeitsstunde betrachten, und alle Umstreitungen der Währungsfragen, des Kaufkraftbegriffs, des gerechten Preises u. a. m. lassen sich nicht ohne Nutzen von diesem Blickpunkt aus beleuchten. Auf jeden Fall aber ist der Fluß der Arbeit dem Strömen des Wassers

* Vortrag vor der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute am 5. November 1938 in Düsseldorf. — Sonderabdruck des Berichts sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

durch eine Talsperre oder der Wärme durch einen Ofen mit speichernden Wänden vergleichbar. Wie hier die Bilanz von eingebrachter Stoff- und Energiemenge einspielen muß, so ist auch — wenn man sich auf irgendeine Normalzahl der Arbeitsstunden je schaffenden Volksgenossen einigt — die Summe aller verfügbaren Arbeitsstunden unveränderlich und gleich dem Gegenwart der Güter und Dienste \pm Speicherkapitalien; der Realwert des Geldes aber steigt bei dieser „Arbeitswährung“ mit der Erhöhung der Kopfleistung und ist ihr Gegenwart. Ist somit dem Kapital im weitesten Begriffsumfang nur eine Speicherrolle zugeschrieben, so ist die Aufgabe der Volkswirtschaft nur noch:

die Kopfleistung zu steigern und den Bedarf mit der jeweilig verfügbaren Leistungssumme unter Benutzung des Ausgleichsspeichers der Geld- und Warenvorräte richtig abzustimmen.

Die „Arbeitszeit“.

Nimmt man — der Einfachheit wegen und unter dem Vorbehalt der Nachprüfung — an, daß der schaffensfähige Mensch ein Drittel seiner Zeit der Arbeit, das zweite der Muße und Bedarfsdeckung, das dritte dem Schlaf widmen soll, so kommt es für die Planung der Arbeit und Lenkung der Wirtschaft zuallererst darauf an, wie diese Arbeitszeit des Volkes nach Hundertteilen und nach Summen von Arbeitsstunden auf den privaten Verbrauch (einschließlich der hierzu nötigen Erzeugungsgüter) und den öffentlichen Bedarf aufgeteilt werden soll. Im einzelnen ergibt sich für jedes Volk der Erde eine Reihenfolge nach der Dringlichkeit: Das Brot und sonstige Nahrung und Notdurft des Leibes mit deckendem Rock und schützender Hütte einschließlich der Gesundheitsfürsorge, gleichzeitig die Waffe zur Wehr, darüber hinaus aber auch das Buch und das Bild mit allen sonstigen schönen und annehmlichen Dingen der Kultur und Zivilisation und auch einschließlich alles dessen, was dem Geltungsbedürfnis eines Volkes dient, das sich selbst als solches dargestellt wissen will. Alles das wird geschaffen aus Arbeit, einmal als Erwerbs-Lebensnotwendigkeit, weiter nach dem Gerechtigkeitsgefühl, für gezahlten Entgelt vollen Gegenwart der Leistung zu bieten, dann aber auch nach dem Arbeitsbegriff als sittlicher Pflicht in der Sippe und in der Volksgemeinschaft, als Arbeitsfreudigkeit, Arbeitswille, Einsatzbereitschaft, Schöpferkraft und faustischen Tatendrang, dem die Arbeit die Apotheose des höchsten Augenblicks des Glückes, die alleinige Befriedigung ewiger Ungenügsamkeit gibt. Die notwendige Leistungssumme ist selbstverständlich für jedes Volk und zu jedem Zeitpunkt verschieden, je nach der Fruchtbarkeit seines Ackers und den Schätzen seines Bodens, je nach den Zeiten der Fülle oder des Mangels (wie sie Ungunst des Wetters, Kriegsnot, Mißwältung und Führermangel heraufbeschwören), auch nach den Lebensansprüchen, der Arbeitsbereitschaft, der Lebenskraft und den sonstigen rassischen Bedingtheiten und Fähigkeiten der Gemeinschaft wie des einzelnen; auf den gleichen Faktoren beruhen ja auch jeder Tausch und Handel und allzumal der Welthandel.

Nach diesen Voraussetzungen ist nun weiter jene rohe Drittelung der Arbeitszeit in Arbeit, Muße und Schlaf zu überprüfen und im Sinne der Arbeitsplanung richtigzustellen.

Von der Wiege bis zum Grabe gerechnet, mit Sonn- und Feiertagen, Urlaub, Krankheit und Leerlauf, nach Abzug also aller freiwilligen Beschränkungen und unfreiwilligen Behinderungen erreicht die nutzbare Arbeitszeit bei kaum einem Volke der Erde im Durchschnitt aller Menschen mehr als 4 Stunden je Lebenstag, entsprechend einem zeitlichen Schaffensgrad von nicht mehr als 15 bis 20 % des menschlichen Erdendaseins; ein immerhin im ersten Augenblick überraschendes Ergebnis und ein erschreckendes Zeichen für den geringen Ausnutzungsgrad der verfügbaren Zeit.

Stundenstatistik.

Nicht aber nur auf die Stundenzahl des arbeitenden Menschen darf man sich beschränken, sondern man muß die Stundenzahl auch in Beziehung setzen zum Erzeugnis. Es sei hier allen Ernstes vorgeschlagen, die Durchführung der Aufträge durch den Betrieb für jedes einzelne Erzeugnis mit einer Stundenstatistik zu begleiten, die die Arbeits-

stunden auf dem Erzeugnis sammelt. Bereits bei der Hereinnahme von Aufträgen, z. B. in der gesamten Weiterverarbeitung, würden die geschätzten notwendigen Arbeitsstunden zu buchen sein; damit ist zugleich ein wichtiges Hilfsmittel für die Terminstellung gegeben. Im Enderzeugnis steht diesem Soll das Ist der Stundenzahlen gegenüber. Die Bewertung der Soll-Stunden in der Vorrechnung erfolgt zu Durchschnittssätzen unter Gruppenbildung, Gleiches ist aber auch für die Ist-Stunden in der Nachrechnung möglich.

Man könnte auf solche Weise auch der oft gestellten, heute aber noch unbeantwortbaren Frage genügen, wieviel deutsche Arbeitsstunden oder Tagewerke in irgendeinem Erzeugnis stecken und sie gegen die verfügbaren „Tagewerke“ abgleichen. Das „Tagewerk“, nach dem vor unserem Industriezeitalter gerechnet wurde, empfiehlt sich dabei für Friedenszeiten als Maß, weil die Arbeitslust sich so eingestellt hat, daß die Zahl der je Tagewerk verfügbaren Arbeitsstunden eine gewisse Norm erreicht hat.

Arbeitsintensität.

Die Gesamtzahl der verfügbaren deutschen Tagewerke läßt sich nicht mehr nennenswert steigern. Auch durch Verschiebungen in den einzelnen Arbeitszweigen wird nicht mehr sehr viel zu holen sein, wie z. B. durch gelegentliche Beseitigung von Verwaltungswucherungen, durch Frauenarbeit in der Industrie, Abstellung von Uebersetzungen im Einzelhandel, Ausnützen der Täler der jahreszeitlich bedingten Arbeit durch Zufuhr der hierdurch zeitlich Unbeschäftigten zu der Gewinnung speicherbarer Rohstoffe oder zu handwerklicher leichter, aber arbeitsbedingter Heimarbeit. Die Knappheit an Arbeitsstunden wird bekanntlich noch verstärkt werden, da trotz der neuerlichen Geburtensteigerung die Zahl der Arbeitsfähigen in den nächsten Jahren infolge des Geburtenausfalles der Kriegszeit erheblich zurückgehen wird, während die Aufgaben der Volksgemeinschaft steigen. So aber wird die Steigerung der Kopfleistung vor allem durch vermehrte Arbeitsergiebigkeit, d. h. durch vermehrten Arbeitsnutzgrad, und zwar ohne erhöhte körperliche Anstrengung, erreicht werden müssen. Hierzu stehen der Planung viele und wirksame Mittel zur Verfügung, die im betriebswirtschaftlichen Schrifttum ausführlich besprochen sind. Sie lassen sich in gewisse Gruppen scheiden, für die sich Kenngrade bilden lassen, die wiederum zu folgender Uebersicht (Bild 1) zusammengefügt werden können.

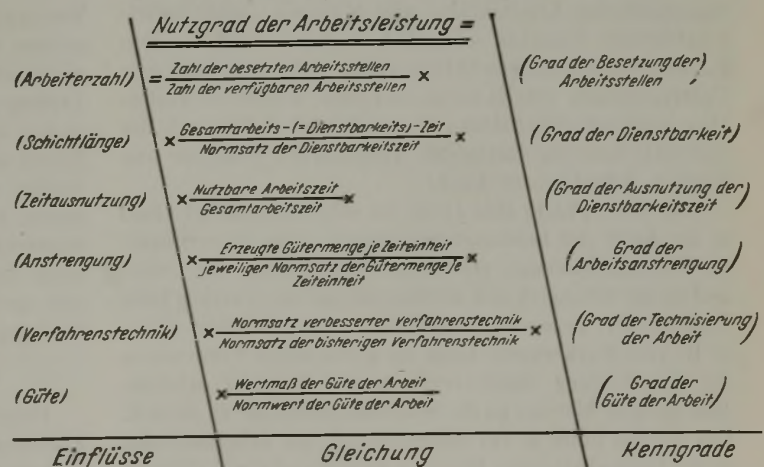


Bild 1. Der Nutzgrad der Arbeitsleistung.

Der Grad der Dienstbarkeit umfaßt den gesamten „Arbeitseinsatz“ und ist, wenn alle anderen Grade gleichbleiben, ein Maß des Beschäftigungsgrades. Die „Dienstbarkeit“ wird gekennzeichnet durch die Zahl der Arbeitsstunden je Woche; der Ausnutzungsgrad dieser Zeit scheidet

die Warte- und Störungszeiten aus; der Grad der Arbeitsanstrengung wird der Belastung des Arbeitenden während der nutzbaren Arbeitszeit gerecht und umfaßt alle mit der Gedingestellung zusammenhängenden Fragen, aber auch die der Anlernung, Ausbildung, Übung und der Zuordnung von Arbeitsplatz und Arbeitspersönlichkeit, eines Gebietes, mit dem sich ein großer Teil betriebswirtschaftlicher Kleinarbeit in nächster Zukunft dringend befassen muß. Hierzu darf auch noch gesagt werden, daß es für die Erhöhung der Leistung durch gesteigerte Arbeitsfreudigkeit auch sehr darauf ankommt, daß die Arbeit der Eigenart des Arbeitenden entspricht. So gibt es z. B. für die Wirkung der Eintönigkeit auf den Schaffenden drei verschiedene Formen: Der eine empfindet sie als geisttötend, lästig bis zur Unerträglichkeit, der andere angenehm, weil er nicht zu denken braucht, der dritte — hier handelt es sich besonders um weibliche Arbeitskräfte der „Strickstrumpftypen“ — weil man dabei die Gedanken so hübsch spazieren gehen lassen kann. Freilich kann auch eine mechanische Tätigkeit ohne bewußte Kopfarbeit höchste geistige Anspannung erfordern, wie z. B. beim Schnapper einer Drahtstraße, und man muß sich sehr hüten, sogenannte „mechanische Arbeit“ grundsätzlich als stumpf anzusehen. So hat allgemein die Erfahrung festgestellt, daß weniger geschickte, aber intelligente Arbeiter zu größeren Leistungen kommen können als im umgekehrten Fall, weil sie mangelhaft entwickelte Verfahren selbst verbessern.

Zuordnung von Arbeitspersönlichkeit und Arbeitsplatz.

Abgesehen von Teilarbeiten, die durch die Worte Kranführerschulung, Lokomotivführerschulung angedeutet sein mögen, sind Arbeiten über planmäßige Zuordnung von Arbeitspersönlichkeit und Arbeitsplatzcharakteristik auf deutschen Eisenhüttenwerken nicht bekannt geworden. Allerdings sind jahrelange Arbeiten hierzu erforderlich. Aber schon eine Durchsicht der Betriebe auf Austauschmöglichkeiten der vorhandenen Kräfte, beruhend auf Meisterangaben über ungeeignete Arbeiter, können zunächst helfen. Menschliche Arbeitskräfte, die für gar nichts geeignet sind, sind nur Ausnahmen, und gerade derer, die am ungeeigneten Platz stehen, sollte man sich besonders annehmen. Der sozusagen „liberalistische“ Einwand, daß auch ohne eine solche planmäßige Untersuchung der vorhandenen und neu einzustellenden Arbeitskräfte, also ohne ein „betriebswirtschaftliches“ Vorgehen schließlich doch jeder auf den ihm zukommenden Platz geschüttelt würde, steht, wie praktische Untersuchungen gezeigt haben, auf recht schwachen Füßen. Hier muß die Arbeitslenkung einsetzen, bei der auch der vom Schicksal am dürrtügsten Ausgestattete nutzvolle und freudige Arbeit leisten kann.

Der Gütegrad (Bild 1) ist ein sehr wesentliches Glied in der Kette der Leistungssteigerungen; denn er verringert die Verbrauchsmenge, erhöht die Lebensdauer der Güter, und damit verringert sich die Zahl der auf die Nutzung beim Verbraucher bezogenen Arbeitsstunden. Erhöhte Güte, z. B. von Werkzeugen, kann auch bei deren Verwendung die Kopfleistung weiterverarbeitender Betriebe erhöhen. Man braucht hier nur an die Schnellarbeitsstähle zu denken. Des öfteren führt so ein Mehraufwand von Arbeitsstunden in der eisenschaffenden Industrie zu einer sehr viel größeren Ersparnis an Arbeitsaufwand in der weiterverarbeitenden Industrie. Bild 2 zeigt die Leistungssteigerung in der Entwicklung der Bearbeitungsstähle. In annähernd gleichem Maße ist der Aufwand an Arbeitsstunden während der Bearbeitungszeit der Werkstücke zurückgegangen. Zur Güte der Arbeit gehört auch die Verminderung von Ausschuß und Abfall.

Die Arbeit des Betriebsmannes muß sich nun mit äußerstem Nachdruck bemühen, dem Gesamtausdruck, den wir den „Nutzgrad der Arbeitsleistung“ nannten, einen hohen, immer höheren Wert zu geben. Jeder der Teilausdrücke hat eine obere Grenze, jedoch nur bei wenigen dürfte heute diese Grenze erreicht sein.

Der Grad der Technisierung umschließt in diesem Ausdruck (Bild 1) alle Verbesserungen, die sich mit den Worten Güterwahl, Anlagenwahl, Verfahrenswahl umschreiben lassen, einschließlich der organisatorischen Maßnahmen. Bei ihm kommt es nicht nur auf die privatwirtschaftliche „Wirtschaftlichkeit“ an. Der Ausschuß für Betriebswirtschaft des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute hat eine ganze Reihe von Berichten veröffentlicht, die sich mit der so überaus schwierigen Wirtschaftlichkeitsberechnung befassen. Einer der wichtigsten Hinweise dieser Arbeiten ist, daß der Ausschlag in der Anlagen-, Verfahrens- und Güterwahl nicht vorzugsweise durch die errechenbare „Rentabilität“, sondern durch „Unwägbarkeiten“ gegeben wird, d. h. durch

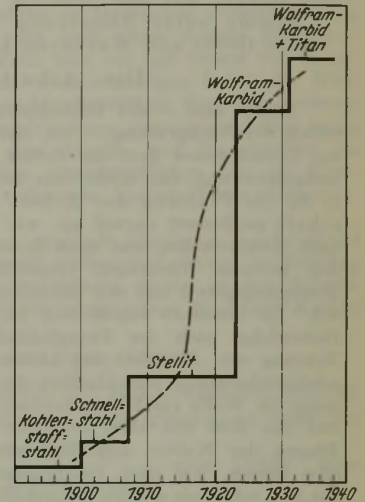


Bild 2. Entwicklung der Leistung der Werkzeugstähle. (Nach Angabe der Firma Fried. Krupp A.-G.)

Einflüsse höherer Art, die nicht in Mark und Pfennig ausdrückbar sind. War in den Zeiten der Kohlennot nach dem großen Kriege der Brennstoffmangel entscheidend, so mußte man Verfahren mit geringem Kalorienverbrauch wählen, um die größte Leistung zu erzielen; war in den Zeiten des Tiefstandes der deutschen Wirtschaft vor der Machtergreifung das Geld nicht flüssig, so mußte man für die notwendigsten Bauten solchen Einrichtungen den Vorzug geben, die den geringsten Anlagebedarf hatten; sind devisa-belastete Rohstoffe zu sparen, so wird man bei der Güterwahl diesen Gesichtspunkt gegenüber der billigsten Herstellung in den Vordergrund schieben, zugleich das Ausbringen erhöhen müssen und verstärkten Kampf gegen Verderb, Ausschuß, Abbrand, Abfall führen, alles das um die Gesamtleistung, die Versorgung des Volkes aus eigener Kraft zu steigern. Fehlt es nun aber in Zukunft an Menschen, so müssen die Verfahren und Anlagen hierauf eingestellt werden, und wir werden auch hier nicht den „rentabelsten“ Weg zu gehen haben, sondern den Weg der Steigerung der Kopfleistung, unbeschadet selbstverständlich sorgfältigster Kostenberechnung, die nach wie vor wichtig, überaus wichtig bleibt, aber nur einer der Einflüsse ist, die bei der Entscheidung zu berücksichtigen sind.

Mechanisierung und Maschine.

Damit ist aber nun die Frage der Mechanisierung angeschnitten, die Verwendung des Mechanismus, der wortstammverwandten „Maschine“. Mechanisierung bedeutet daher meist auch erhöhte Verwendung des Kraftantriebes. Aber auch Ersparnis an mechanischer Energie, wie sie eines der Ziele der Wärmewirtschaft ist, muß mit Nachdruck weiter betrieben werden; denn jede vergeudete Kalorie muß durch menschliche Arbeit in den Kohlenbergwerken ersetzt werden.

Die Antriebsfrage ist jedoch nur ein Teil der Aufgabe, die in der Richtung geht, den Menschen im Sinne der Leistungssteigerung von der ausführenden zur überwachenden Tätigkeit überzuleiten, wie dies als Endpunkte des Weges die vollautomatischen Fernsprechämter, die selbstanspringenden Pumpen- und Kraftanlagen, die bedienungslosen elektrischen Verteilwerke, die Fernschaltanlagen mit ihren selbsttätigen Rückmeldungen und Leuchtbildsteuerungen, in feierlicher Stille jedem Betriebslärm entzogen, zeigen. Dieser Weg führt vom Handwerk über die Manufaktur, dann über die handbediente Maschine zum Automaten und schließlich zur Massenfertigung des laufenden Bandes, dessen Möglichkeiten nur noch durch die Arbeitsgeschwindigkeit der Maschinen begrenzt sind, wenn nur die großen Erzeugnismengen an Stücken und Sorten gewährleistet werden.

Die „Massenbedingung“.

In dieser letzten Bedingung, der Massenbedingung, liegt aber der Schlüssel zu jeder Leistungssteigerung durch Mechanisierung. Diese Massenvoraussetzung muß erst geschaffen werden. Immer weitergehende, meist vom Abnehmer verlangte Sortensplitterung nach dem Verwendungszweck gibt hier Gegenwirkungen. Zunächst wäre es zu untersuchen, ob alle Kundschaftswünsche auch vom Gütestandpunkt aus berechtigt sind. C. C. Furnas¹⁾ sagt hierüber unter Bezugnahme auf die gleichlaufende Entwicklung in den Vereinigten Staaten: „Viele Vorschriften bestimmter chemischer Analysen und physikalischer Eigenschaften sind völlig unnötig und dienen nur dem Zweck, Vorurteile oder Einbildungen der Abnehmer zu verankern.“ Weiter aber ist es — immer wieder vom Standpunkt der Leistungssteigerung bei beschränkter Arbeiterzahl aus betrachtet — sehr die Frage, ob nicht weniger Sorten, in größeren Losen gefertigt, in vielen Fällen den durch Werkstoffauslese bei der Weiterverarbeitung erzielten Vorzug geringeren Stoffaufwandes volkswirtschaftlich durch Leistungssteigerung bei den Vorbetrieben wettmachen. Stoffersparnis und Leistungssteigerung geraten so in Widerstreit. Die Massenfertigung und Großmechanisierung wird freilich schon aus dieser Gegenläufigkeit heraus die Einzelfertigung nie ganz verdrängen können, ein sorgfältiges Abwägen der übergeordneten Planung muß hier in jedem Einzelfall einsetzen. Auch hat gerade die Massenfertigung der Verbrauchsgüter mit ihrer Aufteilung der Fertigungsvorgänge eine Spezialisierung der Herstellungsgüter, der Maschinen zur Folge. Sie erfordert auch eine Vermehrung der Handwerker für die Instandhaltung der umfangreicheren mechanischen Anlagen, wenn es auch eine gedankenlose Platttheit ist, davon zu sprechen, daß bei der Mechanisierung lediglich eine Verschiebung der Wirkenden von der Bühne hinter die Kulissen stattgefunden habe. Die Mechanisierung findet auch gewisse Grenzen in der Freude des Meisters wie des Käufers am gelungenen Stück, an dem ein Teil der Persönlichkeit und ein Seltenheitswert haftet. Abgesehen von dem berechtigten (aber freilich aussichtslosen) Kampf gegen die Torheiten der Mode mag es doch berechtigt sein, die Zeiten nicht herbeizuwünschen, wo man für jedes Kleidungsstück nur noch zwei Güten und vier Formen in sechs Farben und acht Größen kennt, wo man lediglich den Hut Nummer 127 am Fernsprecher bestellt. Diese Zeiten sind hoffentlich für die Verbrauchsgüter noch fern, während die Normalisierung und Typisierung für die Erzeugungsgüter noch erheblich verstärkt werden können. Die Nor-

malisierung hat indessen bisher ihren Zweck nicht voll erreichen können, weil es — mit verhältnismäßig geringen Ausnahmen — freigestellt war, genormte Teile und bestimmte Maschinentypen zu verwenden oder nicht und die Hersteller oft genug, um den Kunden nicht zu verlieren, auf unberechtigte Privatwünsche eingehen. Solche Vereinheitlichungen lassen sich leider nur mit einem gewissen Druck oder Zwang einführen. Der genormte Kraftwagen ist ein Beispiel dafür. Bei der deutschem Wesen entspringenden und, wie oben gesagt, berechtigten Weigerung gegen übermäßige Normalisierung vieler Verbrauchsgüter muß man sich klar sein, daß man für diesen Luxus das Dreifache und mehr bezahlen muß und zwei Drittel der hierauf verwendeten Arbeitsstunden an anderer Stelle der Wirtschaft nicht nutzbar gemacht werden können. Für den Fall äußerster Notwendigkeit der Leistungssteigerung, wie sie in einem Kriege Gebot werden kann, wird man auch solche Wünsche der Sonderheit planmäßig zurückstellen müssen.

Mechanisierung und feste Kosten.

Mechanisierung bedeutet nun freilich eine Festlegung für eine jahrelange Zeitspanne, deren Entwicklung noch unbekannt ist, ja oft recht unsicher ist; dadurch entstehen Bindungen für den Käufer, entstehen Wagnisse für den Hersteller, entstehen Verluste bei anderer als der vermuteten oder geplanten Entwicklung. Der Staat, der sich die ungeheuerliche Aufgabe der Lenkung der Wirtschaft gestellt hat, ohne selbst die Einzelheiten der Zukunft unfehlbar vor Augen zu sehen, wird bei stärkerer Mechanisierung auch hieraus Folgerungen zu ziehen haben und mit der Förderung der Mechanisierung auch seine Aufmerksamkeit der Gewährleistung der Ausnutzung der neuen Anlagen über eine vernünftige Lebensdauer widmen müssen. Andererseits ist es ja aber gerade das Wesen eines blühenden und für jede Wirtschaft unentbehrlichen Unternehmertums, das Wagnis der Aufwendungen einzugehen und zugleich beweglich genug zur Anpassung an den ständigen Wechsel zu sein. Im einzelnen wird es bei Verstärkung der Mechanisierung auf ein vertrauensvolles Zusammenarbeiten von Unternehmer und Staat auch hier ankommen, mit Klarstellung der gegenseitigen Bedürfnisse und Verantwortungen.

Mechanisierung bedeutet weiter nach den allgemeinen, namentlich von Eugen Schmalenbach in so vorbildlicher Weise entwickelten Gedankengängen eine „Steigerung der festen Kosten“ und damit eine Krisenempfindlichkeit, die mit seinem Schlagwort „Degression schreit nach Sättigung“ scharf kennzeichnet, wie in der freien Wirtschaft alter Art bei rückläufiger Beschäftigung der Kampf aller gegen alle um die Preisuntergrenze einsetzt. Mit der freien Wirtschaft fallen aber auch diese Bedenken; das staatliche Mengen- und Druckregelwerk vermag kräftigste Gegenimpulse für den Gleichlauf der Wirtschaftsmaschine zu geben, vermag sogar im voraus durch Absatzgewährleistungen, wie z. B. bei den Benzinsynthesenanlagen, gegen die Unsicherheit der Zukunft, gegen verfehlte Aufwendungen, gegen die Gefahren der Mechanisierung, gegen den Wechsel des Bedarfs und den stoßweisen Fortschritt der Technik Dämme zu errichten, innerhalb deren Speichervermögen dann die Feinregelung den Lauf des volkswirtschaftlichen Güterstromes steuert.

Von diesem Standpunkt des Staates aus sind die Löhne bis zu demjenigen Einkommensteil (Bestandteil der proportionalen Kosten) fest, der das vom Staate zu planende Existenzminimum übersteigt. Je enger der Dauerbeschäftigungsgrad um die Zahl 1 schwankt, um so mehr schwindet jeder Unterschied zwischen den proportionalen und festen Kosten. Auch bei den festen Kosten der Anlagen liegen die Dinge in der heutigen Wirtschaft mitunter anders, als die bisherige Abschreibungs-

¹⁾ Technological Trends and National policy including the social implications of new inventions. Washington 1937. S. 351. Vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 1038/42.

theorie voraussetzt. Denn nur die Veralterungsabschreibungen sind fest, die Verschleißabschreibung hat vorwiegend proportionale Eigenschaft; der Verschleiß ist aber bei den zunehmenden Ansprüchen an die Genauigkeit der Werkstücke und der immer schärferen Belastung der Arbeitsmaschinen und Oefen von zunehmender Bedeutung gegenüber dem technischen Veralten; weiter sind viele Aufträge von vornherein auf begrenzte Stückzahl zugeschnitten, wie z. B. wehrwirtschaftliche, bei denen infolgedessen die Abschreibung proportional bemessen werden muß. Ähnliches gilt für andere Fälle, wie z. B. für die Schachtanlagen der Bergwerke, deren Abschreibung proportional zum abbauwürdigen Vorkommen gesetzt werden kann. Man pflegt ja auch in der Praxis sowohl bei der buchmäßigen Abschreibung als auch bei der Vorkalkulation in mageren Zeiten erheblich geringere Kapitalabschreibungsanteile einzusetzen.

Überlegungen über das Wesen der Abschreibungen²⁾ führen somit gleichfalls zu dem sehr wesentlichen Schluß, daß in der heutigen deutschen Wirtschaft die Abschreibungen der Anlagen kein Hindernis für verstärkte Mechanisierung sind.

Auch die Zinsen für das Anlagekapital spielen für die Bedeutung der festen Kosten eine geringere Rolle, als man meist anzunehmen geneigt war. An anderer Stelle³⁾ ist bereits in diesem Sinne des öfteren darauf verwiesen worden, daß — als Durchschnittsbetrag über die ganze Lebensdauer der Anlagen — kalkulatorisch nur die Hälfte des üblichen Zinsfußes eingesetzt zu werden braucht, also z. B. bei einem Zinsfuß von 5% nur 2,5% Jahreszinsen.

Mechanisierung und Geldflüssigkeit.

Die Bedeutung der festen Kosten in ihrer Beziehung zum Beschäftigungsgrad ist unter den neuen Wirtschaftsformen, die sich nicht nur bei uns entwickeln, viel mehr eine Frage der Geldflüssigkeit (Liquidität) als der Kostenrechnung (Kalkulation), also vielmehr eine Frage der Finanzgebarung. Die Mittel der Unternehmungen sind in den mechanischen Anlagen und ihrem Zubehör eingefroren und in Zeiten der mit Geldmangel verbundenen schlechten Geschäftslage nicht auftaubar, verflüssigbar, mobilisierbar; auch bei den Zinsen ist in diesem Zusammenhang nicht die Frage von Belang, ob sie mit einem Durchschnittsbetrag über die Gesamtlebensdauer der Anlage oder gestaffelt oder sonstwie buchhalterisch und kalkulatorisch verrechnet werden sollen, sondern die Tatsache, daß Fremdkapitalzinsen zu bestimmten Terminen fällig werden und die Mittel hierfür vorhanden sein müssen.

Ist

die Geldflüssigkeit nicht entscheidend und eine hinreichende Erzeugungsmenge, d. h. eine genügende Lebensdauer der Anlage, gesichert und Arbeitslosigkeit der frei werdenden Kräfte nicht zu befürchten, so steht einer äußersten Mechanisierung nichts im Wege.

Volkswirtschaftliche und privatwirtschaftliche „Rentabilität“. Grenzen der Mechanisierung.

Diese drei Bedingungen müssen aber erfüllt sein. Sind sie erfüllt, so ist — immer abgesehen von den Bedürfnissen der Wehrhaftigkeit — für die Frage, wie weit mechanisiert werden soll, die „Rentabilität“ maßgebend, d. h. es ist durch Wirtschaftlichkeitsrechnung zu entscheiden, ob das Erzeugnis durch Einsatz von Kapital — also von Speicherarbeitsstunden, wie oben ausgeführt — auf dem Wege der Mechanisierung verbilligt werden kann. Das läuft dann auf die Endfrage hinaus, wie die Summe von „gespeicherten“ (d. h. aus Arbeit in Anlagekapital verwandelten) + „fließenden“ Arbeitsstunden — bezogen auf die Lebensdauer

der Anlagen und die Summe der Erzeugung während dieser Lebensdauer — auf ein Mindestmaß gebracht werden kann.

Allgemeine Angaben hierüber werden sich nicht machen lassen; die Entscheidung ist Sache des Einzelfalles. Das sehr wichtige Ergebnis aber ist, daß öffentliche und private Wirtschaftlichkeit, volkswirtschaftliche und privatwirtschaftliche Forderungen und Wünsche nunmehr sich vollkommen decken und daß unter den genannten drei Voraussetzungen auch in der eisenschaffenden Industrie eine nicht unerhebliche weitere Mechanisierung hinter dem Stahlwerk möglich ist.

Freilich ist die Umlagerung einer Industrie auf Fließbetriebe, wie dies die kontinuierlichen Walzenstraßen sind, nicht einfach; es genügt, an die Frage zu denken, die ein Ersatz der Siegerländer Blechwalzwerke durch solche Straßen aufrollen muß. Man ändert nicht so leicht Verhältnisse, die sich in geschichtlicher Entwicklung eingespielt haben. Man könnte ja sonst auch fragen, wieweit es zweckmäßig sei, daß sich an jeder Straßenecke eine Zigarrenhandlung befindet und weshalb nicht sämtliche Zigarren maschinell gewickelt werden.

Die Mechanisierung im Eisenhüttenwesen wie in der Zigarrenherstellung kann um so weiter getrieben werden, je größer die gleichartigen Mengen sind, je geringer also der Sortenwechsel ist. Jeder Sortenwechsel verlangt Anpassungsfähigkeit, der hochmechanisierte Betrieb aber ist starr. Kennzeichnendes Beispiel ist die Umstellung auf eine neue Type bei Ford. Dies war eine Aufgabe von fast unvorstellbaren Anforderungen, die das Unternehmen an den Rand des Abgrundes gebracht hat. Aber auch eine kontinuierliche Walzenstraße, die dreimal in einer Schicht umgebaut werden muß, ist unwirtschaftlich, nicht nur wegen des großen Zeitverlustes während des Umbauens, sondern auch wegen der Verluste des jeweiligen neuen Anlaufs nach dem Umbauen. Auch jede mechanische Einrichtung hat eine Art „Uebungskurve“. Die schon oben gestreifte Verminderung der Sortenzahl und die Zusammenlegung gleicher Sorten über die Verbände zu Großwerksaufträgen oder schließlich die Zusammenlegung von Werken gleicher Güterart (horizontale Konzentration) ist also eine weitere Bedingung für zunehmende Mechanisierung, die dann nur noch durch Frachtlagen, Dezentralisierung mit Rücksichten auf Ausfallstörungen, Verminderung der Erstarrungsgefahr, Anerkennung der Selbständigkeit des Führertums und die „Werkseigenart“ begrenzt wird. Betriebswirtschaftliche Untersuchungen über die Leistungsfähigkeit der deutschen Walzwerke haben beispielsweise ergeben, daß durch geeignete Zusammenlegung der Sorten auf bestimmte Straßen die Leistungsfähigkeit, selbst ohne weitere Mechanisierung, praktisch erheblich gesteigert werden könnte. Untersuchungen darüber, wieweit die Erzeugnisse hierdurch verbilligt werden und wieviel Arbeitskräfte freigemacht werden könnten, liegen leider nicht vor. An der Frage der sogenannten „Vervollständigung“ (Kompletierung) der Aufträge dürfen diese Aufgaben nicht scheitern: sie würde durch Gemeinschaftssammellager zu lösen sein. Durch eine die kleinen Mengen stärker belastende Aufpreispolitik, für die sich die preisbildenden Stellen einsetzen könnten, ließe sich die Erfüllung der Massenbedingung erleichtern und damit die gesamte Volksleistung steigern. Die Mechanisierung im großen ist nur zu erreichen, indem man für die verbleibende „Maßschneiderei“ der Abmessungen und Güten besondere Werke schafft, die grundsätzlich von den Massenbetrieben in Aufbau, Einrichtung, Betriebs- und auch, nicht zu vergessen, in der Vertriebsweise verschieden sind. Die Kleinaufträge sollten auch nicht nur auf die Invaliden der Walzenstraßen gelegt werden, sondern der Unterschied besteht nur im Grade der Mechanisierung, sonst aber ist auch hier mit allersparsamster Verwendung menschlicher Arbeitskraft zu

²⁾ K. Rummel: Proportionale Abschreibung. Arch. Eisenhüttenw. 11 (1937/38) S. 629/38 (Betriebsw.-Aussch. 136).

³⁾ K. Rummel: Wirtschaftlichkeitsrechnung. Arch. Eisenhüttenw. 10 (1936/37) S. 73/84 (Betriebsw.-Aussch. 109); s. S. 78.

rechnen. Bei solchen Anlagen wird auch nach wie vor die persönliche Einsatzbereitschaft und der Arbeitswille leistungssteigernd wirken, während bei Vollfließbetrieb nicht mehr der werkende Mensch die Arbeitsgeschwindigkeit regelt, sondern die mechanisierte Arbeitsgeschwindigkeit des Werkstoffes den Takt schlagen läßt.

Wechselwirkung zwischen Mechanisierung und Freisetzung menschlicher Arbeitskraft.

Für die letzten Auswirkungen großzügigster Erhöhung der Kopfleistung ergeben sich so nicht geringe Umschichtungen der Wirtschaft. Hier aber ist ein wichtiger Gedankengang zu untersuchen: Ursache und Wirkung stehen oft genug im umkehrbaren Verhältnis. Wie weit ist dies nun auch hier der Fall für das Verhältnis von Mechanisierung und Freisetzung menschlicher Arbeitskraft? Hat die Mechanisierung zwangsläufig Verschiebungen auf dem sogenannten Arbeitsmarkt zur Folge oder soll die Mechanisierung die Folge dieser Verschiebungen sein?

Hier ist es nun von ausschlaggebender Bedeutung für die Aufgabe der Vollbeschäftigung aller schaffensfähigen Kräfte des Volkes, daß

einerseits die für die Mechanisierung nötigen Umstellungen, Umschulungen und Umsiedelungen der Arbeitskräfte, andererseits die Schaffung neuer Industrien, die Anwendung neuer Verfahren, die Umsetzung der Fortschritte der Wissenschaft in die Technik, die Entstehung oder gar Weckung neuen Bedarfes

nicht ohne erheblichen, nach Jahren rechnenden Zeitaufwand erfolgen können, und daß diese beiden Zeiten nicht ohne weiteres parallel laufen und Mißverhältnisse entstehen müssen, wenn die beiden Zeitspannen nicht gegeneinander abgeglichen werden. Es sind im Grunde keine anderen Verhältnisse als die der Abgleichung der Verschiedenheit von Angebot und Nachfrage, wie sie z. B. in der Gaswirtschaft der Eisenhüttenwerke in langer Arbeit zu meistern waren, nur sind bei dem Ausgleich der Täler und Spitzen der Nachfrage und des Angebots menschlicher Arbeitskraft die Zeitspannen sehr viel größer, eine Speichermöglichkeit ist nicht vorhanden, und die Regelung muß von vornherein für die Gesamtwirtschaft getroffen werden. So ergeben sich zwischen der Freimachung der Kräfte durch Mechanisierung und ihrer anderweitigen Verwendung Phasenverschiebungen mit hohen und langen in jeder Weise ungleichen Wellen, und man kann nicht mit der Mechanisierung beginnen und es dem Zufall überlassen, wie, wo und wann sich für die entbundenen Stunden des Volksarbeitsvermögens neue Beschäftigung findet, sondern die volkswirtschaftliche Arbeitsplanung verlangt die umgekehrte Reihenfolge: Neue Beschäftigung nutzbringend im allgemeinsten Sinne — auch einschließlich der wehrwirtschaftlichen Belange — ist in neuen Arbeitsplätzen zu schaffen, und dann sind die so erforderlichen Stunden durch Mechanisierung der vorhandenen Betriebe freizustellen. Hierin liegt das Geheimnis eines Erfolges, der auf rein privatwirtschaftlichem Wege kaum zu erzielen ist. Allerdings hat die Privatwirtschaft auch schon früher Wege gesucht, um den Fortschritt zu fördern, ohne soziale Härten zu schaffen. Am bekanntesten ist wohl ein Beispiel aus der Glashüttenindustrie; vor dreißig Jahren wurde dort die Owenssche Flaschengießmaschine eingeführt. Die damaligen, nur sechsarmigen Maschinen ersetzten bereits eine erhebliche Zahl von Flaschenbläsern, und zwar wurden durch jede Maschine 141 Glasmacher frei. Hermann Heye in Gerresheim, der sich um die Einführung dieser Maschinen große Verdienste erwarb, veranlaßte damals die Aufnahme einer Bestimmung in die

Satzungen des Deutschen Flaschenverbandes, nach der im ersten Geschäftsjahr höchstens 10 % der nach dem Mundblaseverfahren herzustellenden Flaschen durch Owens-Maschinen ersetzt werden durften, und in jedem nächsten Jahr nur 5 %. Immer aber war es bei diesem großzügigen Verfahren noch dem sogenannten Arbeitsmarkt überlassen, die nicht mehr erforderlichen Flaschenmacher aufzunehmen und einer gesünderen Beschäftigung zuzuführen; die planmäßige Lenkung, der Grundbegriff aller betriebswirtschaftlichen Arbeitsweise, war jener Zeit noch fremd. Zur gleichen Zeit, kurz nach der Jahrhundertwende, wehrten sich englische Eisenhüttenarbeiter nicht ohne gelegentlichen Erfolg gegen die Einführung von Einsetzmaschinen in Siemens-Martin-Werken und verlangten, daß weiter jedes Schrottstück von Hand in die Oefen geworfen werde. Noch auf der zweiten Weltkraftkonferenz im Jahre 1930 konnte einer der Hauptvorträge die 150 Jahre alte Frage behandeln, ob die Maschine ein Segen oder ein Fluch der Menschheit sei. Es ist mit der Maschine und der Mechanisierung nicht anders als mit des Feuers Macht, die, von dem Menschen gelenkt und planvoll eingesetzt, wohltätig wirkt, sich aber nicht selbst überlassen bleiben darf. Die Planung des Arbeitseinsatzes ist die Krönung aller vorbedachten Wirtschaft; sie wird im totalen Kriege zum äußersten Gebot, nicht nur wegen der Notwendigkeit des letzten Einsatzes von Frontkämpfern, sondern als Problem eines zugleich unerhört gesteigerten Verbrauches. Der Krieg stellt somit auch die höchst denkbaren Anforderungen an eine mechanisierte Gütererzeugung.

Planung und Statistik.

Weil die Arbeitsplanung im Kriege Notwendigkeit ist, müssen bereits im Frieden Erfahrungen über sie gesammelt werden. Darüber hinaus aber bricht sich der Planungsgedanke auf Grund praktischer Erhebungen und statistischer Unterlagen in der Entwicklung der Zivilisation siegreich seine Bahn und beherrscht jede Organisation menschlicher Zustände. Da ist es nun eine der Merkwürdigkeiten der Wirtschaftsgeschichte, die ja oft verschlungene Pfade der Entwicklung geht, daß man an die Arbeitsplanung und ihr Verhältnis zu einer Planung der Mechanisierung erst jetzt, erst nach aller Kosten-, Energie-, Stoff- und Finanzplanung herangeht, während sie eigentlich am Anfang aller Planungen stehen müßte. Die Arbeitsplanung ist aber auch eine der gewaltigsten und schwierigsten Aufgaben, die je gestellt wurden, und sie kann nur mit äußerster Behutsamkeit angefaßt werden. Mit der fast unfehlbaren Sicherheit des Fingerspitzengefühls kann das Genie das Ziel und die Wege erkennen; die Einzelgestaltung der zu bauenden Straßen und Durchführung des Marsches darf aber stets nur auf Grund sorgfältig zusammengetragener positiver Zahlenunterlagen und Erfahrungen erfolgen, die, wie alle Statistik und alle Versuchsergebnisse, auch nur mit Vorsicht übertragbar sind. Das mit voller Erkenntnis solcher Notwendigkeiten in Deutschland eingeführte Arbeitsbuch ist die Uraufschreibung für diese Unterlagen der Arbeitsplanung. Es gestattet, in weitgehender Unterteilung nach Berufen, Wirtschaftszweigen, örtlichen Gebieten ausgewertet, Entwicklungen des Bedarfes zu erkennen und zu verfolgen, sei es nun die selbständige „natürliche“ Entwicklung oder seien es die Folgen von überlegten Bedarfsplanungen.

Bevor jedoch diese Unterlagen oder die Auswertungen vorliegen, kann man sich nur an das halten, was in verschiedenen Angaben verstreut vorliegt.

Im folgenden Teil wird der Versuch gemacht, für die Großeisenindustrie die vorliegenden statistischen Unterlagen auszuwerten.

II. Statistische Angaben über Arbeiterzahl und Kopfleistung in der Grobeisenindustrie.

Unterlagen.

Zahlen über die Kopfleistungen der Industriearbeiter sind nur schwer erhältlich, und die vorhandenen Statistiken sind mehrdeutig, sowohl was die Zahl der Beschäftigten als auch die Zahl der Arbeitsstunden und die Menge der Erzeugnisse angeht. In der Grobeisenindustrie liegen wenigstens für die wichtigsten Erzeugnisgruppen zuverlässige Angaben über die Höhe der Erzeugung in einheitlichem Maß vor; vor allen Dingen ist die Bezugsgröße einer Tonne Rohstahl einwandfrei feststellbar, und sie gibt für große Uebersichten trotz allen Sortenschwankungen und ungleichem Verfeinerungsgrad ein allgemein eingeführtes und recht brauchbares Maß. Aber auch bei der Grobeisenindustrie ist die Abgrenzung der Betriebe wie der in ihnen tätigen Berufsgruppen in den verschiedenen vorliegenden Statistiken ungleich und, über Jahrzehnte ausgedehnt, wechseln auch die Erhebungsgrundlagen, so daß es wirklich nicht leicht ist, einen zuverlässigen Fortlauf der Kurven zu erzielen. Die folgenden Angaben sind daher auch stellenweise mit gewissen Fragezeichen zu versehen, sie weisen Abrundungen und auch einzelne Schönheitsfehler auf. Indessen ist versucht worden, aus dem vorhandenen Stoff durch mühevollen Um- und Auswertung möglichst viel herauszuholen, es ist nur gebracht, was einigermaßen zuverlässig erscheint; und so zeigt sich immerhin ein gewisses Bild, das bemerkenswerte Aufschlüsse gibt und auch zu Folgerungen berechtigt.

Kopfleistung in t Rohstahl je Mann und Jahr.

Bild 3 zeigt für die Jahre 1870 bis 1909 die Steigerung der Kopfleistung. In diesen vierzig Jahren ist die Leistung je Kopf demnach auf das Fünfzehnfache gestiegen, ein glänzendes Zeugnis für die Verbesserung der Güterversorgung im Zeitalter der Industrie. Sie ist ermittelt nach Statistiken

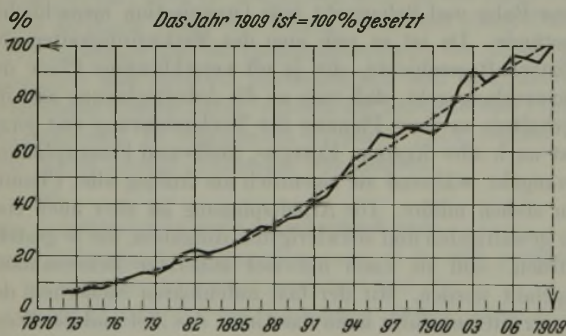


Bild 3. Jahres-Kopfleistungen der Gesamtbelegschaften der deutschen Eisenhüttenwerke 1872 bis 1909, bezogen auf Rohstahl.

des ehemaligen Vereins Deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller und neueren Schrifttumsquellen, indem die Erzeugung von Deutschland einschließlich Luxemburg in t Rohstahl geteilt worden ist durch die Zahl der Beschäftigten einschließlich der Gießereiarbeiter. Das Ergebnis des Jahres 1909 ist hierbei gleich 100 % gesetzt. Es zeigt sich ein dauernder Aufstieg der Kopfleistung, und man kann nach der gefühlsmäßig eingezeichneten Mittelkurve zu der Annahme neigen, daß in den zwanzig Jahren vom Jahre 1890 bis 1910 diese Leistung etwa in Form einer geraden Linie ansteigt.

Ueber das Jahr 1909 hinaus ließ sich diese Statistik nicht durchführen. Dagegen läßt sich auf Grund der Berufsgenossenschaftsstatistiken, deren Erhebungsgrundlagen andere sind als in Bild 3, gemäß Bild 4 eine weitere Kurve aufzeichnen, die gleichfalls die Kopfleistung der dort geführten

Arbeitskräfte, bezogen auf die Tonne Rohstahl, wiedergibt. Wenn sich auch die Kurve in Bild 4 nicht ohne weiteres mit der des Bildes 3 vergleichen läßt, also die beiden Kurven nicht aneinander anschließen (100 % in Bild 3 sind nicht 100 % in Bild 4), so gibt doch Bild 4 für sich eine sehr

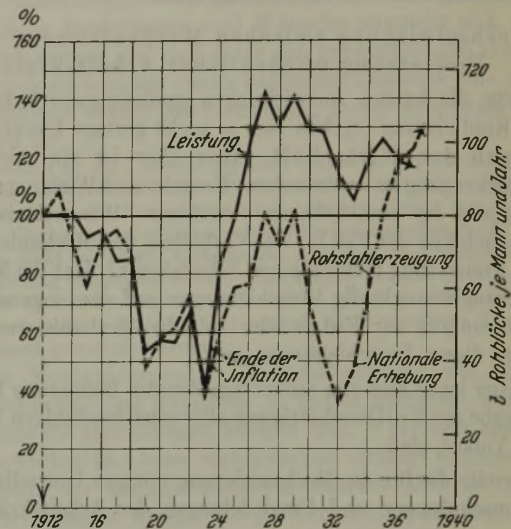


Bild 4. Jahres-Kopfleistungen der Gesamtbelegschaft der deutschen Eisenhüttenwerke 1912 bis 1936, bezogen auf Rohstahl. Linker Maßstab: Das Jahr 1912 ist = 100 % gesetzt. Rechter Maßstab: Leistung in Tonnen Rohblöcke je Mann und Jahr.

bemerkenswerte Darstellung über die Schwankungen der Kopfleistung in den Jahren 1912 bis 1936. In diesem Bild 4 ist das Jahr 1912 gleich 100 % Kopfleistung gesetzt. Auffällig sind die ganz außerordentlichen Schwankungen dieser Leistung, die die großen Erschütterungen der Wirtschaft in und nach dem Weltkriege widerspiegeln. An dem Flattern der Kurve läßt sich die Einwirkung fast jedes einzelnen politischen Ereignisses nachweisen. Aufgetragen sind, wie in Bild 3, die Leistungen je Kopf und Jahr, also nicht die Stunden- oder Schichtleistungen. Die Zahl der Stunden je Jahr wechselt natürlich in diesem Zeitraum sehr stark. Der Uebergang vom zweischichtigen zum dreischichtigen Betrieb, die Streckung der Arbeit unter Verkürzung der Zahl der Arbeitsschichten und der während einer Schicht gearbeiteten Stunden muß also in der Kurve der Leistung je Kopf und Jahr wesentlich verkleinernden Einfluß ausüben.

Um hierüber einen Vergleichsmaßstab zu geben, ist in Bild 4 auch noch die Kurve der Rohstahlerzeugung eingetragen, wobei wiederum das Jahr 1912 gleich 100 % gesetzt ist. Man erkennt, daß die Kopfleistung in deutlich merkbarem Maße der erzeugten Rohstahlmenge folgt bis zum Jahre 1923, dem Ende der Inflation. Sie sinkt während des Weltkrieges durch Schwierigkeiten aller Art und stürzt nach Beendigung des Krieges unter dem Einfluß der Einführung der achtstündigen Arbeit in die Tiefe. Allgemeine Arbeitsunlust, in der sich auch die dumpfe Verzweiflung unter den Schrecken der Inflation widerspiegelt, läßt die Kopfleistung bis auf 40 % des Jahres 1912 absinken. Hierbei äußern sich selbstverständlich auch die sogenannten „festen Löhne“ oder besser gesagt „festen Arbeitsstunden“, also diejenigen, die ungeachtet der Schwankungen der Erzeugung Jahr für Jahr in gleicher Höhe entfallen. Würde nicht eine gewisse Mechanisierung, soweit sie unter den Kreditverhältnissen dieser Jahre möglich war, durchgeführt worden sein, so würde die Kurve der Leistungen noch tiefer gesunken sein. Mit dem Ende der Inflation und unter dem gleichzeitigen Beginn der

Ende des vorigen Jahrzehntes einsetzenden Hochkonjunktur steigt die Kopfleistung stark an und erreicht Spitzenwerte von ungefähr 140 % des Jahres 1912. Dabei erfolgt die Leistungssteigerung erheblich schneller als die Steigerung der Erzeugung. Der Anteil der festen Arbeitsstunden an jeder Tonne sinkt natürlich sehr stark. Auch sind es die Jahre starker Mechanisierung und Rationalisierung, die einen günstigen Einfluß auf die Kopfleistung ausüben. Das starke Absinken der Erzeugung nach der kurzen Blüte der Jahre 1926 bis 1929 drückt sich auch in der Leistungskurve aus. Jetzt aber, unter der Wirkung weiterer Rationalisierung, ist das Absinken der Kopfleistung ganz erheblich geringer als das Absinken der Erzeugung. Die Erzeugung sinkt fast auf ein Drittel, die Kopfleistung dagegen nur auf drei Viertel. Mit der nationalen Erhebung beginnt ein beispielloses Steigen der Rohstahlerzeugung. Zugleich steigt auch die Kopfleistung, sie erreicht aber merkwürdigerweise nicht mehr die hohen Spitzen, ja, sie hat zuletzt noch eine Neigung zum Sinken.

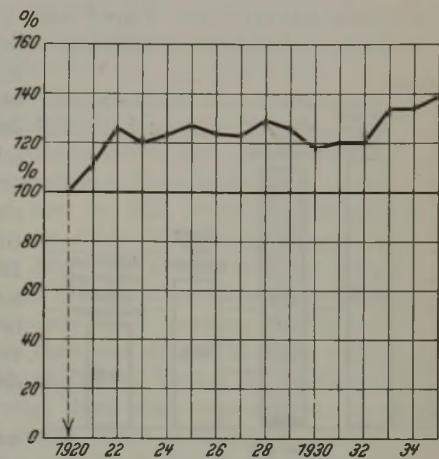
Es würde nun sehr wichtig sein, wenn man auf Grund von einzelnen Zahlenunterlagen nachweisen könnte, woran es liegt, daß die Spitze der Kopfleistung des Jahres 1927 nicht wieder erreicht wurde. Es war jedoch nicht möglich, dies eindeutig zu belegen⁴⁾, so daß man über die Gründe nur auf Vermutungen angewiesen ist. Mitwirken können: ein Eintritt in „progressive“ Erscheinungen bezüglich der Arbeiterzahlen mit Uebersteigen einer optimalen Beschäftigung, sehr starke Einstellung von Arbeitslosen, durch die die Stundenzahlen je Arbeiter bekanntermaßen gesunken sind (es hat eine gleichmäßigere Verteilung der insgesamt erforderlichen Stunden auf eine größere Arbeiterzahl stattgefunden), die Einführung des gesetzlichen Urlaubs, die einen Ausfall von Stunden bedingt, der durch Einstellung neuer Arbeiter gedeckt werden muß, die Einführung der Wehrpflicht, durch die Arbeitskräfte zu Uebungen eingezogen wurden, deren Stundenzahl gleichfalls durch Neueinstellungen wettgemacht werden muß, die Vornahme großer Instandsetzungen, die unter den zerrütteten Finanzverhältnissen vor der nationalen Erhebung unterblieben waren, zunehmende Sortensplitterung und erhöhte Veredlung und Verfeinerung. (Man braucht hier nur an die zunehmende nachträgliche Veredlung der Stähle durch Wärmebehandlung, an die immer schärfere Einhaltung der Maße für Halb- und Fertigerzeugnisse, an die zunehmende Erzeugung von Elektrostahl zu denken.)

Die Rationalisierung hat selbstverständlich vom Jahre 1933 an Fortschritte gemacht. Ihr Einfluß hätte die Kopfleistung steigern müssen. Die große Zahl der vorstehend genannten gegenläufigen Einflüsse läßt jedoch die Leistungssteigerung durch Rationalisierung nicht hervortreten. Ein Teil der genannten, die Kopfleistung vermindernenden Einflüsse wird auch in Zukunft andauern, während andererseits die Rationalisierung bereits ihre größten Erfolge erzielt hat und zum Beispiel in den Hochofen- und Stahlwerksbetrieben stellenweise durch weitere Mechanisierung und Rationalisierung nur noch sehr wenig zu erreichen sein wird.

⁴⁾ Die Meßzahlen des Instituts für Konjunkturforschung über die Zahl der Arbeitsstunden, denen man die Zahl der Beschäftigten nach der Statistik der Berufsgenossenschaften gegenüberstellen kann, lassen darauf schließen, daß sich in der Großeisenindustrie zwischen 1929 und 1936 die Zahl der auf einen Arbeiter entfallenden jährlichen Arbeitsstunden erheblich vermindert hat.

Die Erscheinung, daß die Kopfleistung trotz aller Rationalisierung sich über längere Zeiträume nicht wesentlich verringert hat, ist durchaus keine Einzelercheinung, die etwa nur auf die deutsche Eisenindustrie zutrifft. Sehr bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang eine sorgfältige Arbeit des National Resources Committee der amerikanischen Regierung, die

trotz aller statistischen Unzulänglichkeiten und Bedenklichkeiten versucht hat, die Kopfleistungskurve für die gesamte Erzeugung (also nicht nur die Eisenindustrie) der Vereinigten Staaten von 1920 bis 1935 aufzustellen. Sie ist in etwas umgezeichneter Darstellung in Bild 5 wiedergegeben⁵⁾. Die Kurve zeigt



Das Jahr 1920 ist = 100 % gesetzt
Bild 5. Jahres-Kopfleistungen der gesamten Industrie der Vereinigten Staaten 1920 bis 1935.

zwar, wenn man den Ausgangspunkt von 1920 mit dem Endpunkt von 1935 verbindet, daß die Kopfleistung um rd. 40 % gestiegen ist. Die Kurve weicht aber von dieser geraden Verbindungslinie in ihrem Verlauf ganz beträchtlich ab und läuft streckenweise, z. B. von 1922 bis 1932, ziemlich waagrecht, ja sogar mit kleinen Senkungen. Es sind also Einflüsse vorhanden, die hier die fraglos vorhandene Wirkung der Rationalisierung sehr stark ausgleichen.

Ein wesentlicher Einfluß ist wohl darin zu suchen, daß es einen „optimalen“ Beschäftigungsgrad gibt, der unterhalb der sogenannten höchsten „Kapazität“ liegt und bei dem die Kopfleistung ein Höchstmaß erreicht. Bei Beschäftigungsgraden, die geringer sind, sinkt die Kopfleistung sehr stark, nicht nur wegen des Einflusses der „festen“, vom Beschäftigungsgrad unbeeinflussten Arbeitsstunden, sondern auch wegen einer eigenmächtigen Streckung der Arbeit, die sich bekanntlich auch in einer Zunahme der Krankheitsstage zu äußern pflegt. Bei Beschäftigungsgraden über den optimalen kommt man in die „Kosten- und Arbeitsstunden-Progression“.

Der angezogenen amerikanischen Arbeit läßt sich ferner entnehmen, daß die Kopfleistungen in den weiterverarbeitenden Industrien bedeutend schneller im Zuge zunehmender Rationalisierung und Massenfertigung steigen als in den Schlüsselindustrien; so ergab dort eine Sonderuntersuchung, daß in der Weiterverarbeitung die Kopfleistung unter dem Einfluß der Mechanisierung in den Jahren 1912 bis 1935 mit einer gewissen Stetigkeit bis auf 180 % stieg, während, wie oben angeführt, insgesamt die Leistung nur auf 140 % zunahm; die Schlüsselindustrien müssen also eine erheblich geringere Steigerung aufweisen, als dem Durchschnitt von 40 % entspricht. Somit ist anzunehmen, daß der Gesamtanstieg der in Tonnen gemessenen Kopfleistungen der amerikanischen Großeisenindustrie ausschließlich Gießereien in den letzten zwei Jahrzehnten nicht sehr erheblich gewesen ist.

⁵⁾ Technological Trends and National policy including the social implications of new inventions. Washington 1937. S. 72. Bild 2. Siehe Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 1038/42.

Die Zahl der in der eisenschaffenden Industrie tätigen Arbeitskräfte.

Da sich die vorstehenden Statistiken nur in Prozentzahlen darstellen ließen, müssen nun Sonderuntersuchungen darüber stattfinden, wie hoch, in absoluten Zahlen ausgedrückt, die Kopfleistung eines Arbeiters in der Eisenindustrie ist. Nimmt man, nachdem die verschiedenen vorhandenen Statistiken so gut wie möglich

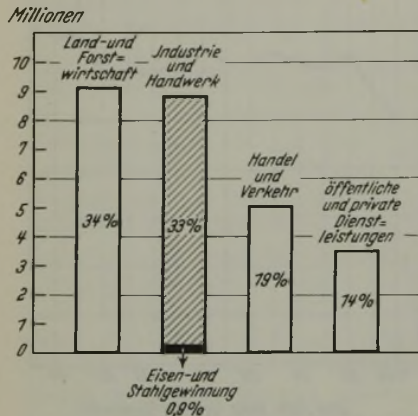


Bild 6. Verteilung der Erwerbspersonen (einschließlich Arbeitslose) 1933.

zur Deckung gebracht sind, an, daß zur Zeit ausschließlich der Stahlformgießereien und der Graugießereien der Hüttenwerke und auch ausschließlich der Drahtverfeinerung und der mechanischen Bearbeitungswerkstätten für Kundenlieferungen etwa 235 000 Arbeiter in der eisenschaffenden Industrie tätig sind, denen eine Erzeugung von 22 Mill. t Rohstahl jährlich gegenübergesetzt sei, so ergibt sich, daß, ganz rund gerechnet, auf einen Arbeiter — ausschließlich der genannten Gießereien — jährlich etwas weniger als 100 t Rohblöcke entfallen, oder daß heute für 1 Mill. t Jahresleistung an Rohblöcken bei Vollbeschäftigung etwas mehr als 10 000 Arbeiter erforderlich sind. Bezieht man die Stahlformgießereien und die Graugießereien der Groß-eisenindustrie einschließlich der Röhrgießereien ein, so ändern sich die Zahlen in 85 t Rohblöcke je Arbeiterjahr oder rd. 11 500 Arbeiter je 1 Mill. t Rohblöcke Jahreserzeugung.

Es dürfte nun aber von Belang sein, diese Zahl von 235 000 Arbeitern in Beziehung zu setzen zu der Zahl der Erwerbstätigen überhaupt und sie andererseits aufzugliedern nach den einzelnen Betrieben unserer Hüttenwerke. Bild 6 zeigt, in ganz große Gruppen aufgelöst, die Aufteilung der Erwerbspersonen nach der Volkszählung des Jahres 1933. Die damals Arbeitslosen sind hier als „Erwerbspersonen“ mitgezählt, so daß die prozentuale Verteilung des Bildes 6 auch annähernd für die heutigen Verhältnisse gelten mag, nur daß vielleicht die Zahl der für die öffentlichen Dienstleistungen tätigen Erwerbspersonen einem höheren Hundertsatz entspricht; denn die staatliche Lenkung kostet viele Arbeitsstunden. Die zweite Säule dieser Darstellung gibt die ihrem Beruf nach in Industrie und Handwerk tätigen Personen mit 33% an. Der kleinere untere, schwarze Streifen mit 0,9% der insgesamt in Deutschland Erwerbstätigen entspricht den in der eisenschaffenden Industrie tätigen Personen. Diese umfassen danach noch etwas weniger als 1% der gesamten deutschen Erwerbspersonen oder nicht ganz 3% der in Industrie und Handwerk Tätigen. Man sieht also, daß die Eisen- und Stahlgewinnung nach der Zahl der in ihr Beschäftigten keineswegs einen überragenden Anteil an der Gesamtarbeit der deutschen Bevölkerung darstellt und angesichts des hohen Wertes der Eisen-erzeugung je Mann und Jahr sehr hohe Werte geschaffen werden. Dies würde auch den Unkundigen auf den hohen Grad der Mechanisierung schließen lassen, den die Groß-eisenindustrie bereits erreicht hat.

In Bild 7 ist nun die Gruppe Industrie und Handwerk weiter aufgespalten. Die erste Säule zeigt die Eisen- und Metallgewinnung, und das schwarze Feld bezieht sich auf die eisenschaffende Industrie. Man sieht, daß der Bergbau bereits die doppelte Zahl von Arbeitskräften braucht, die Holz-, die Textil-, die Bauindustrie, die Industrie der Bekleidung und Nahrung haben weiter steigende Hundertanteile, und die Eisen- und Metallverarbeitung hat mit

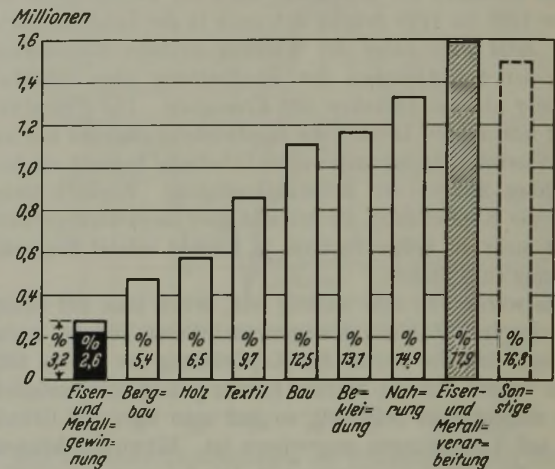


Bild 7. Verteilung der Erwerbspersonen (einschließlich Arbeitslose) 1933 innerhalb der Gruppe Industrie und Handwerk.

fast 18%, sämtlicher Industriearbeiter und Handwerker sogar den siebenfachen Bestand der Eisen- und Stahlgewinnung. Rund gerechnet mögen in Deutschland auf einen Arbeiter der Eisen- und Metallverarbeitung etwa jährlich 10 t Rohstahlverarbeitung entfallen, eine Zahl, die mit weiter zunehmender Mechanisierung noch erheblich steigbar ist.

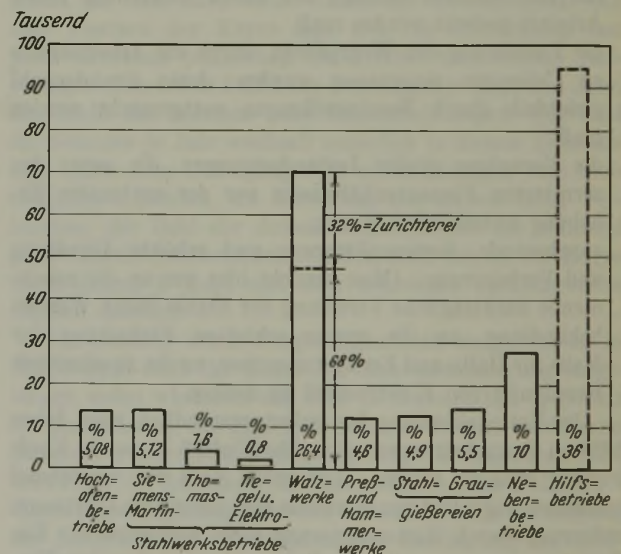


Bild 8. Verteilung der Gesamtbelegschaft der deutschen Großeisenindustrie auf die Betriebe 1938.

Die 2,6% der in der Eisen- und Metallgewinnung nach Bild 7 Tätigen sind nun in Bild 8 auf die einzelnen Betriebe aufgeteilt.

Diese Statistik bezieht sich auf den April 1938, in dem ausschließlich der Eisen- und Stahlgießereien etwa 235 000 Arbeiter gezählt wurden; in den zur eisenschaffenden Industrie gehörigen Graugießereien wurden zu gleicher Zeit rd. 14 000 und in den Stahlgießereien rd. 13 000 Belegschaftsmitglieder erfaßt. Nicht unerwähnt darf bleiben,

daß in der Statistik⁶⁾ für 1937 die Zahl der gesamten in Gießereien der Eisenindustrie beschäftigten Personen für Dezember 1935 mit über 130 000 angegeben wird, woraus etwa zu schließen wäre, daß annähernd 100 000 Mann auf die nicht zu den Großhüttenwerken gehörigen Gießereibetriebe entfallen, eine überragend hohe Zahl, wenn man

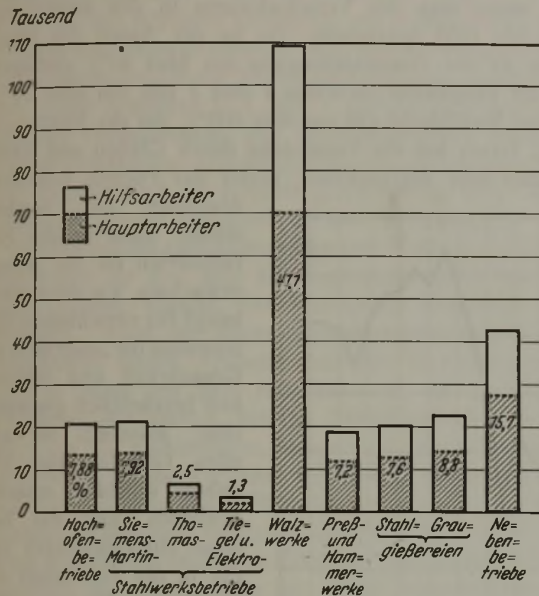


Bild 9. Aufteilung der Hilfsbetriebe nach Bild 8 auf die Haupt- und Nebenbetriebe.

bedenkt, daß die entsprechende Belegschaftszahl der Großeisenindustrie im gleichen Jahre der Größenordnung von 200 000 Mann entsprochen haben dürfte. Wieweit in diesen Gießereien, namentlich den kleineren oder noch weniger mechanisierten, Arbeitskräfte erspart werden können, sei hier nicht weiter untersucht.

Bild 7 zeigt, daß die höchsten Anteile von Arbeitskräften in den Walzwerken und in den Hilfsbetrieben beschäftigt sind. In den Walzwerken fällt auf, wie hoch die Zahl der Arbeiter der Zureichereien ist. An den genannten Stellen müßten also die Arbeiten zur Einsparung von Arbeitsstunden ganz besonders einsetzen, und glücklicherweise sind gerade dies auch die Betriebe, in denen noch starke Möglichkeiten weiterer Mechanisierung bestehen.

Kopfleistung in den einzelnen Betrieben.

Will man weiter die bisherigen Kopfleistungsänderungen in einzelnen Betrieben untersuchen, so muß man die Arbeiter der Hilfsbetriebe auf die „produktiven“ Betriebe, d. h. hier „verkaufsfähige Erzeugnisse liefernden“ Betriebe, also auf die Haupt- und Nebenbetriebe aufteilen. Mangels besserer Unterlagen ist dies in Bild 9 durch einfache Schlüsselung geschehen. Der überragende Mannschafftsbedarf der Walzwerke tritt in dieser Darstellung noch deutlicher hervor.

In Bild 10 sind nun weiter die Kopfleistungen im Hochofenbetrieb für sich dargestellt, indem die jähr-

liche Erzeugung an Roheisen geteilt wurde, in Anlehnung an Bild 7, durch die Zahl der sich ergebenden Arbeiter des Hochofenbetriebes ausschließlich der auf die entfallenden Arbeiter der Hilfsbetriebe. Es wäre freilich erwünscht gewesen, die Arbeiter der Hilfsbetriebe hier mit einzurechnen; die vorhandenen Statistiken ergaben aber nicht genügend Unterlagen. Die Folge ist, daß in Bild 10 die Steigerung der Kopfleistung in den Jahren bis etwa zur Jahrhundertwende etwas größer erscheint, als sie wirklich ist; denn im Laufe der Entwicklung haben sich immer mehr und immer größere Hilfsbetriebe herausgebildet, das Verhältnis Hilfsarbeiter zu Hauptarbeiter hat sich gesteigert; die außerhalb des eigentlichen Hochofenbetriebes wirkenden Hilfsarbeiter sind aber in Bild 10 nicht berücksichtigt. Auch diese Kurve des Bildes 10 ist recht bemerkenswert. Scheidet man die Jahre des Krieges und des folgenden, durch Inflation und Wirtschaftsniedergang gekennzeichneten Zeitraumes sowie eines gewissen Nachlaufes oder Uebergangs aus, so kann man die gefühlsmäßig eingezeichnete Mittellinie als ungefähren Verlauf der Leistungskurve annehmen. Sie zeigt dann einen eigenartigen, bis etwa zum Jahre 1930 immer steiler ansteigenden Verlauf, der dann ziemlich unvermittelt in die Waagerechte umbiegt und mit der bis 1940 gestrichelten vermutlichen Fortsetzung wieder nicht unerheblich sinkt. Dieser überraschende Verlauf läßt sich ohne Schwierigkeiten rechtefertigen. Der Anstieg bis 1927 entspricht dem allgemeinen Verlauf der Entwicklung im Eisenhüttenwesen, wie es sich bereits in Bild 2 ausspricht; in den Jahren kurz vor 1927 hat in den Hochofenanlagen eine besonders starke Steigerung der Ofenleistung, vor allem durch Erhöhung des Winddrucks, stattgefunden; mit dem Anfang unseres Jahrzehntes ist diese Entwicklung abgeschlossen; die Ofen haben den Höchstwert ihrer Größe und die günstigsten

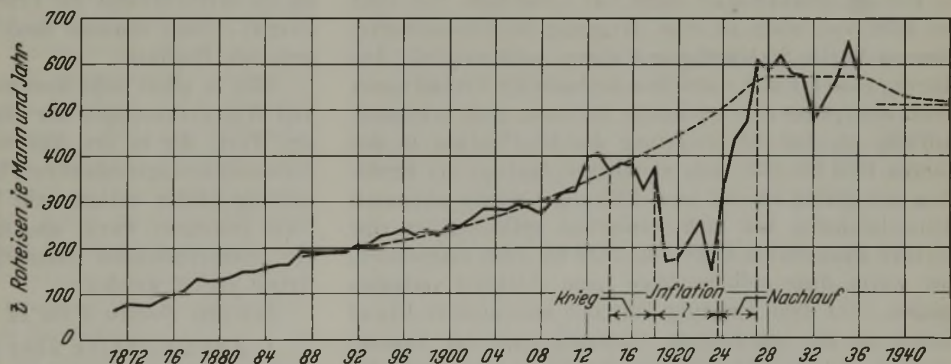


Bild 10. Jahres-Kopfleistungen der deutschen Hochofenbetriebe 1871 bis 1936 (ausschließlich der Arbeiter der Hilfs- und Nebenbetriebe der Werke).

Profile erreicht, die Mechanisierung der Möllierung und Begichtung ist durchgeführt. Zwar müßte sich, wenn nicht andere Kräfte entgegenwirken, der Uebergang allmählicher vollziehen, und die Kurve müßte, wenn auch viel langsamer als vorher, noch weiter ansteigen; aber solche gegenläufigen Einflüsse, wie sie bereits bei Besprechung von Bild 4 genannt wurden, waren tatsächlich vorhanden. Vom Jahre 1935 an beginnt ferner die vermehrte Verhüttung armer Eisenerze mit ihrer Steigerung des Koksverbrauchs die Leistung der Ofen herabzusetzen, und die auf 1 t Roheisen bezogene Arbeitsstundenzahl erhält damit einen Antrieb zu steigen. Nimmt man für die Zukunft an, daß die gesamte deutsche Roheisenerzeugung zur Hälfte aus hochwertigen Auslandserzen, zur anderen Hälfte aus heimischen Eisenvorkommen gedeckt wird und daß ein Teil dieser Erze angereichert an die Gicht gelangt, so kann man schätzen, daß im Gesamtdurchschnitt der Koks-

⁶⁾ Statistisches Jahrbuch für die Eisen- und Stahlindustrie 1937. Düsseldorf 1937.

verbrauch je t Roheisen, der ja allgemein als Maß für die Durchsatzleistung angesehen wird, auf etwa 1050 kg ansteigen wird, vielleicht sogar noch etwas weniger, und rechnet man zugleich noch mit einigen weiteren, allerdings beschränkten Rationalisierungsfortschritten, so darf man vermuten, daß der Bedarf an Arbeiterstunden um etwa 10 bis 15% gegenüber den Verhältnissen des Jahres 1936 steigen und die Kopfleistung in gleichem Maße sinken wird. In Bild 10 ist daher die zu erwartende künftige Kopfleistung durch eine gestrichelte Waagerechte angedeutet, die 12,5% unter der mittleren Leistung der Jahre 1927 bis 1936 liegt, und die ausgeglichene mittlere Leistungskurve ist gestrichelt asymptotisch an diese Linie herangeführt.

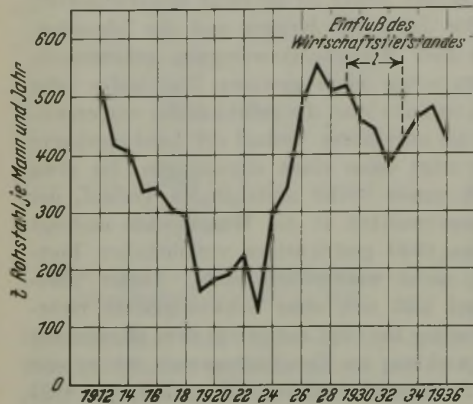


Bild 11. Jahres-Kopfleistungen der deutschen Stahlwerksbetriebe 1912 bis 1936 (ausschließlich der Hilfs- und Nebenbetriebe der Werke).

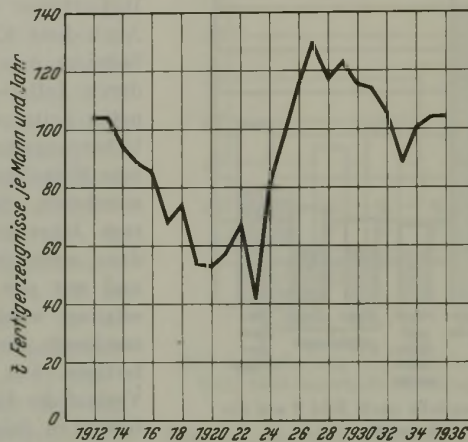


Bild 12. Jahres-Kopfleistungen der deutschen Walzwerksbetriebe einschließlich der Preß- und Hammerwerksbetriebe der Groß-eisenindustrie 1912 bis 1936 (ausschließlich der Hilfs- und Nebenbetriebe der Werke).

Für die Stahlwerke liegen nur Unterlagen von 1912 bis 1936 vor, auch ist eine Trennung in Thomaswerke, Siemens-Martin-Stahlwerke und übrige nicht möglich. Die Kurve (Bild 11) läßt unter den wechselnden Verhältnissen dieser Zeitspanne eine bestimmte Richtung nicht erkennen; auffällig ist, daß die Steigerung der Kopfleistung in den Jahren 1933 bis 1935 trotz gewaltigen Anstiegs der Erzeugung nur gering ist und nach 1935 sogar wieder abnimmt. Beim Hochofen ließ sich wenigstens gefühlsmäßig eine mittlere waagerechte Linie von 1929 bis 1936 einzeichnen, hier würde diese gefühlsmäßige Linie abfallend verlaufen müssen. Für diese Richtung läßt sich kein anderer Grund finden als die zunehmende Gütesteigerung der Erzeugnisse, z. B. die Verschiebung der Erzeugung nach der Edelmühlseite und die Erhöhung der Siemens-Martin-Stahlmenge durch Duplizieren, das immer mit erhöhtem Aufwand verbunden ist. Die durch die Rohstofflage bedingten Beschränkungen der Erzeugung haben sich auch viel mehr nach der Seite der Handelsstähle als nach der der hochwertigen Stähle hin ausgewirkt; dazu mögen gewisse Erschwerungen auf dem Gebiete der Eisenbegleiter gekommen sein. Andererseits ist von Rationalisierungsarbeiten nicht mehr viel zu erwarten, nachdem die Schrottplätze, die Beschickungsvorrichtungen und die Gießeinrichtungen weitgehend mechanisiert sind und eine Steigerung der Größe der Ofeneinheiten gerade mit Rücksicht auf die zunehmende Sortenzahl nur selten in Frage kommt.

In Bild 12 sind schließlich die Kopfleistungen im Walzwerk aufgetragen, bezogen auf Fertigerzeugnisse der Walzwerke, Preß- und Hammerwerke der eisenschaffenden Industrie. Das Bild verläuft sehr ähnlich zur Kurve der Stahlwerks-Kopfleistung; die Leistung im Jahre 1937 ist

nicht höher als die von 1912, und zwar trotz gewaltig gesteigerter Erzeugungsmenge und obgleich, bekanntlich gerade in den Walzwerken, erhebliche Mechanisierungen stattgefunden haben und auch sonst sehr lebhaft an der Erhöhung der durchschnittlichen Erzeugung gearbeitet worden ist. Die Erscheinung wird jedoch sofort verständlich, wenn man die Verschiebungen in den Sorten von 1919 bis 1937 betrachtet. So ist der Anteil des Bandstahls an der Gesamterzeugung um über 40% gestiegen, der der Feibleche zwischen 1 und 3 mm um über 50%, der der Weißbleche gar um über 600%, der der Röhren um 80%; ferner hat die Veredelung durch Glühen und Nacharbeiten sehr zugenommen, weiter das Putzen, Schleifen, Abdrehen der Sonderstähle. Auch in den Zureichereien ist die Arbeit gewachsen, wie denn überhaupt für verschiedene Erzeugnisse die Ansprüche an Genauigkeit und Sauberkeit beträchtlich gestiegen sind; jedenfalls ist auf allen Gebieten die Abnahme erheblich schärfer geworden, und das hat seine Rückwirkungen auf die in der Zeiteinheit erzeugbaren Mengen. Bei hoher Erzeugung wirkt sich auch die bereits öfters erwähnte „Progression“ aus, z. B. beim Uebergang von zweischichtigem zu dreischichtigem Betriebe,

da die dritte Schicht die Erzeugung um weniger als 50% steigert. Dazu kommen dann noch weitere, bereits früher genannte Einflüsse. Alles in allem sieht man in den Hochofen-, Stahlwerks- und Walzwerksanlagen der deutschen Werke starke Kräfte am Werk, die in den letzten zwanzig Jahren die durch Rationalisierungsmaßnahmen bewirkte Steigerung der Kopfleistung wieder wettgemacht haben, während zugleich die Güte gesteigert wurde und dadurch an Stellen außerhalb der eisenschaffenden Industrie namhafte Ersparnisse an Arbeit erzielt wurden.

Aus den Bildern 8 bis 12 lassen sich nun einige Anhaltzahlen über den Arbeiterbedarf in der eisenschaffenden Industrie ableiten. Danach betrug in roher Abrundung im Jahre 1936

die Kopfleistung der Gesamtbelegschaft der Werke der Großeisenindustrie ausschließlich ihrer Stahl- und Graugießereien

- in t Rohstahl je Mann und Jahr 100 t
- die Kopfleistung der Hochofenwerke, ausschließlich der Arbeiter der Neben- und Hilfsbetriebe,
- in t Roheisen je Mann und Jahr 550 t

Es ist anzunehmen, daß sie in den nächsten Jahren im Reichsdurchschnitt um etwa 10% sinken wird.

- Die Kopfleistung der Stahlwerke, ausschließlich der Neben- und Hilfsbetriebe, betrug
- in t Rohstahl je Mann und Jahr 400 t
- die Kopfleistung der Walzwerke, einschließlich der Zureichereien, aber ausschließlich der Neben- und Hilfsbetriebe,
- in t Fertigerzeugnisse je Mann und Jahr . 100 t

Die Zahlen für 1938 dürften von diesen Werten nicht erheblich abweichen.

Der Bedarf an Arbeitskräften.

Auf Grund der besprochenen, allerdings nicht hundertprozentig sicheren Ergebnisse kann man nun weiter einen Ueberschlag machen, welche Arbeiterzahl notwendig sein würde, um die jährliche Erzeugung um 1 Mill. t Rohstahl aus deutschem Eisen zu steigern. Man kommt dann auf einen Mehrbedarf innerhalb der Werke der Grobeisenindustrie von etwa 12 000 Arbeitern je 1 Mill. t jährlich, allerdings nur unter der Voraussetzung, daß die gegenläufigen Einflüsse der Sortensplitterung, Gütesteigerung und Verfeinerung sich nicht steigern und die mittlere Kopfleistung nicht durch Einstellung minder tauglicher Kräfte heruntergeht.

Freilich werden auch außerhalb dieser Werke noch zusätzliche Kräfte für Erz- und Kohlegewinnung, für das Verkoken, Rösten, Sintern, für Transport, Hilfsstoffe usw. gebraucht. Auch für diesen Bedarf lassen sich Ueberschlagszahlen bilden. Nimmt man die Kopfleistung für Kohle je Mann und Jahr mit 500 t an, im heimischen Erzbergbau mit 1300 t, für die Kalksteingewinnung mit 3500 t, für das Kalkbrennen, bezogen auf gebrannten Kalk, mit 12 000 t, für das Verkoken mit 8500 t, und macht man noch für Frachten und Hilfsstoffe einen überschläglichen Zuschlag, so läßt sich vermuten, daß für 1 Mill. t Rohstahl Mehrerzeugung aus deutschen Erzen noch etwa 6500 Arbeiter außerhalb der Hüttenwerke als Bedarf hinzukommen, so daß unter den gemachten Voraussetzungen für alle Güter, die die Werke der Grobeisenindustrie verlassen, etwa 18 500 Arbeiter, bezogen auf 1 Mill. t jährliche Mehrleistung an Rohstahl, erforderlich sein würden. Der Bedarf für die Errichtung von Neubauten ist hierin nicht eingeschlossen.

Eine weitere Frage an die Zukunft ist die nach der Deckung des Bedarfes an Arbeitskräften der bestehenden Eisenhüttenwerke. Nach den Plänen, die für den Ausbau der bestehenden Hüttenwerke für die übersehbare Zeit vorliegen und die sich bekanntlich vorzugsweise auf neue Hochofeneinheiten zum Ausgleich der sonst durch den ärmeren Möller eintretenden Leistungsminderungen erstrecken, kann man annehmen, daß die zur Zeit erreichte Spitzenleistung der Erzeugung sich in den nächsten Jahren nicht steigern lassen wird. Die neuen Hochofen erfordern eine Vermehrung der Belegschaft der Hochofenanlagen sowie des auf die Neben- und Hilfsbetriebe entfallenden Anteils, die mit vielleicht 5000 Mann bemessen werden können, entsprechend einer Steigerung der Gesamtbelegschaft um etwa 2%. Diese dürften sich aber an anderen Stellen einsparen lassen. Würde also feststehen, daß die bestehenden Eisenhüttenwerke ihren auf Ende 1938 bezogenen Arbeiterbestand behalten, so würden sie mit diesem auch für die übersehbare Zukunft auskommen. Für die neuen Werke müssen dagegen zusätzliche Arbeitereinstellungen erfolgen; da die neuen Werke zum Teil gelernter Arbeiter bedürfen, die vielleicht aus den bestehenden Werken herausgezogen werden müssen, sind den bestehenden Hütten rechtzeitig neue Kräfte zum Anlernen zuzuweisen.

Der Gedanke, auch in den nächsten Jahren mit den vorhandenen Arbeitskräften auskommen zu können, darf aber die Bemühungen um weitere Einsparungen nicht ruhen lassen. Bei dem allgemeinen Mangel an Arbeitskräften ist dies unbedingte Pflicht, und es fragt sich, wo diese Bemühungen am aussichtsreichsten sind. Da sind es nun nach den vorgeführten Statistiken die beiden Gruppen der Walzwerke und der Hilfsbetriebe, die an Arbeiterbestand alle anderen Betriebsgruppen überragen. Während, wie gezeigt wurde, in den Stahlwerken eine Verringerung

des Arbeiterbestandes kaum möglich sein dürfte und die Belegschaft der Hochöfen sogar noch zunehmen wird, bleibt zu prüfen, inwieweit in den Walzwerken und Hilfsbetrieben noch günstige Möglichkeiten unter Berücksichtigung der im ersten Teil dieser Arbeit genannten Voraussetzungen für weitere Mechanisierung bestehen. Diese Mechanisierung erfordert allerdings ihrerseits wieder Arbeitskräfte zur Herstellung der Anlagen und des für sie benötigten knappen Eisens, das für diese Bauten zugeteilt werden muß. Den Zurichtereien wird besondere Aufmerksamkeit zu widmen sein. In den Walzwerken sind es vorzugsweise die kontinuierlichen Straßen, die in der Lage sind, mit erheblich geringeren Arbeiterstundenzahlen auszukommen. So steigt z. B. nach vorliegenden Angaben bei Breitbandstraßen die Kopfleistung einschließlich Zurichterei, Glüherei und Hilfswerkstätten für mittelstarke Grobbleche auf etwa 4 t/h, mittelstarke Mittelbleche auf etwa 3 t/h, für Feinbleche von 1,5 mm auf etwa 2 t/h und solche von 0,75 mm auf etwa 1 t/h. Es stieg ferner die Güte erheblich. Eine andere Angabe veranschlagt für eine vollkontinuierliche Blech- und Bandstraße die Mannschaft auf höchstens 34 Mann, zuzüglich weiterer 20 Mann für das weitere Herunterwalzen von Blechen unter 1 mm auf Zusatzeinheiten, und stellt dem gegenüber, daß für die gleiche Leistung etwa 17 mechanisierte Blechstraßen mit 240 Mann oder 34 handbediente Straßen mit 1300 Mann erforderlich sein würden. Weiter erhöhte sich bei einer Fretz-Moon-Röhrenstraße bei Herstellung von einzölligen Rohren die Kopfleistung auf das Vierfache, und zwar von 0,157 auf 0,620 t/h, mit 6 statt 24 Arbeitern an der Walze und 9 statt 36 in der Zurichterei. Dabei ist die Arbeit leichter, die Güte besser und gleichmäßiger geworden. Dies ist ein sehr lehrreiches Beispiel dafür, wie gerade in der Zurichterei gespart werden kann. Zwischen einer vollkontinuierlichen Straße und einer schwach mechanisierten liegen selbstverständlich noch mannigfache Zwischenstufen, z. B. dürfte eine rein kontinuierliche Drahtstraße die doppelte Kopfleistung gegenüber einer halbkontinuierlichen haben. Andererseits liegt die Schätzung vor, daß die Kopfleistung einer voll ausgenutzten kontinuierlichen Knüppel- und Platinenstraße etwa das Fünffache oder noch mehr von einer einfachen Triostraße hat, wobei allerdings die Zurichterei nicht mit eingerechnet ist. In den Hilfsbetrieben wird es sich vorzugsweise um die mechanischen Werkstätten handeln; hier dürften auf manchen Werken noch ältere Werkzeugmaschinen vorhanden sein, die durch Hochleistungsbänke ersetzt werden können. Im übrigen wird hier jeder Hilfsbetrieb auf jedem Werk für sich zu untersuchen sein; in den Betrieben der Werksbahnen z. B. auf Errichtung von Stellwerken, Verwendung von Wagen mit größten Ladegewichten, leistungsfähigste Verladeeinrichtungen usw. Schließlich gelten für alle Betriebe alle die Maßnahmen, die im ersten Teil der Arbeit besprochen sind.

Von der Kopfleistung und der zugehörigen Arbeitsplanung hängt die Lebensmöglichkeit, die Lebenssicherheit und die Lebenshöhe eines Volkes ab. Den hohen Aufgaben, die hier gestellt sind, müssen wir gerecht werden auf dem Wege, auf den einer unserer größten Deutschen uns mit den Worten weist:

„Deutsch ist, die Sache, die man treibt,
um ihrer selbst willen treiben und um
der Freude an ihr willen.“

Wenn es ein Zug der Zeit ist, daß selbst das Geistige zur Technisierung und Mechanisierung neigt, so mag es umgekehrt unsere Aufgabe sein, das Technische durch Planung zu vergeistigen.

Zusammenfassung.

Jede Rationalisierung ist in ihrer letzten Auswirkung nichts anderes als eine Steigerung der durchschnittlichen Kopfleistung. Ganz allgemein lassen sich die Möglichkeiten zur Steigerung der Leistung eines einzelnen Betriebes wie eines ganzen Volkes zu verschiedenen Gruppen zusammenfassen. Das einfachste Mittel ist die Erhöhung der Zahl der besetzten Arbeitsstellen, und ebenso selbstverständlich ist die Möglichkeit der Erhöhung der Arbeitszeit des einzelnen Arbeiters. Bekannte Maßnahmen sind ferner die Erhöhung des nutzbaren Anteils der Arbeitszeit durch Vermeidung von Leerlauf, aber auch die Steigerung der Kopfleistung durch höhere Arbeitsintensität; nicht weniger wichtig ist jedoch die Erhöhung der Güte der Erzeugnisse, und ebenso bedeutsam ist auch die Verbesserung der Verfahren. In letztgenannter Beziehung ist die Mechanisierung das kräftigste Mittel zur Steigerung der Kopfleistung. Sie ist an die Voraussetzung geknüpft, daß eine hinreichende Erzeugungsmenge für die mechanisierte Anlage vorliegt und über die Lebensdauer der Anlage gewährleistet ist; ferner ist Voraussetzung, daß eine Arbeitslosigkeit frei werdender

Kräfte nicht zu befürchten ist und daß die Kapitalflüssigkeit dem einzelnen Unternehmen wie der Volkswirtschaft die Mechanisierung gestattet.

Statistische Untersuchungen über die Zahl der Arbeitskräfte in der eisenschaffenden Industrie und deren Kopfleistung zeigen, daß nach jahrelangem, ziemlich stetigem Anstieg diese Kopfleistung, ausgedrückt in Tonnen Erzeugnis je Kopf der Belegschaft und je Jahr, zu Ende des vorigen Jahrzehntes eine gewisse Höhe erreicht hatte, nach deren Erklommung eine weitere Steigerung nicht zu verzeichnen ist, sondern eher ein Abfall. Mannigfache Gründe können für diese Erscheinung angeführt werden, wie z. B. die weitergehende Verfeinerung und die Zersplitterung in immer mehr Sorten, die Erhöhung der Güte durch zunehmende Nachbehandlung und anderes mehr. Weitere Mechanisierung in den Hochofen- und Stahlwerksanlagen wird kaum in der Lage sein, erhebliche Kopfleistungsteigerungen zu bewirken. In den Walzwerken und Hilfsbetrieben dagegen, die ohnehin den größten Anteil an Arbeitern von allen Hüttenbetrieben haben, kann bei vorliegenden günstigen Bedingungen noch eine nennenswerte Steigerung der Kopfleistung erzielt werden.

Beiträge zur Entschwefelung des Roheisens.

Von Willy Oelsen in Düsseldorf.

[Mitteilung aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung*].

(Grundlagen der Entschwefelung des Roheisens mit Soda und Natriumsilikaten. Einfluß des Siliziums auf die Entschwefelung mit Soda. Mitwirkung des Kalkes bei der Entschwefelung mit Natriumsilikaten. Einfluß des Mangans auf die Entschwefelung mit Alkalien. Andere Entschwefelungsmittel. Soda als Flußmittel für den Kalkstein. Thomasschlacke und Siemens-Martin-Schlacke zur Entschwefelung des Roheisens.)

Hohe Schwefelgehalte des Roheisens würden einer Leistungssteigerung der Eisenerzeugung im Wege stehen, wenn nicht gerade für das Roheisen schnell und kräftig wirkende Entschwefelungsmittel zur Verfügung ständen. Ein solches ist die Soda, ein anderes der Kalk. Die Bedingungen für eine Entschwefelung des Roheisens sind durch seine hohen Gehalte an starken Reduktionsmitteln wie Kohlenstoff und Silizium selbst bei tieferen Temperaturen viel günstiger als für eine Entschwefelung des Stahles, wenn es nur gelingt, die basischen Oxyde mit der Roheisenschmelze zur Reaktion zu bringen.

Die technische Aufgabe besteht darin, große Roheisenmengen durch möglichst geringe Mengen der Entschwefelungsmittel in kurzer Zeit auf sehr kleine Endschwefelgehalte zu bringen. Die Aufgabe der Forschung ist es, die äußersten möglichen Grenzen der Wirkung eines Entschwefelungsmittels festzustellen, die Art seiner Wirkung klarzulegen, den Einfluß von Beimengungen des Eisens und von Stoffen, die in die Entschwefelungsschlacken gelangen oder den Entschwefelungsmitteln zugeschlagen werden, nachzugehen und schließlich auch neue Wege und Möglichkeiten aufzuzeigen. Aus einer solchen auf breiter Grundlage angesetzten Forschungsarbeit seien im folgenden die wesentlichsten Ergebnisse zusammenfassend mitgeteilt.

Ueber die Grundlagen der Entschwefelung des Roheisens mit Soda und Natriumsilikaten wurde kürzlich von F. Körber und W. Oelsen¹⁾ eingehend berichtet. Eine Uebersicht über die Ergebnisse für mangan- und siliziumarme Roheisenschmelzen gibt Bild 1. Es

zeigt die Schwefelmengen, die je Einheit Soda bei verschiedenen Kieselsäuregehalten (also verschiedenem Verhältnis $\text{Na}_2\text{O}/\text{SiO}_2$) in der Entschwefelungsschlacke entfernt werden können, in Abhängigkeit vom Endschwefelgehalt (Abszisse). Jede dieser Kurven besagt, daß je Einheit Soda

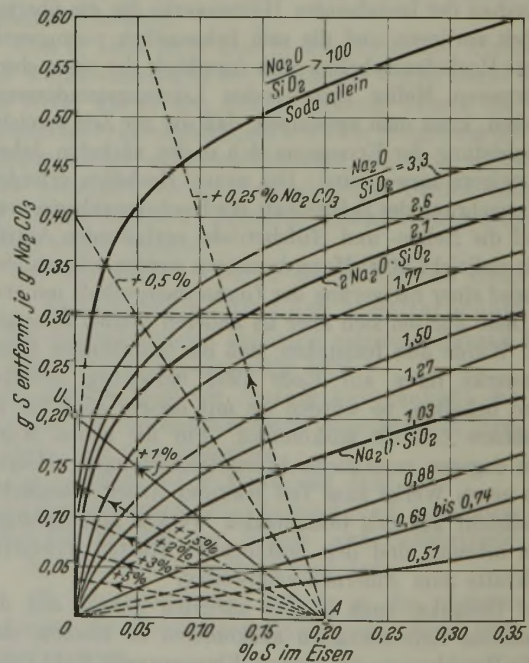


Bild 1. Die Entschwefelung des Roheisens mit Soda und Natriumsilikaten.

um so mehr Schwefel entfernt werden kann, je höher der Endschwefelgehalt des Eisens ist. Je geringer also der Endschwefelgehalt des Eisens verlangt wird, desto weniger Schwefel kann je Einheit des Entschwefelungsmittels entfernt werden.

*) Vortrag vor der Hauptversammlung des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute am 5. November 1938 in Düsseldorf. — Sonderdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

¹⁾ Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 905/14 u. 943/49; vgl. auch W. Oelsen und W. Mittel: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. demnächst.

Aus der Lage der einzelnen Kurven zueinander geht der überragende Einfluß der Kieselsäure, die in die Entschwefelungsschlacke gelangt, auf die Entschwefelung mit Soda hervor. Er wirkt sich in einer sehr starken Verminderung der entfernbar Schwefelmenge aus.

Man kann dieser Abbildung bekanntlich sofort entnehmen, welche Wirkungen bei gegebenem Anfangsschwefelgehalt ein bestimmter Sodazusatz hervorbringen kann, je nachdem, welche Kieselsäuremenge in die Schlacke gelangt. Die Wege des Umsatzes für verschiedene Zusätze gibt das Geradenbündel, das vom Punkt A auf der Abszisse ausgeht, der dem Anfangsschwefelgehalt entspricht. Die Schnittpunkte jeder dieser Geraden mit den Kurven geben die durch den Zusatz zu erzielenden Endschwefelgehalte, und man sieht ohne weiteres, wie der bei gleicher angewandter Sodamenge

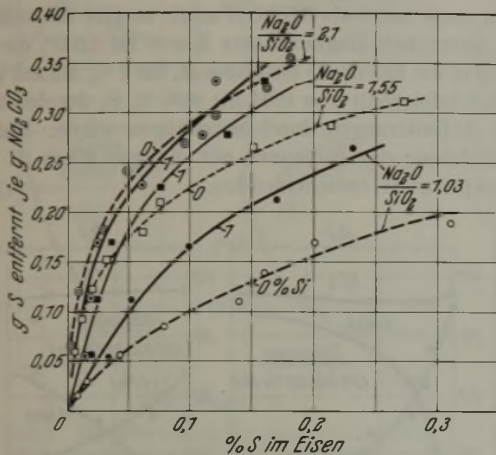


Bild 2. Der Einfluß des Siliziums auf die Entschwefelung mit Soda.

(z. B. 1% Na₂CO₃) erreichte Endschwefelgehalt um so niedriger wird, je weniger Kieselsäure in die Schlacke gelangt.

Die Entschwefelung mit Soda beruht einmal auf der Bildung des Natriumsulfides, das in den Eisenschmelzen unlöslich ist, sodann aber auch darauf, daß das Natriumsulfid und auch die Natriumsilikate ganz erhebliche Eisensulfidmengen aus den Eisenschmelzen herauslösen können. Daher wird stets mehr Schwefel entfernt, als zu Natriumsulfid gebunden wird. Als Natriumsulfid kann nämlich höchstens die durch die gestrichelte Waagerechte angegebene Schwefelmenge entfernt werden; die entfernten Schwefelmengen liegen aber bei den sehr kieselsäurearmen Schlacken beträchtlich höher.

Mit steigendem Kieselsäuregehalt der Entschwefelungsschlacke nehmen sowohl die gebildete Natriumsulfidmenge als auch die von der Schlacke aufgenommene Eisensulfidmenge ab. Die Kieselsäure gelangt unter technischen Bedingungen während des Entschwefelungsvorganges einmal durch Auflösung der Zustellung der Pfannen oder der Abstichrinnen, dann aber auch durch die Oxydation des im Roheisen enthaltenen Siliziums in die Entschwefelungsschlacke. Daher geht aus Bild 1 der Einfluß des oxydierten Anteils des Siliziums des Roheisens hervor. Es erhebt sich daher die Frage, welchen Einfluß das noch im Roheisen verbleibende Silizium auf den zu erzielenden Entschwefelungsgrad ausübt. In Bild 2 geben die gestrichelten Kurven die je Einheit Soda entfernten Schwefelmengen bei verschiedener Basizität der Entschwefelungsschlacken für praktisch siliziumfreies Eisen wieder; die ausgezogenen Kurven zeigen für die gleichen Schlacken die entfernten Schwefelmengen bei einem Siliziumgehalt von etwa 1% Si in der Eisenschmelze. Bei Gegenwart von Silizium, aber gleichem Verhältnis $\frac{Na_2O}{SiO_2}$ in der Schlacke, weichen die

Kurven bei den alkaliäreren Schlacken stärker voneinander ab; bei ihnen wird mehr Schwefel entfernt. Wenn gleichzeitig mit der entschwefelnden Wirkung der Soda eine starke Oxydation des Siliziums aus dem Roheisen angestrebt wird, so tritt also nur durch den oxydierten Anteil des Siliziums eine Abnahme der entschwefelnden Wirkung ein.

Man nahm früher vielfach an, daß dann, wenn so viel Kieselsäure in der Entschwefelungsschlacke zugegen sei, daß alles Natriumoxyd zu Natriummetasilikat Na₂O · SiO₂ gebunden werden könne, eine nennenswerte Entschwefelung nicht mehr eintrete. Die Bilder 1 und 2 lehren aber, daß auch das Natriummetasilikat noch ein beachtliches Ent-

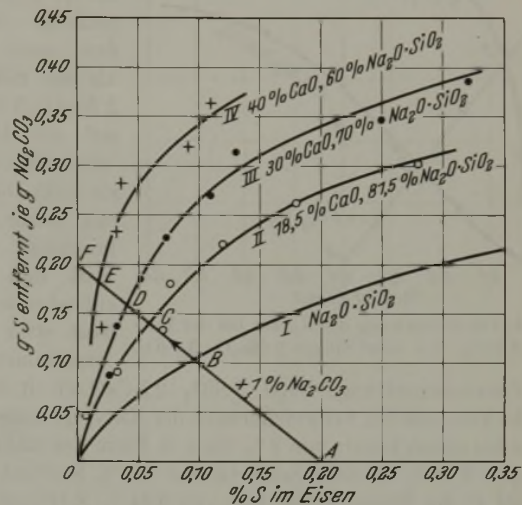


Bild 3. Mitwirkung des Kalkes bei der Entschwefelung mit Natriummetasilikat.

schwefelungsmittel ist. Allerdings kommt es in seiner Wirkung an die der reinen Soda, wenn keine Kieselsäure in die Schlacke gelangen würde, längst nicht heran.

Es erhebt sich nunmehr die Frage, wie diese Wirkung des Natriumsilikates durch Kalkzusätze verbessert wird. Der Kalk kann die Bindung eines Teiles der Kieselsäure übernehmen, sich aber auch selbst unter Bildung von Kalziumsulfid an der Entschwefelung beteiligen.

In Bild 3 gibt die Kurve I die Schwefelmengen wieder, die durch 1 g Na₂CO₃ entfernt werden können, wenn es in Form des Natriummetasilikates auf das Roheisen einwirkt (vgl. die Kurve für Na₂O : SiO₂ = 1,03 in Bild 1). Werden dem Natriummetasilikat steigende Mengen Kalk zugemischt, so nehmen die durch 1 g Soda entfernten Schwefelmengen sehr schnell zu, wie die Kurven II, III und IV zeigen. Die verhältnismäßig stärksten Zunahmen ergeben sich bei geringen Endschwefelgehalten.

Die Wirkung der Kalkbeimengung wird besonders deutlich, wenn man einen bestimmten Anfangsschwefelgehalt S_A betrachtet, z. B. 0,2% S (Punkt A), und die Entschwefelung durch den gleichen Zusatz an Soda verfolgt (z. B. durch 1% Na₂CO₃ längs der Geraden A B C D E F). Es ergeben sich für dieses Beispiel die folgenden Endschwefel-

gehalte, Entschwefelungsgrade $\frac{\Delta S}{S_A} \cdot 100$ und die je Einheit Soda entfernten Schwefelmengen:

Kurve (Bild 3)	Endschwefelgehalt % S _E	$\frac{\Delta S}{S_A} \cdot 100$ in %	$\frac{g S}{g Na_2CO_3}$
I	0,096	52	0,104
II	0,060	70	0,140
III	0,041	79,5	0,159
IV	0,019	90,5	0,181

Der Endschwefelgehalt nimmt durch die hohe Kalkzumischung auf ein Fünftel ab, der Entschwefelungsgrad von 52 auf 90 % zu, und die je Einheit Soda entfernte Schwefelmenge steigt ebenfalls erheblich an.

Besonders ausgeprägt ist die Wirkung des Kalkes, wenn Natriumsilikate mit höheren Kieselsäuregehalten auf die Roh-

eisenschmelzen einwirken. In Bild 4 sind als Kurve I die Schwefelmengen angegeben, die je g Soda entfernt werden, wenn sie als das Silikat $2\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{SiO}_2$ auf die Roh-eisenschmelze einwirkt. Durch eine solche Zumischung von Kalk, daß das entstehende Silikat etwa die stöchiometrische Zusammensetzung $2\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{SiO}_2 \cdot 2,5\text{CaO}$ erhielt, wurden die viel größeren Schwefelmengen der Kurve II entfernt. Wenn bei einem Zusatz von 2 % Soda in Form des Silikates $2\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{SiO}_2$ zu einer Schmelze mit 0,4 % S (Punkt A in Bild 4) der Endschwefelgehalt von 0,24 % S (Punkt B) erreicht wird, so senkt sich der Endschwefelgehalt durch die Zumischung des Kalkes auf 0,07 % (Punkt C).

Durch die hohen Schwefelgehalte des Eisens nach Bild 5 darf man sich aber keineswegs zu der Annahme verleiten lassen, das Mangan allein sei nur ein sehr schwaches Entschwefelungsmittel für das Roheisen. Wenn die ausgezogene Kurve des Schwefelgehaltes für 1600 bis 1620° auch bei 1 % Mn noch mehr als 0,6 % S zeigt, so gibt die entsprechende, gestrichelt eingezeichnete Kurve für 1200°, die sich ganz eng in die Eisenecke einschmiegt, für 1 % Mn nur noch einen Schwefelgehalt von 0,04 bis 0,05 % S, der den technischen Anforderungen durchaus genügen würde. Für die Entschwefelung des Roheisens mit Mangan allein ist also die Temperatur entscheidend.

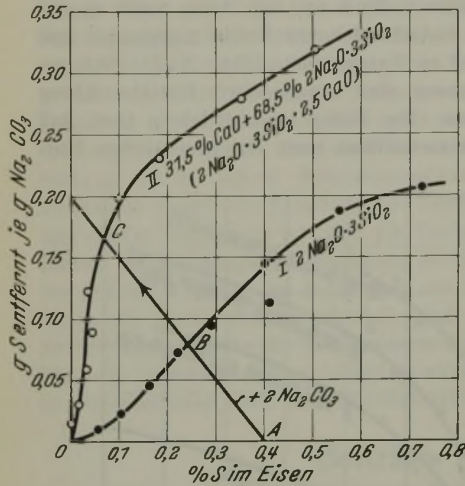


Bild 4. Die Mitwirkung des Kalkes bei der Entschwefelung mit dem Silikat $2\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{SiO}_2$.

Unter technischen Bedingungen sollte sich also durch Beimengung von Kalk zur Soda immer eine Verbesserung der entschwefelnden Wirkung erzielen lassen, wenn nur der Kalk auch während der eigentlichen Reaktion in der Entschwefelungsschlacke gelöst wird. Diese Auflösung des Kalkes wird in den kalkstein-Soda-Flußspat-Mischungen durch den zugesetzten Flußspat bewirkt.

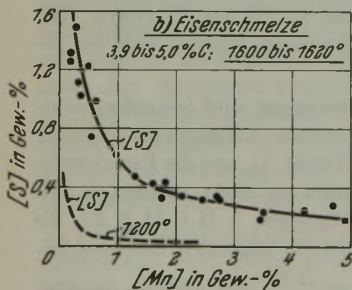
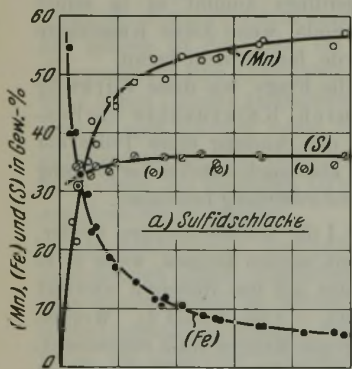


Bild 5. Entschwefelung mit Mangan.

Die Steigerung der entfernten Schwefelmengen entsprechend den Bildern 3 und 4 durch die Kalkzumischung beruht aber nicht allein auf der stärkeren Basizität der kalkhaltigen Schlacken und damit der verstärkten Natriumsulfidbildung, sondern auch eine zusätzliche Kalziumsulfidbildung tritt ein. Diese ist um so stärker, je mehr Kalk in der Schlacke schon während der Reaktion mit dem Eisen gelöst ist, worauf später weiter eingegangen wird.

Der Einfluß des Mangans auf die Entschwefelung mit Soda drückt sich schon darin aus, daß bekanntlich das Mangan allein als recht kräftiges Entschwefel-

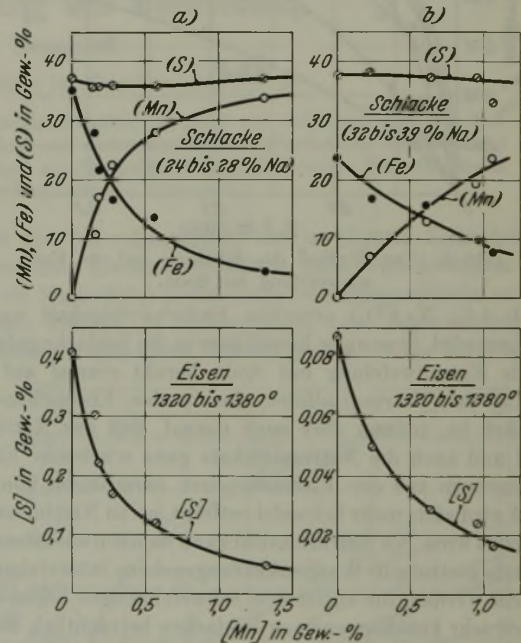


Bild 6. Die Mitwirkung des Mangans bei der Entschwefelung mit Soda.

Dieses Verdrängen des Eisensulfides der Schlacke durch Mangansulfid bei steigendem Mangangehalt des Eisens und die daraus folgende starke Abnahme seines Schwefelgehaltes tritt auch bei den Sodaschlacken ein. Für kieselsäurefreie Entschwefelungsschlacken (entsprechend der oberen Kurve in Bild 1), die also zunächst nur aus Eisensulfid und Natriumsulfid bestehen, zeigen die Bilder 6 a und 6 b den Einfluß des steigenden Mangangehaltes des Roheisens auf die Zusammensetzung der beiden Schichten. Aus den Bildern ist eindeutig zu ersehen, wie schon bei kleinen Mangangehalten im Eisen (Abszisse) die Mangangehalte der Entschwefelungsschlacken stark zunehmen und die Eisen-gehalte entsprechend sinken, und wie die Schwefelgehalte des Eisens der Abnahme der Eisengehalte der Schlacke folgen. Besonders zu beachten ist, daß diese Wirkung des Mangans sowohl bei den noch recht hohen Schwefelgehalten des Eisens in Bild 6 a als auch bei den viel niedrigeren Schwefelgehalten in Bild 6 b in gleicher Weise eintritt.

Auch aus kieselensäurehaltigen Entschwefelungsschlacken, die bei der Entschwefelung mit Natriummetasilikat entstehen, wird durch das Mangan das Eisensulfid in der Schlacke durch Mangansulfid ersetzt und damit der Schwefelgehalt des Eisens erniedrigt. Zwei Beispiele dieser Art enthalten die Bilder 7 a und 7 b. Der Austausch des

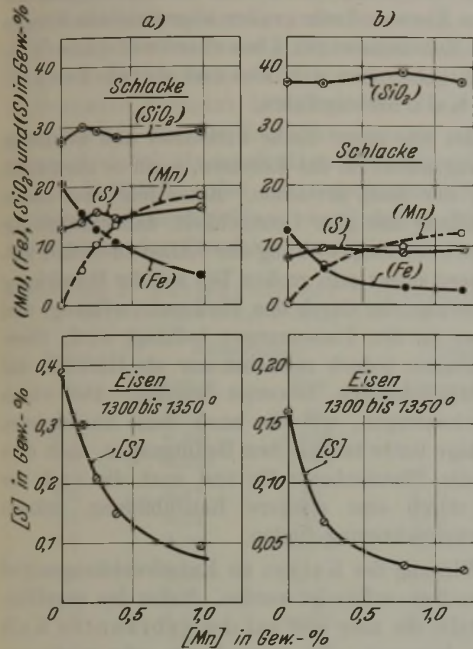


Bild 7. Die Mitwirkung des Mangans bei der Entschwefelung mit Natriummetasilikat.

Eisens der Schlacke durch das Mangan und die dementsprechende Abnahme des Schwefelgehaltes im Eisen erfolgt ganz gesetzmäßig. Beachtlich ist wieder die schon sehr starke Wirkung geringer Mangangehalte.

Diese Ergebnisse weisen darauf hin, daß das Mangan bei der Entschwefelung manganhaltigen Roheisens mit Soda schon bei kleinen Gehalten (< 0,5 % Mn) einen ganz erheblichen Anteil der Entschwefelung übernimmt. Man kann daher die mit Soda bei manganarmem Roheisen erzielten Entschwefelungswirkungen nicht mit denen bei manganreicherem Roheisen vergleichen. Jede Steigerung des Mangangehaltes muß unter gleichartigen Reaktionsbedingungen eine Verbesserung der Entschwefelung durch Soda, besonders eine bedeutende Erniedrigung des Endschwefelgehaltes, bewirken.

Die Frage, ob auch andere Entschwefelungsmittel Aussichten auf technische Verwendung bieten²⁾, läßt sich für Kaliumkarbonat dahin beantworten, daß die Entschwefelung des Roheisens ebenso wie mit Soda durch Kaliumkarbonat vorgenommen werden kann, doch steht dem natürlich der erheblich höhere Preis des Kaliumkarbonats entgegen. In Bild 8 zeigt die Kurve I die durch Kaliumkarbonat aus siliziumfreien Roheisenschmelzen entfernbaren Schwefelmengen in Abhängigkeit vom Endschwefelgehalt des Eisens. Entsprechend dem höheren Atomgewicht des Kaliums werden je Gewichtseinheit Kaliumkarbonat geringere Schwefelmengen entfernt als durch Soda, deren Wirkung durch die gestrichelte Kurve II dargestellt wird. Auch das flüssige Kaliumsulfid löst erhebliche Eisensulfidmengen aus der Eisenschmelze, so daß größere Schwefelmengen entfernt werden können, als sie sich für den stöchiometrischen Umsatz zu Kaliumsulfid errechnen. Diesen Wert (0,231 g S/g K_2CO_3) gibt die gestrichelte Waagrechte I in Bild 8 an.

²⁾ Die im folgenden mitgeteilten Versuche wurden gemeinsam mit H. Maetz durchgeführt.

Außer den Alkalikarbonaten und -oxyden sind die Karbonate und Oxyde der Erdalkalimetalle sehr starke Entschwefelungsmittel. Es fragt sich nur, ob die physikalischen Bedingungen für ihren Umsatz mit dem Roheisen nicht zu ungünstig sind. Die je Gewichtseinheit der drei Karbonate von Kalzium, Barium und Strontium entfernten Schwefelmengen sind in Bild 9 in Abhängigkeit vom Endschwefelgehalt des Eisens eingezeichnet. Sie wurden gepulvert und unter Rühren zur Roheisenschmelze gegeben. Die geringste, aber doch immer noch zu beachtende Wirkung übt die Gewichtseinheit Kalkstein aus, die stärkste Wirkung die Gewichtseinheit Bariumkarbonat, zwischen beiden liegen die sehr streuenden Werte für Strontiumkarbonat. Entsprechend dem stöchiometrischen Umsatz hätte man die umgekehrte Reihenfolge erwarten können. Der Unterschied in den Wirkungen der drei Karbonate beruht aber im wesentlichen auf den sehr verschiedenen physikalischen Bedingungen für ihren Umsatz mit der Roheisenschmelze.

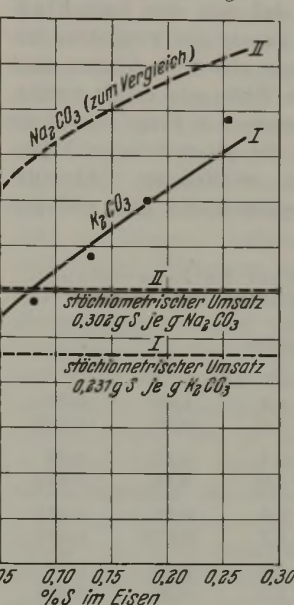


Bild 8. Die entschwefelnde Wirkung des Kaliumkarbonats.

Das Kalziumkarbonat zersetzt sich beim Zusatz zu Roheisen sogleich, bildet festes Kalziumoxyd mit nur kleiner Oberfläche, so daß nur ein geringfügiger Umsatz eintreten kann. Das Bariumkarbonat dagegen schmilzt vor und während seiner Zersetzung (ähnlich wie die Soda) und kann mit der Roheisenschmelze gut ausreagieren. Nach der Abgabe der Kohlensäure und dem Umsatz zu Bariumsulfid wird die Schlacke wieder fest und ist gut zu entfernen. Beim Zusatz des Strontiumkarbonates zur Roheisenschmelze kann je nach der Art der Zugabe ein teilweises Schmelzen

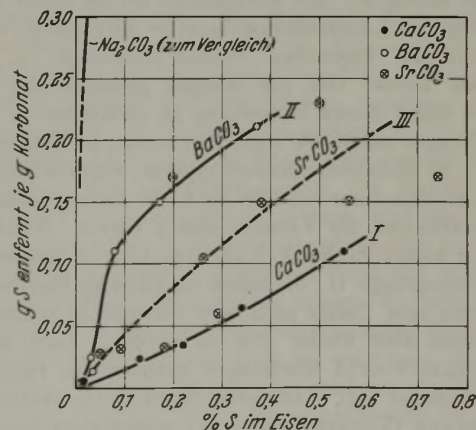


Bild 9. Die entschwefelnde Wirkung von $CaCO_3$, $BaCO_3$ und $SrCO_3$.

des Karbonates eintreten, dann wird eine entschwefelnde Wirkung erzielt, die derjenigen des Bariumkarbonates nicht nachsteht. Ist das Strontiumkarbonat, wie der Kalkstein, bevor es mit der Roheisenschmelze in Reaktion tritt, bereits zersetzt, so wirkt das feste Strontiumoxyd nicht besser als der Kalkstein. Gegenüber der reinen Soda (obere Kurve in Bild 1) ist aber auch das Bariumkarbonat ein nur schwaches Entschwefelungsmittel, seine Wirkung ent-

spricht etwa derjenigen einer gleichen Gewichtsmenge des Natriummetasilikates.

Die geringe entschwefelnde Wirkung des festen Kalksteins oder des aus ihm beim Zusatz gebildeten festen Kalziumoxydes beruht nicht auf einem nur geringen Entschwefelungsvermögen, sondern nur auf den für einen hinreichenden Umsatz mit dem Roheisen so ungünstigen physikalischen Bedingungen. Werden diese Bedingungen dadurch verbessert, daß man dem Kalk Flußmittel beimengt, und so beim Zusatz eine wenigstens teilweise flüssige kalkreiche Schlacke erzielt, so können auch durch den Kalk ganz erhebliche Wirkungen erzielt werden. Als Flußmittel für den Kalk kommen in Frage einmal der Flußspat, sodann aber auch die als technische Nebenprodukte unter Umständen wohlfeileren Chloride, Kalziumchlorid und Magnesiumchlorid und vielleicht gar das rohe Steinsalz.

Zahlentafel 1. Wirkung einiger Entschwefelungsmischungen bei etwa 1350°.

	Mischung	Zusatz %	Schwefelgehalt Gewichtsprozent	
			Anfang	Ende
I	50 % CaO	2,8	1,05	0,36
	50 % CaF ₂	3,0	0,36	0,009
	40 % CaO	2,8	0,57	0,16
	60 % CaF ₂	3,0	0,16	0,010
II	40 % CaO	2,6	0,25	0,072
	60 % CaCl ₂	2,7	0,072	0,010
	60 % CaO	2,6	0,86	0,13
	40 % CaCl ₂	1,5	0,36	0,041
III	60 % CaO	2,6	0,98	0,42
	40 % MgCl ₂	2,7	0,42	0,091
IV	64 % CaCO ₃	3,4	0,39	0,15
	36 % NaCl	3,8	0,15	0,022
V	62 % CaCO ₃	2,8	0,37	0,13
	19 % CaF ₂	3,3	0,28	0,077
	19 % NaCl	3,5	0,16	0,043
VI	64 % CaCO ₃	3,0	0,64	0,36
	18 % CaCl ₂	3,1	0,36	0,095
	18 % NaCl	3,6	0,29	0,13

Es ist unmöglich, alle Einzelheiten der zu dieser Frage durchgeführten Laboratoriumsversuche mitzuteilen; einige kennzeichnende Ergebnisse enthält Zahlentafel 1. Die Schmelzen wurden frei von Mangan gehalten, um Täuschungen durch dessen Mitwirkung zu vermeiden.

Mischungen aus Kalk und Flußspat, in Mengen von etwa 3 % zu Roheisenschmelzen gegeben, rufen schon nach 3 min Reaktionsdauer bei 1300 bis 1400° die beträchtlichen Entschwefelungen der Versuchsreihe I hervor. Nicht viel schlechter wirken die Kalk-Kalziumchlorid-Mischungen der Versuchsgruppe II. Sie haben die günstige Eigenschaft, gleich nach dem Zusatz ganz oder teilweise zu schmelzen, zum Schluß aber wieder steif zu werden. Auch Kalk-Magnesiumchlorid-Mischungen entschwefeln recht gut (Versuchsgruppe III). Aber selbst Kalkstein-Steinsalzmischungen (Versuchsgruppe IV) zeigen ganz beträchtliche Wirkungen; das bei Zugabe dieser Mischungen zu Roheisenschmelzen verdampfende Natriumchlorid ist allerdings sehr lästig. Unter reduzierenden Bedingungen tritt aber Chlor nicht auf. Schließlich zeigt die Versuchsreihe V die Entschwefelung durch Mischungen aus Kalkstein, Flußspat und Steinsalz, die den technisch angewendeten Kalkstein-Flußspat-Soda-Mischungen entsprechen, nur daß an Stelle der Soda Steinsalz verwendet wurde. Die Wirkung dieser Mischung ist sehr günstig, allerdings entwickelt sich bei ihrer Zugabe durch die Verdampfung

des Steinsalzes sehr viel Rauch. Die entsprechende Mischung mit Kalziumchlorid an Stelle des Flußspates (Versuchsgruppe VI) ist auch sehr wirksam, aber die Rauchentwicklung ist wieder sehr stark. Die Flußmittel Flußspat, Kalziumchlorid, Magnesiumchlorid und Steinsalz zeigen ohne Gegenwart von Kalk oder Kalkstein keinerlei entschwefelnde Wirkung, selbst nicht bei Schwefelgehalten über 1 % S im Eisen und sehr großen angewendeten Mengen (bis 25 % der Roheisenmenge). Die entschwefelnde Wirkung der Mischungen wird also nur durch den verflüssigten Kalk herbeigeführt.

Es gibt also eine ganze Reihe wirksamer und wohlfeiler Entschwefelungsmittel für das Roheisen, wenn sie auch nicht die Wirkung der Soda erreichen. Eines folgt aus dieser Zusammenstellung mit aller Deutlichkeit, daß nämlich die günstige Entschwefelungswirkung der Kalkstein-Soda-Flußspat-Mischungen sicher zum großen Teil auf der Mitwirkung des Kalkes beruht, der durch den Flußspat verflüssigt und zur Teilnahme an den Umsetzungen befähigt wird. Diese Ergebnisse können jedoch zunächst nur als Hinweise auf technische Möglichkeiten bewertet werden. Die vielen wichtigen Nebenfragen, wie die nach dem Ausreagieren dieser Zuschläge unter technischen Bedingungen, nach dem Angriff auf die Pfannenbaustoffe und auch die nach der Belästigung durch eine stärkere Rauchbildung, müssen ebenfalls Berücksichtigung finden.

Um die Wirkung des Kalkes als Entschwefelungsmittel auszulösen, muß er verflüssigt werden. Außer den angeführten Flußmitteln, die aber erst auf den gebrannten Kalk zur Wirkung kommen, gibt es noch ein sehr wirksames Flußmittel für den Kalkstein, und zwar ist das die Soda. Bild 10 zeigt das Zustandsschaubild Na₂CO₃-CaCO₃ nach P. Niggli³⁾. Die Soda und das Kalziumkarbonat bilden das Doppelkarbonat Na₂Ca-(CO₃)₂, das schon bei 813°, also um etwa 50° tiefer als die reine Soda (860°), schmilzt. Man kann daher mit einem Gewichtsteil Soda auch annähernd ein Gewichtsteil Kalkstein verflüssigen, ohne zusätzliche bei der Entschwefelung selbst unwirksame Flußmittel zu verwenden. Jedoch muß für die Bildung dieses Doppelkarbonates Vor-sorge getroffen werden,

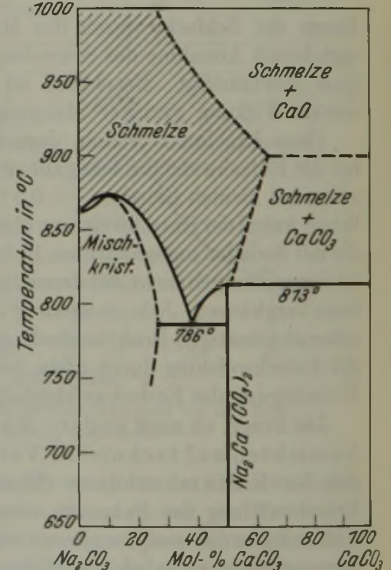


Bild 10. Das Zustandsschaubild Na₂CO₃-CaCO₃ nach P. Niggli³⁾.

d. h. seine Bildung muß bei so tiefen Temperaturen erfolgen, bei denen der Kalkstein noch nicht zersetzt ist (unterhalb 900°); denn nur der Kalkstein, nicht der gebrannte Kalk, löst sich in so hohem Betrage in der Soda. In Soda-Kalksteinsplitt-Gemengen wird sich z. B. bei der Zugabe zu Roheisenschmelzen dieses Doppelkarbonat nicht in nennenswertem Umfange bilden, weil sich die Kalksteinstückchen schon vor der Auflösung in der Soda zersetzen.

Das Doppelkarbonat, das man durch Schmelzen oder Sintern gut vermahlener Gemische aus Soda und Kalk-

³⁾ Z. anorg. allg. Chem. 98 (1916) S. 286.

stein herstellen kann, schmilzt bei der Zugabe zur Roheisenschmelze sofort nieder; es ist zunächst sehr dünnflüssig. In dem Maße, wie es sich zersetzt und mit der Eisenschmelze reagiert, steift sich die entstehende Schlacke an und ist leicht abzuziehen. Da in dem Doppelkarbonat die gesamte Kohlensäure des Kalksteins noch enthalten ist, wird der Vorteil der gesteigerten Gasentwicklung, der die Kalksteinsplitt enthaltenden Gemenge auszeichnen soll, völlig gewahrt, gleichzeitig aber auch der Kalk in einer äußerst reaktionsfähigen Form angeboten. Die Anwendung des Doppelkarbonates erscheint besonders dann vorteilhaft, wenn gleichzeitig mit der Entschwefelung eine Erniedrigung des Siliziumgehaltes erstrebt wird, wobei der gelöste Kalkstein außer der Oxydationswirkung und der gesteigerten Gasentwicklung die Kalziumsulfidbildung und die Bindung der Kieselsäure bewirkt.

Zahlentafel 2. Entschwefelnde Wirkung des Doppelkarbonates $\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2$ bei etwa 1300° .

Zusatz %	Schwefelgehalt Gewichtsprozent		Siliziumgehalt Gewichtsprozent	
	Anfang	Ende	Anfang	Ende
1,0	0,52	0,20	—	—
1,1	0,20	0,033	—	—
1,2	0,033	0,011	—	—
1,0	0,47	0,23	1,12	1,00
1,1	0,23	0,10	1,00	0,90
1,2	0,10	0,032	0,90	0,71
1,0	0,56	0,31	1,22	1,09
1,1	0,31	0,14	1,09	0,93
1,2	0,14	0,052	0,93	0,68

Laboratoriumsversuche ergaben bei Zusätzen von je etwa 1% des Doppelkarbonates zu Roheisenschmelzen die in *Zahlentafel 2* mitgeteilten Entschwefelungswirkungen. Die erste Versuchsreihe entspricht siliziumfreien Roheisenschmelzen, die beiden folgenden Reihen Roheisenschmelzen mit etwa 1% Si. Die entschwefelnde Wirkung des Doppelkarbonates ist also sehr beträchtlich; bei dem siliziumhaltigen Roheisen allerdings infolge der auftretenden Kieselsäure geringer als bei dem siliziumfreien Roheisen. Natürlich kann man das Doppelkarbonat genau so wie die Soda auch in flüssiger Form anwenden, die bekanntlich von Vorteil ist. Das Doppelkarbonat schmilzt ja sogar bei noch tieferer Temperatur als die Soda. Da in der Schmelze des Doppelkarbonates erhebliche Mengen Kalk in äußerst reaktionsfähiger Form angeboten werden, muß sich eine merkliche Sondersparnis erzielen lassen.

Jede Schlacke, die größere Anteile wirksamen Kalkes enthält, entschwefelt die an Reduktionsmitteln reichen Roheisenschmelzen sehr kräftig, auch wenn sie auf Stahlschmelzen kaum entschwefelnd wirkt. Es muß daher noch auf eine weitere Möglichkeit hingewiesen werden. Hochbasische Schlacken, die sogar im flüssigen Zustande, dazu sehr heiß und in großer Menge, zur Verfügung stehen, sind die Thomasschlacke und die Siemens-Martin-Schlacke. Wenn es gelingt, sie mit Roheisenschmelzen zur Reaktion zu bringen, muß nicht nur eine wirksame Entschwefelung, sondern auch eine erhebliche Abnahme des Siliziumgehaltes eintreten. Sogar eine Zunahme des Manganhaltes des Roheisens ist zu erwarten. Welche Wirkung z. B. die Thomasschlacke auf hochschwefel- und hochsiliziumhaltiges Thomasroheisen bei 1400° ausüben kann, also bei einer Temperatur, bei der die Thomasschlacke noch fest ist, zeigt *Bild 11*. Es wurden jeweils 5% gemahlene Thomasschlacke (19,2% P_2O_5 , 52,9% CaO , 5,9% SiO_2 , 5,3% Mn, 8,4% Fe) unter Rühren zur Roheisenschmelze gegeben. Nach dem dritten Zusatz (insgesamt 15%) haben der

Schwefelgehalt von 0,4 auf 0,1% S, bei einem anderen Versuch nach Kurve II von 0,23 auf 0,04% S, und der Siliziumgehalt von 1,1 auf 0,2% Si abgenommen; der Mangangehalt ist von 0,28 auf 0,7% Mn und der Phosphorgehalt von 1,9 auf 2,4% P angestiegen. Außer den Eisen- und Manganoxiden hat also auch die Phosphorsäure als Oxydationsmittel für das Silizium gewirkt. Der reduzierte Phosphor ist natürlich nicht verloren, sondern geht beim Verblasen des Roheisens wieder in die Schlacke über, daher würde die Thomasschlacke, im ganzen gesehen, in ihrem Wert nicht gemindert. Wenn es gelänge, die Thomasschlacke noch flüssig mit dem Roheisen zur Reaktion zu bringen, müßten noch bessere Wirkungen zu erzielen sein. Dabei wäre als besonderer Vorteil die Steigerung der Temperatur des Roheisens durch die viel heißere Thomasschlacke hervorzuheben, die ja in so großer Menge, etwa 25 Gewichtsprozent des Roheisens, zur Verfügung steht. Die sich aus dieser zunächst

rein chemischen Erkenntnis ergebenden vielseitigen Möglichkeiten zu erörtern, hat natürlich erst Sinn, wenn Unterlagen über die technische Durchführbarkeit vorliegen.

Zusammenfassung.

Nach kurzer Besprechung der Grundlagen der Entschwefelung des Roheisens mit Soda und Natriumsilikaten sowie einer Kennzeichnung des Einflusses der Kieselsäure in der Schlacke und des Siliziums im Roheisen wird der günstige Einfluß des Kalkes auf die Entschwefelung dargelegt. Voraussetzung dafür ist eine Verflüssigung des Kalkes während des Entschwefelungsvorganges. Untersuchungen über den Einfluß des Mangans bei der Sodaentschwefelung ergaben eine erhebliche Verbesserung, da schon geringe Mangangehalte des Roheisens die Hauptmenge des von der Entschwefelungsschlacke gelösten Eisensulfides in Mangansulfid überzuführen vermögen und so zu einer Senkung des Entschwefelgehaltes im Eisen führen. Nach kurzer Erörterung der Entschwefelung mit Kaliumkarbonat und den Karbonaten der Erdalkalimetalle Kalzium, Barium und Strontium wird die Rolle von Flußmitteln für Kalkstein und gebrannten Kalk behandelt, wobei die Entschwefelung nur durch den verflüssigten Kalk, nicht durch die Flußmittel, erfolgt. Weiterhin wird gezeigt, daß Soda ein ausgezeichnetes Flußmittel für Kalkstein, nicht aber für gebrannten Kalk ist, wenn man die Bildung des schon bei 813° schmelzenden und vor der Zersetzung des Kalksteins entstehenden Doppelkarbonates $\text{Na}_2\text{Ca}(\text{CO}_3)_2$ anstrebt. Beispiele zeigen die vorzügliche entschwefelnde Wirkung dieses Doppelkarbonates. Zum Schluß wird hervorgehoben, daß die Thomasschlacke und die basische Siemens-Martin-Schlacke auf Roheisenschmelzen eine viel stärkere entschwefelnde Wirkung ausüben müssen als auf Stahlschmelzen. Für die Wirkung der Thomasschlacke auf Thomasroheisen werden Versuchsergebnisse mitgeteilt.

Der Helmholtz-Gesellschaft sei für die Mittel gedankt, die sie zur Durchführung dieser Forschungsarbeiten bereitgestellt hat.

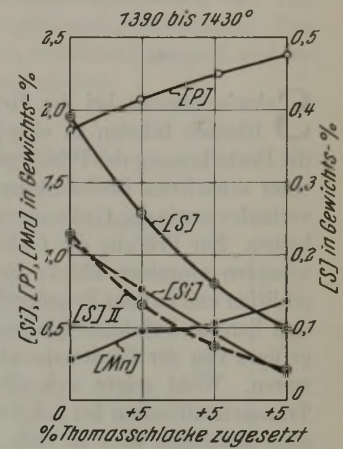


Bild 11. Einwirkung von Thomasschlacke auf Thomasroheisen.

Die Ausbildung des Primärgefüges bei nichtrostenden Chromstählen.

Von Heinz Siegel in Düsseldorf-Oberkassel.

[Bericht Nr. 342 des Stahlwerksausschusses und Nr. 440 des Werkstoffausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute*].

(Einfluß von Kernzahl und Kristallisationsgeschwindigkeit. Einfluß der Temperatur und der Ueberhitzung des Stahles sowie des Wärmegefälles in der Kristallisationsebene. Abhängigkeit der Korngröße von den Erstarrungsbedingungen. Abhängigkeit der Kanten- und Innenrisse vom Primärgefüge. Beispiele für die verschiedene Ausbildung des Primärgefüges bei wechselnden Erstarrungsbedingungen.)

[Hierzu Tafel 6 und 7.]

Schwierigkeiten bei der Herstellung von nichtrostenden Blechen führten zu eingehenden Untersuchungen über die Beeinflussung des Primärgefüges. Die Arbeit begann mit einer schärferen Beobachtung des gesamten Schmelzungsverlaufes sowie der Gießtemperaturen und Gießgeschwindigkeiten. Zur Prüfung der Gußblöcke wurden nach dem Abschöpfen einzelner Blöcke Scheiben entnommen, die geschliffen und auf das Primärgefüge geätzt wurden. Es stellte sich heraus, daß keine klaren Abhängigkeiten des Primärgefüges von der Gießtemperatur und Gießzeit zu erkennen waren. Wohl zeigte sich oft eine stärkere Neigung zur Transkristallisation bei höheren Gießtemperaturen. Andererseits bestanden aber zu viele Ausnahmen, bei denen dieser Zusammenhang nicht bestätigt schien. Bei den Bemühungen, beim Gießen unter allen Umständen Ueberlappungen, die bekanntlich von sehr nachträglicher Wirkung auf die Weiterverarbeitung sind, zu vermeiden, ergab sich bald die anfänglich überraschende Beobachtung, daß gerade die heiß vergossenen Schmelzen oft eine stärkere Neigung zu Ueberlappungen beim Gießen zeigten als die kälter vergossenen. Als schließlich einmal die Gießzeiten von heißer und kälter vergossenen Schmelzen verglichen wurden, zeigte sich tatsächlich, daß mit nur wenigen Ausnahmen die heißeren Schmelzen eine kürzere Gießzeit hatten als die kälteren.

Außerdem wurde erkannt, daß beim Beurteilen der Gießtemperatur auf Grund von Schöpfproben aus dem Ofen der Wärmegrad der besonders heißen Schmelzen tiefer geschätzt wurde, als durch Messen mit dem Pyroptogerät festgestellt werden konnte.

Die heißen Schmelzen schienen also eine größere Dickflüssigkeit zu haben. Bei der Beurteilung der in eine Probekille vergossenen Schöpfprobe wird nun weniger die Temperatur als die Vergießbarkeit beurteilt, die außer der Temperatur noch den Flüssigkeitsgrad des Stahles enthält. Der Praktiker versucht auf Grund des Fließens des Stahles Rückschlüsse auf die Temperatur zu ziehen.

Damit war für die weitere Untersuchungsarbeit auf den Begriff des Flüssigkeitsgrades verwiesen, auf dessen Bedeutung bereits früher eine ganze Reihe von Stahlwerkern [besonders F. Leitner¹⁾ und B. Matuschka²⁾] hingewiesen hat. Obwohl bereits versucht worden ist, sich von diesem Begriff durch praktische Meßversuche ein klares Bild über seinen Einfluß auf das Blockgefüge zu machen, gelang es bisher noch nicht, die Einflüsse von Gießtemperatur und Flüssigkeitsgrad zu trennen. Eine eingehendere Untersuchung des wichtigen Einflusses des Flüssigkeitsgrades wurde in dieser Arbeit durchgeführt, um das Wesen dieses Begriffes zu ergründen.

*) Vorgetragen auf der Gemeinschaftssitzung des Stahlwerks- und des Werkstoffausschusses am 4. November 1938 in Düsseldorf. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahl Eisen m. B. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

¹⁾ Stahl u. Eisen 46 (1926) S. 525/33 (Werkstoffaussch. 57).

²⁾ Arch. Eisenhüttenw. 6 (1932/33) S. 1/12 (Stahlw.-Aussch. 232).

Untersuchungsgang und Versuchsergebnisse.

Es lag nahe, den Einfluß von Verunreinigungen auf die Erstarrungsvorgänge zu untersuchen, da deren Einfluß auf die Kernzahl bekannt ist. Es wurden daher die aus den Versuchsblöcken entnommenen Platten zerschnitten und die einzelnen Kristallisationszonen auf ihren Schlackengehalt geprüft. Dabei stellte sich heraus, daß der Schlackengehalt in seiner Art und Verteilung meist nur geringfügige Unterschiede im transkristallin und globulitisch erstarrten Teil zeigte, sei es in fein- oder grobkörnig erstarrten Zonen. Die Einschlüsse selbst bestanden überwiegend aus Chromiten.

Die Bestimmung des Schlackengehaltes der Schmelzen war infolge der meist sehr kleinen und verschieden verteilten Einschlüsse recht schwierig. Die Schlacken traten in Zeilen, in Nestern oder ganz unregelmäßig verstreut auf. Es mußte daher von einer genauen Auszählung der Einschlüsse Abstand genommen und der Schlackengehalt durch Abschätzen bestimmt werden. Als Maßstab wurden die Zahlen 1 bis 4 gewählt. Bild 1 (s. Tafel 6) gibt die Durchschnittsbilder nach dieser Einteilung wieder. Die Untersuchung geschah nach jedem Kristallisationsbereich getrennt, und die Durchschnittszahl wurde auf Grund der Flächenanteile berechnet. Die so erhaltenen Zahlen sind in den Schaubildern angegeben. Die Blöcke hatten einen oberen Querschnitt von 250 mm² und ein Gewicht von 400 kg. Die Genauigkeit dieser Zahlen beträgt etwa $\pm 0,3$.

Der Versuch, die Erstarrungsart oder auch nur das Maß der Transkristallisation vom Schlackengehalt abhängig darzustellen, ergab ebenfalls keine eindeutigen Zusammenhänge.

Die Beobachtung jedoch, daß sowohl die Temperatur als auch der Reinheitsgrad einen Einfluß auf die Transkristallisation zu haben schienen, war der Anlaß, beide in einem Diagramm zur Darstellung zu bringen. Da nicht von allen Schmelzen Temperaturmessungen vorlagen, wurde versucht, ein Maß für die Temperatur aus den Energieverbrauchszahlen des Lichtbogenofens zu gewinnen. Dieser Versuch hat natürlich nur deshalb eine Berechtigung, weil alle Schmelzen in gleicher Weise und nach gleicher Arbeitsvorschrift fertig gemacht wurden. Es wurde daher der Energiebedarf für die Feinarbeit aus den Ofendiagrammen durch Planimetrieren ermittelt. Die so erhaltenen Stromverbrauchszahlen wurden unter Berücksichtigung der durch Feinungsdauer und Ofen- sowie Deckelverschleiß bedingten Wärmeverluste berichtet. Diese Verlustzahlen waren aus einer früheren Untersuchung genau bekannt.

Die so erhaltene kWh-Zahl stellt einen Anhaltspunkt für die Temperatur des fertigen Stahles dar. Diese Zahl wurde daher „Temperaturwert“ genannt. Er steht mit der Temperatur nicht in einem linearen Verhältnis, immerhin kann man aber mit diesen Werten die Schmelzen in der Reihenfolge ihrer Temperaturen einordnen. Wenn auch das Maß für die Temperatur kein geradliniges ist, so ist doch hervorzuheben, daß Wärme- und Temperaturwert auf ganz objektive Messungen und genaue Berechnungen gegründet sind.

F. Badenheuer⁶⁾, W. Eichholz und J. Mehovar⁷⁾ und andere zu dem Schluß, daß im Bereich der Transkristallisation eine starke Unterkühlung vorhanden sein müßte.

Die Zunahme der Transkristallisation bei größerer Kokillenwandstärke scheint diese Auffassung zu bestätigen.

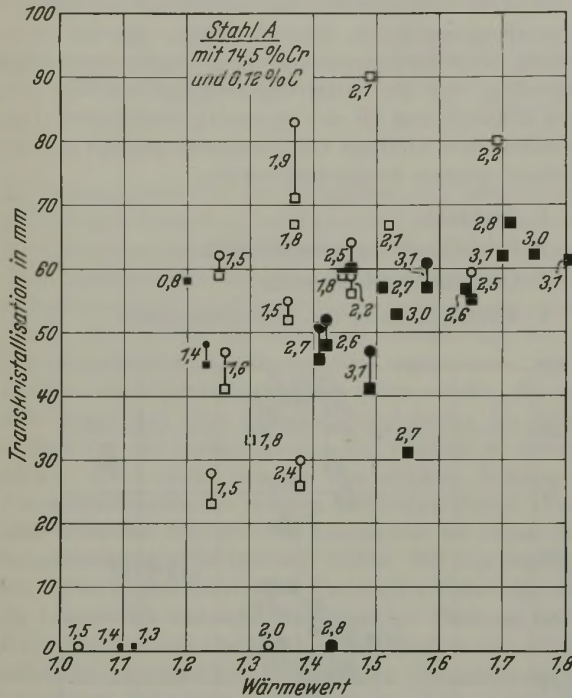


Bild 4. Abhängigkeit der Transkristallisation von Schlackenzahl und Wärmewert.

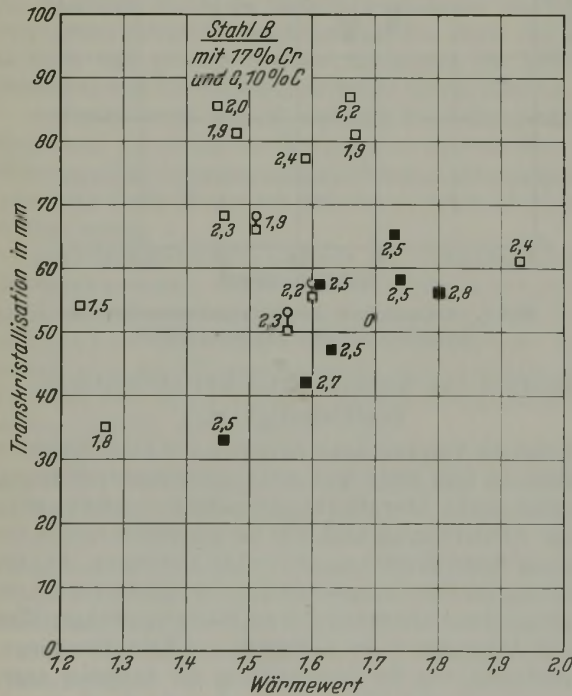


Bild 5. Abhängigkeit der Transkristallisation von Schlackenzahl und Wärmewert.

zur Grenzfläche abgeführt wird und in der Grenzfläche gleichzeitig die Erstarrungswärme frei wird. Außerdem ist noch auf die Zunahme der Transkristallisation bei heißer werdender Schmelze hinzuweisen. In Verfolg dieses Standpunktes und unter Ablehnung einer nennenswerten Unterkühlungsfähigkeit der Stähle hält F. Körber das Arbeiten mit dem Begriff der Unterkühlung überhaupt für mangelhaft und will statt dessen, wie W. Eichholz, die Erstarrungsvorgänge durch Verschieben der Temperatur-Kernzahl-Kurven gegenüber der Temperatur-Kristallisationsgeschwindigkeits-Kurve infolge verschiedenen Reinheitsgrades des Stahles erklären⁴⁾.

Nun ist aber die verschiedene Unterkühlbarkeit von Stählen gleicher Sorte und Temperatur bei Verwendung von Kokillen gleicher Abmessungen eine dem Stahlwerker geläufige Erscheinung, und man kann im Betrieb Unterschiede in den Gießzeiten bis zu über 100% beobachten.

Außerdem hat schon Tammann darauf verwiesen, daß durch Zusätze wohl die Höhe der Kernzahl, aber nicht deren Lage beeinflusst werden kann, d. h. eine Verschiebung der Kernzahl gegen die Kristallisationsgeschwindigkeits-Kurven bzw. eine Verschiebung der Kernzahlkurve mit der Unterkühlung zur Erklärung des Erstarrungsvorganges ist nicht zulässig. Im folgenden soll daher versucht werden, andere Wege zur Erklärung der Erstarrungsvorgänge zu zeigen.

Da bei der Beurteilung der Erstarrungsvorgänge immer die Verhältnisse in der Grenzschicht zwischen Schmelze und bereits erstarrten Kristalliten betrachtet werden, muß von dem in Bild 7 dargestellten Schaubild abgegangen und mit dem in Bild 8 wiedergegebenen Schaubild gearbeitet

werden, das ebenfalls von Tammann stammt; hier sind die wahre Kristallisationsgeschwindigkeit und die Kernzahl in Abhängigkeit von der Unterkühlung dargestellt. Bild 8 unterscheidet sich also insofern von Bild 7, als darin nicht die Temperatur der noch flüssigen Schmelze, sondern die Temperatur an der Berührungsstelle zwischen Kristall und Schmelze berücksichtigt wird. Das Bild 8 zeigt, daß die Kristallisationsgeschwindigkeit beim Schmelzpunkt am größten ist, und daß Gebiete mit überwiegendem Einfluß der Kristallisationsgeschwindigkeit und solche mit überwiegendem Einfluß der Kernzahl vorhanden sind. In der Nähe des Schmelzpunktes überwiegt die Kristallisationsgeschwindigkeit, während eine beachtliche Unterkühlung erforderlich ist, um in das Gebiet größter Kernzahlen zu gelangen. Damit ist schon auf beide Kristallisationsarten,

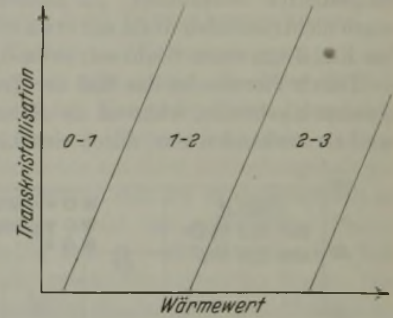


Bild 6. Zusammenhänge zwischen Transkristallisation, Schlackenzahl und Wärmewert.

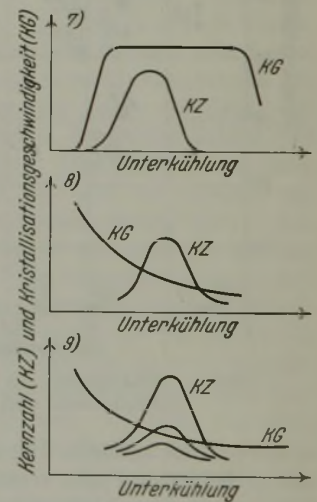


Bild 7 bis 9. Abhängigkeit der Kristallisationsgeschwindigkeit und der Kernzahl von der Unterkühlung. (Nach Tammann.)

Dagegen weist F. Körber⁸⁾ mit Recht darauf hin, daß im Bereich der Transkristallisation eine Unterkühlung unvorstellbar ist, da vom heißen Blockinnern sofort neue Wärme

⁶⁾ Stahl u. Eisen 48 (1928) S. 713/18 u. 762/70 (Stahlw.-Aussch. 142).

⁷⁾ Arch. Eisenhüttenw. 5 (1931/32) S. 449/69 (Stahlw.-Aussch. 222).

⁸⁾ Arch. Eisenhüttenw. 5 (1931/32) S. 350/51.

nämlich transkristalline und globulitische Erstarrung, hingewiesen. Die Tatsache, daß bei Stählen auch transkristalline und feine globulitische Erstarrung angetroffen wird, dürfte damit bereits ein Beweis für die Unterkühlbarkeit der Stähle sein. Ueber das Maß der Unterkühlbarkeit bei Stählen ist vorerst noch nichts zu sagen. Bild 9, das ebenfalls von Tammann stammt, zeigt, daß die Kernzahl verschieden hoch sein kann, daß aber der Höchstwert stets über der gleichen Unterkühlungstemperatur liegt. Eine Schmelze kann um so tiefer unterkühlt werden, je geringer die Kernzahl ist.

Einfluß der Temperatur und der Ueberhitzung des Stahles.

Hierunter ist die für die Vergießbarkeit notwendige Ueberhitzung des Stahles gemeint, die von einem geübten Schmelzer in geringen Grenzen gehalten wird, aber nur zu leicht zu hoch gewählt werden kann.

Es ist ohne weiteres einzusehen, daß die Unterkühlungsfähigkeit mit steigender Gießtemperatur sinkt, denn die Geschwindigkeit, mit der die Temperaturen bei der Unterkühlung durchschritten werden, ist ebenfalls von besonderem Einfluß.

Je langsamer eine Schmelzung abkühlt, um so größer ist der Einfluß der Kristallisationsgeschwindigkeit, da die Erstarrung schon weiter fortgeschritten ist, bevor überhaupt die Temperaturen mit nennenswerter Kernzahl erreicht werden. Auch gibt der Begriff der Kristallisationsgeschwindigkeit an, daß die Zeit von Einfluß auf die Erstarrungsvorgänge ist, denn je länger die Zeit, um so größer ist unter sonst gleichen Verhältnissen der erstarrte Bereich.

Für den Verlauf der Erstarrungsvorgänge ist von großer Bedeutung neben der Unterkühlungsfähigkeit des Stahles (geringe Kernzahl) das Unterkühlungsvermögen der Kokille, über das im nächsten Abschnitt noch Genaueres gesagt wird. An dieser Stelle soll nur insofern darauf eingegangen werden, als die Erstarrungstemperatur auch damit zusammenhängt.

Dieses Unterkühlungsvermögen der Kokille in Abhängigkeit von der Wandstärke hat (soweit es sich um technische Wandstärken handelt) für den Beginn der Erstarrung eines Blockes keinen Einfluß, wohl aber auf den weiteren Erstarrungsverlauf. Die zahlreichen Arbeiten*) über den Einfluß der Kokillenwandstärke auf die Tiefe der Transkristallisation sind bekannt. Die Unterkühlung des Stahles durch das Unterkühlungsvermögen der Kokille ist an der Kokillenwand am stärksten und nimmt zur Blockmitte hin ab.

Aus Bild 9 ist nun zu entnehmen, unter welchen Bedingungen Transkristallisation eintritt. Da hier die Kristallisationsgeschwindigkeit überwiegen muß, darf keine starke Unterkühlung auftreten oder, anders ausgedrückt, die Bedingungen müssen die Erhaltung der ungefähren Schmelztemperatur gewährleisten. Andererseits muß eine hinreichend große Wärmeabfuhr vorhanden sein, um eine Kristallisation überhaupt zu ermöglichen. Daraus ergibt sich, daß Transkristallisation dann auftritt, wenn

1. die Unterkühlungsfähigkeit des Stahles gering ist,
2. die Schmelze sehr heiß ist, und
3. der Wärmeentzug groß ist.

Ist beispielsweise die Unterkühlungsfähigkeit groß und die Schmelze heiß, so wird am Blockrand globulitisches Gefüge auftreten und dann erst mit abnehmendem Einfluß der Unterkühlungsfähigkeit der Kokille Stengelkristalle.

Ist aber die Schmelze matt und die Unterkühlungsfähigkeit gering, so wird allenfalls eine schwache Transkristalli-

sation, sonst aber grobes globulitisches Gefüge entstehen. Ist die Schmelze sehr matt, so verschwindet die Transkristallisation, und das globulitische Gefüge wird feinkörniger.

Einfluß des Wärmegefälles in der Kristallisations-schicht.

Im folgenden soll nun die Abhängigkeit der Erstarrungsvorgänge von den Abkühlungsverhältnissen näher betrachtet werden. Infolge der Unsicherheit über den Umfang der Wärmeübertragung durch Konvektion im flüssigen Stahl ist eine genaue Formulierung der Abkühlungsverhältnisse sehr schwierig. Sieht man aber von der Konvektion ab — sie dürfte übrigens zumal bei beruhigtem Stahl ohnehin im Vergleich zur Wärmeleitung nur eine geringe Rolle spielen —, so kann näherungsweise¹⁰⁾ die Kristallisationsgeschwindigkeit wie folgt ausgedrückt werden:

$$\frac{d\xi}{dt} = \frac{1}{Q} \left[\left(\frac{\partial \vartheta}{\partial x} \right)_{\xi=0} \cdot \lambda_1 - \left(\frac{\partial \vartheta}{\partial x} \right)_{\xi+x} \cdot \lambda_2 \right]$$

Kristallisations- Wärmeableitung Wärmezufuhr
geschwindigkeit durch die Kokille vom heißen
Q = Erstarrungswärme Blockinnern

Da die Wärmeleitfähigkeiten λ_1 und λ_2 , die zwar von der Temperatur abhängig sind, sich nur innerhalb verhältnismäßig geringerer Grenzen ändern dürften, sind die Wärme-flüsse hauptsächlich durch die Temperaturgradienten bestimmt. Diese Temperaturgradienten sind aber nichts anderes als die Tangenten der Temperaturverteilung in der Grenzschicht von Kristallit und Schmelze bei der Erstarrungstemperatur. Daraus folgt, daß der Betrag der Wärmeableitung und Wärmezufuhr sich ungefähr in der Form der Tangenskurve ändern muß, zumal da der Betrag des Gradienten von einem beträchtlichen Höchstwert stetig, wenn auch keineswegs linear, auf geringe Werte absinkt. Der erste Ausdruck auf der rechten Seite der Gleichung hat zu Beginn der Erstarrung, also an der Kokillenwand, seinen Höchstwert. Sobald jedoch eine erstarrte „Schale“ entstanden ist, und die Kokille schon aufgewärmt worden ist, sinkt das Temperaturgefälle beträchtlich. Der zweite Ausdruck hat seinen Höchstwert ebenfalls zu Beginn der Erstarrung, denn dann ist der Temperaturunterschied zwischen Schmelze und der Erstarrungstemperatur am höchsten. Später sinkt dieser Temperaturunterschied infolge Fallens der Temperatur der Schmelze und Steigens der Erstarrungstemperatur durch Verringerung der Unterkühlung. Der Unterschied aus Wärmeableitung und Wärmezufuhr geteilt durch die Erstarrungswärme stellt die Kristallisationsgeschwindigkeit an der Grenze von Kristallit und Schmelze dar. Das Temperaturgefälle des ersten Ausdruckes beträgt zu Beginn der Erstarrung an der Kokillenwand etwa 1500°, das des zweiten Ausdruckes im gleichen Zeitpunkt nur höchstens 80 bis 100°.

Da die Wärmeableitung gegenüber der Wärmezuführung wesentlich überwiegt, muß auch die Kristallisationsgeschwindigkeit in ihrem Verlauf im wesentlichen durch die Form der genäherten Tangenskurve auszudrücken sein.

Beide Ausdrücke ändern sich also genau entsprechend der Tangente, nur daß das Argument sich nicht linear verändert und dazu die Berichtigung durch das sich ebenfalls mit der Temperatur ändernde λ kommt. Da nun die Wärmeabfuhr durch die Kokille nicht stetig verläuft, sondern durch den beim Abheben des Blockes von der Kokille entstehenden, isolierenden Luftspalt eine plötzliche Verzögerung erleidet, erfährt die genäherte Tangenskurve eine weitere Abänderung in dem Sinne, daß der waagerechte Ast der

¹⁰⁾ H. Gröber und S. Erk: Grundgesetze der Wärmeübertragung. Berlin 1933. S. 177.

*) Siehe u. a. F. Leitner: Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 1081/86.

Kurve früher eintreten muß und der Uebergang des senkrechten zum waagerechten Ast noch schärfer wird.

Die obige Gleichung gibt nun auch über die Erstarrungsart Aufschluß. Sobald $\frac{\delta \vartheta}{\delta x} \cdot \lambda_1 = \frac{\delta \vartheta}{\delta x} \cdot \lambda_2$, hört die Kristallisation auf.

Dieser Fall tritt ein, wenn bereits eine dicke, erstarrte Schale entstanden und außerdem die Kokille schon beträchtlich aufgeheizt worden ist, so daß die Wärmeabführung bereits einen geringfügigen Betrag darstellt. Trotzdem aber kühlt sich der Block weiter ab. Also ist von diesem Zeitpunkt an die Möglichkeit zur Unterkühlung und damit zur globulitischen Erstarrung gegeben.

Außerdem wird die Kristallisation nicht ganz zum Stillstand kommen. Es genügt für die Ermöglichung globulitischer Erstarrung, wenn die Transkristallisation auf einen hinreichend tiefen Wert absinkt, ohne daß gleichzeitig die Wärmeabführung aus dem Blockinnern zu stark verringert wird. Die Aenderungen beider Beträge müssen sich also überschneiden.

Ist der Ausdruck auf der linken Seite obiger Gleichung größer als der rechte, so ist die Voraussetzung für eine fortschreitende Erstarrung gegeben, denn nach Maßgabe der Wärmeentziehung aus dem Block schreitet die Erstarrung bei geringer Unterkühlung unter Wärmezufuhr aus dem heißen Blockinnern und Freiwerden der Kristallisationswärme fort. Ist der linke Ausdruck aber um so viel größer, daß die Wärmezufuhr aus den ebengenannten Quellen nicht ausreicht, um die ungefähre Erstarrungstemperatur aufrechtzuerhalten, oder anders ausgedrückt, wird die Kristallisationsgeschwindigkeit zu gering, um den Wärmeentzug auszugleichen, so wird die Unterkühlung erzwungen. Primärgefügemäßig entsteht dann das gleiche wie im Blockinnern bei fast zum Stillstand gekommener Kristallisation. Damit ist die Entstehung der globulitischen Rand- und Kernzone einfach erklärt.

Zeitlich erstarrte Stahlschicht, Hautstärke δ und Erstarrungsgeschwindigkeit E

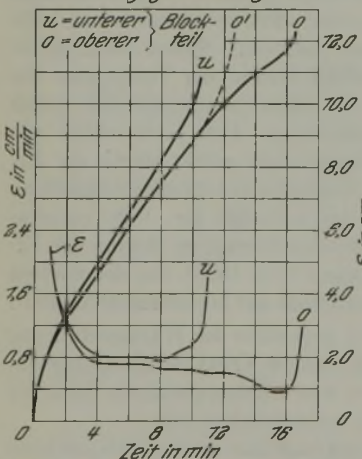


Bild 10. Abhängigkeit der Kristallisationsgeschwindigkeit von dem Erstarrungswert. (Nach Matuschka.)

Erstarrung und bei sehr feinkörniger Transkristallisation muß dagegen infolge der eingetretenen Unterkühlung die Erstarrungsgeschwindigkeit höher angenommen werden, als die Kristallisationsgeschwindigkeit erwarten läßt.

Alle diese Ueberlegungen haben ihre Bestätigung in der durch Versuche ermittelten Feststellung von B. Matuschka (Bild 10), daß die lineare Erstarrungsgeschwindigkeit zuerst

den starken Abfall zeigt, dann kurze Zeit fast waagrecht verläuft und schließlich wieder einen steilen Anstieg hat.

Zusammenfassung aller Einflüsse.

Nachdem die einzelnen Einflüsse besprochen worden sind, sollen jetzt die Zusammenhänge dargestellt werden. Es ist festzuhalten, daß die Kernzahl den Haupteinfluß hat, denn sie gibt an, ob eine Unterkühlung stattfinden kann oder nicht und bei welcher Kristallisationsgeschwindigkeit die Erstarrung vor sich geht. Die Kristallisationsgeschwindigkeit hat erst dann einen größeren Einfluß, wenn die Ueberhitzung größer als notwendig ist oder das Maß der Wärmeabführung in bestimmten Grenzen liegt. Wegen der Notwendigkeit einer guten Vergießbarkeit hängt die Kristallisationsgeschwindigkeit eng mit der Kernzahl zusammen. Die Wärmeabführung und damit das Temperaturgefälle kann bewirken, daß selbst Schmelzen mit hoher Kernzahl gewaltsam unterkühlt werden.

Der Auswirkung dieser Einflüsse sind Grenzen gesetzt, und es müssen die Abhängigkeiten jeweils genau abgewogen werden. Jeder Kernzahl entspricht eine zugehörige Ueberhitzungstemperatur. Da Stähle mit hoher Kernzahl schwerer vergießbar sind, so müssen diese mit größerer Ueberhitzungstemperatur und allen damit zusammenhängenden Nachteilen vergossen werden. Ist die Gießtemperatur zu hoch, so erreichen Transkristallisation und Grobkörnigkeit ein übermäßiges Ausmaß, ist sie zu tief, so kann unter Umständen weitgehend globulitisches Gefüge wegen der möglich gewordenen Unterkühlung erzielt werden, unter Umständen selbst bei hoher Kernzahl. Jedoch ist wiederum aus Gründen der Vergießbarkeit ein globulitisches Primärgefüge bei hoher Kernzahl schwieriger zu erzielen. Damit ist aber die Ursache zu erkennen, weshalb (Bilder 4, 5 und 6) im allgemeinen die Transkristallisation mit steigendem Wärmewert stärker wird und weshalb globulitische Erstarrung auch bei hohen Wärmewerten möglich ist, aber im Betrieb seltener vorkommt.

Im Ergebnis sehen die Zusammenhänge dann folgendermaßen aus:

Eine gut unterkühlungsfähige Schmelzung erstarrt vollständig globular, unabhängig vom Temperaturgefälle, eine mäßig unterkühlbare Schmelzung erstarrt am Rand globular, und danach tritt der Einfluß des Temperaturgefälles in Erscheinung. Schlecht unterkühlbare und zu heiße Schmelzen werden auch am Rand transkristalline Erstarrung aufweisen. Zu kalt vergossene Schmelzen hoher Kernzahl werden mindestens einen globulitischen Rand aufweisen, im übrigen ein verhältnismäßig grobes Korn haben.

Das Temperaturgefälle kann vor allem durch die Wandstärke der Kokille beeinflußt werden, indem mit größerer Wandstärke das Temperaturgefälle größer werden muß. Dem entspricht die Zunahme der Transkristallisation mit der Kokillenwandstärke. Hierbei muß noch erwähnt werden, daß mit steigender Kokillenwandstärke auch die Berührungstemperatur von Block und Kokille abfällt, also die zur Zeit des Abhebens vorhandene Temperatur, wodurch das Temperaturgefälle im Block und auch in der Erstarrungsebene noch stärker wird.

Die Tatsache, daß kleine Blöcke meist rein transkristallin erstarren, ist eben darauf zurückzuführen, daß man aus technischen Gründen mit der Kokillenwandstärke nicht weit genug heruntergehen kann und deshalb das Abkühlungsvermögen der Kokille ein zu hohes Temperaturgefälle erzwingt und die Ausbildung einer globulitischen Zone infolge des geringen Blockdurchmessers nicht mehr zuläßt.

Es muß noch auf die Möglichkeit hingewiesen werden, daß der Block etwa zur Hälfte globular erstarrt und erst

im Innern transkristallisiert. Dieser Fall tritt ein, wenn die Schmelze schwer unterkühlbar und matt ist. Der Block wird dann außen globulitisch sein, und erst im Innern, wenn die Einwirkung der Unterkühlungsfähigkeit der Kokille zurückgeht, beginnt die Transkristallisation. Der Einfluß durch die Unterkühlungsfähigkeit der Kokille wird dann durch die Unterkühlungsfähigkeit des Stahles überdeckt. Dies ist darauf zurückzuführen, daß durch die globulitische Erstarrung eine breite schnell erstarrte Zone entstanden ist, deren Temperatur von der des Schmelzpunktes nur wenig verschieden ist. Es kann daher bis zur weiteren Abkühlung der erwähnten Zone keine Unterkühlung und damit keine weitere globulitische Erstarrung eintreten. Durch die mangelhafte Wärmeentziehung wird sich in der Schmelze die Temperatur auszugleichen versuchen, also in der Erstarrungsschicht ansteigen, und damit erhält das Temperaturgefälle im Kristallisationsbereich einen höheren Wert, der ebenfalls zur Transkristallisation führt. Diese Erscheinung ist besonders bei größeren Blöcken zu beobachten. Außerdem wird die Neigung zur Transkristallisation um so stärker sein, je breiter die globulitisch erstarrte Zone ist, da dann die Verschlechterung der Wärmeentziehung noch länger anhält. Durch den fallenden Guß kann diese Erscheinung zurückgedrängt werden, die wegen der stärkeren Neigung zu Innenrisen unangenehm ist.

Es bleibt noch einiges über das Ausmaß der Unterkühlung zu sagen. Die tatsächlich gemessenen Temperaturen der vorliegenden Schmelzen (unberichtigt mit Pyropt gemessen) lagen zwischen etwa 1410 und 1480°. Selbst wenn der Emissionskoeffizient der schlecht unterkühlbaren Schmelzen wegen des geringeren Desoxydationsgrades als etwas größer angenommen werden muß als bei den gut unterkühlbaren, so bleibt noch ein Unterschied von etwa 40 bis 50°. Berücksichtigt man, daß die schlecht unterkühlbaren Schmelzen trotz höherer Temperatur mindestens ebenso rasch, meist sogar noch schneller als die kälteren und gut unterkühlbaren Schmelzen vergossen wurden, so kann man sich ein ungefähres Bild vom Ausmaß der Unterkühlung machen.

Es bleibt jetzt noch die Frage, weshalb die Zusammenhänge mittels der gemessenen oder berechneten Temperatur nicht zu klären waren, sondern nur durch Anwendung des Begriffes „Wärmewert“. Die Bilder 2 und 3 geben drei Abhängigkeiten wieder, nämlich Temperaturwert, Transkristallisation und Schlackenengehalt. Da aber insgesamt vier Größen ihren Einfluß auf die Erstarrungsvorgänge ausüben und die Ueberhitzungstemperatur nicht berücksichtigt wurde, konnten sich diese Zusammenhänge nicht veranschaulichen lassen. Das wird erst möglich, wenn mindestens zwei Größen zu einem neuen Begriff vereinigt werden können und dann höchstens drei Abhängigkeiten im Schaubild zur Darstellung gelangen. Der Wärmewert gibt nun an, wie heiß der Schmelzer während des Feinens gefahren hat, und zwar richtet er sich dabei nach der Beurteilung einer Schöpfprobe. Er prüft das Fließen des Stahles und macht die Schmelzung so heiß, daß sie sich gut vergießen läßt. Er ordnet also, ohne es zu wissen, jedem Stahl entsprechend seiner Kernzahl die zum Vergießen notwendige Ueberhitzungstemperatur zu. Damit werden sinnvoll Kernzahl und Ueberhitzungstemperatur im Wärmewert verknüpft. Da dann nur drei Größen übrigbleiben, lassen sich diese ohne weiteres schaubildlich darstellen. Während also der Temperaturwert ein Maß für die tatsächliche Temperatur ist, gibt der Wärmewert ein Maß für die jeweilige Ueberhitzungstemperatur ab. So ist jetzt leicht zu verstehen, warum von der herstellungsmäßigen Seite der Verlauf der Vorgänge erkannt werden konnte.

Ueber die Beurteilung der Vergießbarkeit und des Flüssigkeitsgrades sei im Rahmen dieser Arbeit nur auf die Klärung der Begriffe eingegangen. Wie schon eingangs erwähnt, muß bei der Beurteilung eines Stahles zwischen Flüssigkeitsgrad, Vergießbarkeit und Temperatur unterschieden werden. Die Vergießbarkeit schließt Flüssigkeitsgrad und Temperatur in sich, bei Einhaltung der richtigen Temperatur läßt sich also jeder Stahl vergießen. Aus diesem Grunde ist die Beurteilung der Vergießbarkeit nicht allzu schwer. Bedeutend schwieriger ist dagegen die sichere Beurteilung des Flüssigkeitsgrades zumal bei den verschiedenen Stahlsorten. Aber auch hier vermag ein geübtes Auge sehr viel zu erkennen, was um so wertvoller ist, als aus dem Flüssigkeitsgrad auf den Desoxydationsgrad geschlossen werden kann und man schon eingreifen kann, solange die Schmelze noch im Ofen ist. Es würde zu weit führen, für die einzelnen Stahlsorten genauere Angaben über die Beurteilung des Flüssigkeitsgrades zu machen, jedoch sei so viel gesagt, daß die Hauptschwierigkeit dabei die Beachtung der richtigen Korrektur durch Berücksichtigung der tatsächlichen Temperatur ausmacht, denn eine höhere Temperatur täuscht einen besseren Flüssigkeitsgrad vor. Wegen dieser Schwierigkeit sind beide Einflüsse bisher zusammengefaßt worden; um aber zur richtigen Beurteilung des Flüssigkeits- und damit des Desoxydationsgrades zu kommen, müssen sie getrennt werden.

Wie oben erwähnt, handelt es sich bei der vorliegenden Untersuchung um Schlackeneinschlüsse, die dadurch gekennzeichnet sind, daß sie einen höheren Schmelzpunkt als der Stahl haben, also sogenannte spröde Einschlüsse. Die hier abgeleiteten Gesetzmäßigkeiten gelten naturgemäß auch nur für solche Schlackenarten. Sogenannte plastische Schlacken, deren Schmelzpunkte unterhalb der Erstarrungstemperatur des Stahles liegen, haben auf die Erstarrungsvorgänge keinen Einfluß, wie bei einer Reihe anderer Stahlsorten tatsächlich beobachtet werden konnte.

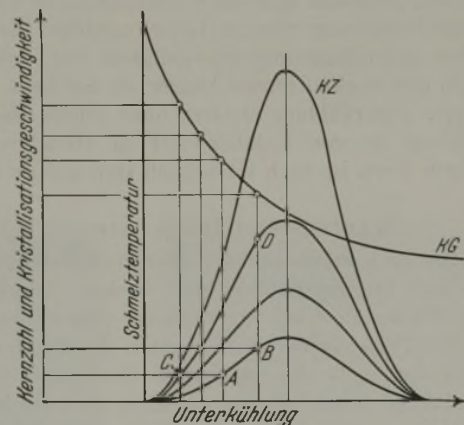


Bild 11. Erklärung der Zusammenhänge zwischen Kristallisationsgeschwindigkeit, Kernzahl, Unterkühlung und der Korngröße.

Die Korngröße.

Die Korngröße ist ebenfalls abhängig von der Kernzahl, also der Unterkühlbarkeit und dem Grad der Unterkühlung. Bei starker Unterkühlung ergibt sich feines, bei schwacher Unterkühlung grobes Korn. In Bild 11 sind diese Zusammenhänge besonders dargestellt. Bei gleicher Kernzahl (C—A) findet bei geringer Unterkühlbarkeit die Erstarrung bei hoher Kristallisationsgeschwindigkeit statt. Besser unterkühlbare Schmelzen haben bei gleicher Kernzahl noch eine zusätzliche weitere Unterkühlung zu erwarten wegen der geringeren Kristallisationsgeschwindigkeit, wodurch ent-

sprechend der Kurve A B die Kernzahl noch etwas zunimmt. Wird dagegen die Unterkühlung bei hoher Kernzahl erzwungen, so gelangen die Erstarrungsvorgänge wieder in Gebiete höherer Kristallisationsgeschwindigkeit, es verläuft dann die Kristallisation längs der Kurve C D. In diesem Falle ist der Einfluß der Unterkühlung auf die Kernzahl ungleich größer als im zuerst beschriebenen Fall, aber leider kann diese Möglichkeit praktisch nicht ausgenutzt werden, weil schlecht unterkühlbare Stähle sehr schwierig kalt zu vergießen sind.

Es ist allgemein zu beobachten, daß im transkristallisierten Teil das am Rand befindliche Korn feiner ist und nach der Mitte zu größer wird. Dementsprechend muß auch bei Transkristallisation die Erstarrungsgeschwindigkeit am Rand größer sein als in der Blockmitte, Unterschiede, die hier nur durch die höhere Kernzahl und nicht durch die verschiedene Kristallisationsgeschwindigkeit erklärt werden können, da diese infolge der Unterkühlung das Gegenteil zeigen müßte.

Im globularen Teil müßte sich eigentlich zeigen, daß bei stark ausgeprägter Transkristallisation das Korn infolge der langsamen Abkühlung im Blockkern größer wird. Zusätzlich wirkt die bei starker Transkristallisation meist vorhandene geringe Unterkühlbarkeit. In Wirklichkeit zeigt beim Vergleich verschiedener Schmelzen der globulare Kern aber nicht regelmäßig diesen Zusammenhang. Der Grund hierfür dürfte darin liegen, daß für die Erstarrung des Blockinnern sich infolge der, verglichen mit dem Blockrand, langsameren Abkühlung in besonders starkem Maße der Einfluß der Abkühlungsgeschwindigkeit bemerkbar macht. Die Vorgänge spielen sich im Gebiet hoher Kristallisationsgeschwindigkeit und größter Aenderung der Kristallisationsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Unterkühlung ab.

Bei Schmelzen mit ausgeprägter Transkristallisation kann man beobachten, daß an der Berührungsstelle von Transkristalliten und Globuliten die Transkristalliten meistens sehr grob sind, d. h. die Unterkühlung ist dort sehr gering, die Erstarrung geht im Gebiet niedriger Kernzahl und hoher Kristallisationsgeschwindigkeit vor sich. Die Globuliten der Blockmitte sind kleiner, da der Kern wieder bei größerer Unterkühlung erstarrt, ohne jedoch die starke Unterkühlung an der Kokillenwand zu erreichen. Der globulitische Kern ist auch tatsächlich stets größer als der Rand.

Kanten- und Innenrisse.

Es sollen noch Beobachtungen über die Entstehung von Kanten- und Innenrisen berichtet werden. Unmittelbar nach dem Gießen eines Blockes kühlt der äußere Teil durch die Abschreckwirkung der Kokille stark ab. Er zieht sich zusammen und sucht das noch heiße Blockinnere zu verformen. Infolge dieser Zusammenziehung, die natürlich um so größer ist, je geringer die Wärmeleitfähigkeit des Stahles ist, entsteht bekanntlich die Neigung zu Kantenrisen. Kommt der Block dann in die Ausgleichsgrube oder in den Glühofen, so findet innerhalb des Blockes ein Temperaturausgleich statt, der äußere Teil wird wieder aufgewärmt und der innere Teil kühlt sich ab. Die Folge davon ist, daß sich der äußere Blockteil ausdehnen und der innere Teil zusammenziehen will, es kann daher im Blockinnern leicht zu Rissen kommen. Kanten- und Innenrisse treten um so leichter auf, wenn die Blöcke transkristallisiert sind. Die Blöcke reißen dann längs der Transkristalliten auf, die an sich schon in ihren Begrenzungsflächen Schwächeebenen darstellen. Die Neigung zum Reißen wird noch verstärkt durch die in den Korngrenzen abgelagerten nichtmetallischen Einschlüsse, deren Menge bei transkristallisierten Blöcken

überdies größer ist. An rein globulitisch erstarrten Blöcken wurden nie Risse beobachtet. Dies hat seine Ursache im Fehlen der eben erwähnten Schwächeebenen und außerdem in der niedrigeren Gieß- und Erstarrungstemperatur. Es sind eben bei globulitischer Erstarrung von vornherein niedrigere Temperaturunterschiede vorhanden. Die Innenrisse lassen sich jedoch bei Blöcken, bei denen lediglich der Kern globulitisch erstarrt, auch nicht immer vermeiden.

Da die Neigung zum Reißen wesentlich durch die Abkühlungsbedingungen bestimmt ist, wird das Vorhandensein und das Ausmaß von Rissen bei einer Schmelze nicht für jeden Block dasselbe sein. Je nachdem, ob der Block früher oder später gestrippt wurde, ob er sofort oder erst nach etwas längerem Liegen in die Ausgleichsgrube kam oder ob er beim Stapeln außen oder weiter innen zu liegen kam, wird die Neigung zum Reißen bedingt. Bei der Nachprüfung der Platinen ergibt sich auch selten, daß alle Platinen einer Schmelze gleichmäßig gut oder gleichmäßig schlecht sind. Das Vorhandensein der Risse schwankt von Block zu Block.

Da das Reißen verhindert werden kann, wenn für einen besseren Temperatureausgleich im Block gesorgt wird, liegt der Gedanke nahe, die Wandstärke der Kokille zu verringern. Es wurde daher eine Kokille, deren ursprüngliche Wandstärke 55 bis 75 mm betrug, auf 23 bis 35 mm abgehobelt. Die Kokille wurde mit dickwandigen Kokillen in ein Gespann gestellt und die Blöcke untersucht. Von vier Abgüssen waren bei drei die Blöcke aus der dickwandigen Kokille innenrissig, während sie bei der dünnwandigen Kokille rissfrei waren. Bei dem vierten Abguß traten bei beiden Kokillenwandstärken keine Risse auf. Es ist daher zweckmäßig, für rißempfindliche Stahlsorten möglichst dünnwandige Kokillen zu verwenden. Eine zweite Möglichkeit, Temperaturunterschiede im gegossenen Block zu erniedrigen, ist die Verwendung von rechteckigen an Stelle von quadratischen Kokillen, die bei gleichem Blockgewicht geringeren Durchmesser und größere Oberfläche haben.

Als Beispiel seien zwei Bilder angeführt, die Platten derselben Schmelze darstellen, bei denen die eine in die übliche (Bild 23) und die andere in die dünnwandige Kokille (Bild 24) vergossen wurde. Während Bild 23 deutlich die Innenrisse erkennen läßt, fehlen sie in Bild 24 ganz. Zu beachten ist auch bei Bild 24 die geringe Transkristallisation infolge der geringeren Kokillenwandstärke.

Die metallurgische Ursache der unterschiedlichen Schlackengehalte.

Die Ursache, weshalb die Schmelzen verschiedene hohe Einschlußgehalte aufweisen, muß noch untersucht werden. Im Anfang dieser Arbeit hatte sich eine Abhängigkeit der Einschlußzahl vom Wärmewert, also von der Arbeitsweise beim Feinen ergeben. Die Feinarbeit besteht nun aus:

1. der Herstellung der Feinungsschlacke,
2. dem Zulegieren des Ferrochroms und
3. dem Fertigmachen.

Die erste Arbeit kann keine größeren Unterschiede im Energieverbrauch aufweisen, wohl aber die zweite und dritte. Wird nämlich das Ferrochrom beim Aufsetzen lange vorgewärmt, so wird das Bad und auch das Ferrochrom beim Einstoßen heißer sein, als wenn das Ferrochrom nicht so lange vorgewärmt worden ist. Bei der ersten Arbeitsweise wird daher das Bad nach dem Einstoßen des Ferrochroms erheblich dünnflüssiger sein, so daß Oxyde und Schlacken leichter in die Schlacke aufsteigen können. Sind aber das Bad und vor allem das Ferrochrom beim Einstoßen noch kalt, so muß zum Fertigmachen sehr heiß gefahren werden.

H. Siegel: Die Ausbildung des Primärgefüges bei nichtrostenden Chromstählen.



Bild 1 a.
Schlackenkennzahl 1.

Bild 1 b.
2.

Bild 1 c.
3.

Bild 1 d.
4.

1. Stahl A.



Bild 12.

Wärmewert 1,03, Schlackenzahl 1,5. Die Schmelze war also gut unterkühlbar und liegt auch bei einem geringen Wärmewert. Die Erstarrung ist daher über den gesamten Blockquerschnitt feinglobulitisch.



Bild 13.

Wärmewert 1,43, Schlackenzahl 2,81. Hier liegt die Schlackenzahl schon erheblich höher, der Wärmewert liegt nach dem Schaubild an der tiefstmöglichen Stelle, die nur globulitische Erstarrung erwarten läßt. Die Erstarrung ist deshalb im wesentlichen noch globular, infolge der geringen Unterkühlbarkeit macht sich jedoch schon die Neigung zur Transkristallisation und zu grobem Korn bemerkbar.

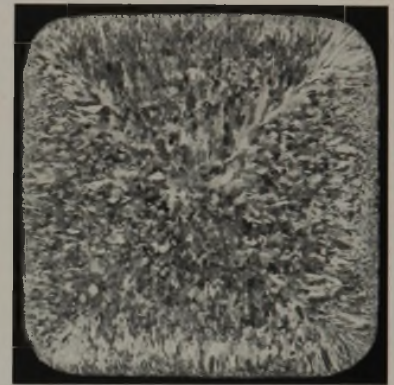


Bild 14.

Wärmewert 1,55, Schlackenzahl 2,7. Bei ungefähr gleicher Schlackenzahl liegt der Wärmewert höher als bei Bild 13. Es muß daher die Unterkühlung zurückgehen und die Neigung zur Transkristallisation und größerem Korn noch stärker sein.

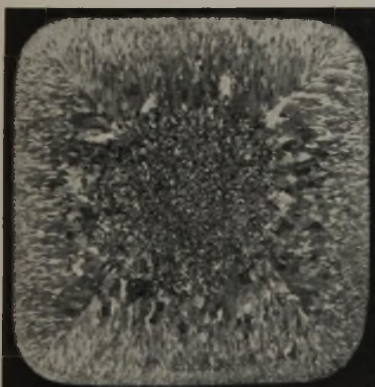


Bild 15.

Wärmewert 1,37, Schlackenzahl 1,8. Nach dem Schaubild ist diese Schmelze der Schlackenzahl entsprechend zu heiß gefahren worden, im Blockgefüge zeigt sie daher eine ausgesprochene Transkristallisation.

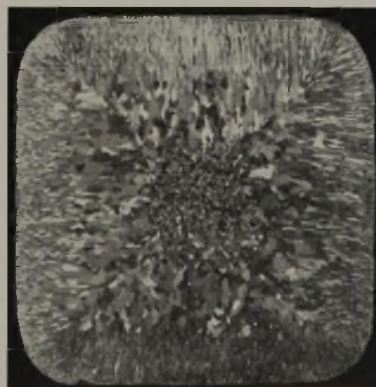


Bild 16.

Wärmewert 1,45, Schlackenzahl 1,8. Im Schlackengehalt stimmt diese Schmelze mit der vorhergehenden überein, lediglich der Wärmewert liegt noch etwas höher, infolgedessen ist die Transkristallisation auch eine stärkere.

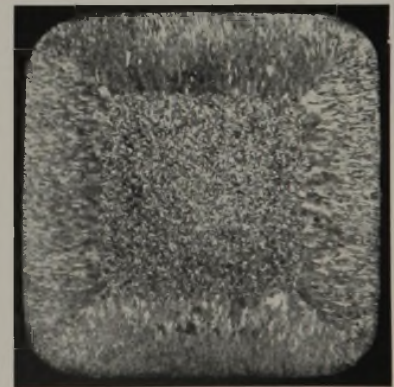


Bild 17.

Wärmewert 1,53, Schlackenzahl 3. Gegenüber der vorherigen Abbildung zeigt diese geringere Transkristallisation infolge des bedeutend höheren Schlackengehaltes bei nur wenig höherem Wärmewert. Zu beachten ist hier vor allem die Feinkörnigkeit sowohl im globularen Innern als auch in der sehr feinkörnigen breiten Randschicht.

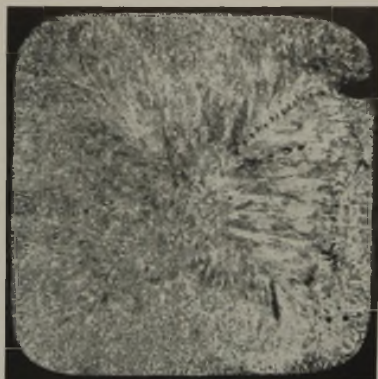


Bild 18. Gekocht.

Wärmewert 1,33, Schlackenzahl 2.

Dieses Bild ist insofern besonders bemerkenswert, als hier infolge eines schlecht getrockneten Kokillenaufsatzes (Schamotteaufsatz) der Stahl auf der einen Hälfte kochte. Tatsächlich ist die Schlackenzahl auf der porigen Seite 3, also wesentlich höher, als der Stahl sonst hat. Infolgedessen ist auf der porigen Seite Transkristallisation eingetreten. Die Neigung zur Transkristallisation ist in *Bild 18* sonst nur in den Diagonalen zu erkennen. Der Wärmewert liegt für die Schlackenzahl 2 an der oberen Grenze, die noch eine globulitische Erstarrung zuläßt. Es mußte daher bei einer Verminderung der Unterkühlung sofort Transkristallisation eintreten.

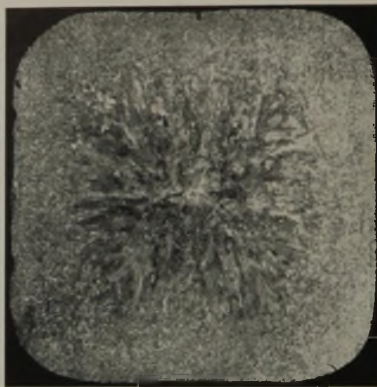


Bild 19. Sehr matt vergossen.

Schließlich ist in *Bild 19* eine 320 mm \square Platte wiedergegeben, deren Schlackenzahl 4,2 ist und die sehr matt vergossen ist. Am Rand ist eine breite globulitische Zone zu erkennen, während das Innere Stengelkristalle aufweist. Erst mit abnehmender Unterkühlung der sehr matten Schmelze ist also Transkristallisation eingetreten.

Bilder 12 bis 19. Stahl A. 0,12 % C, 14,5 % Cr.

2. Stahl B.

Obwohl bei Stahl B wegen der geringeren Unterschiede im Schlackengehalt die Erstarrungserscheinungen nicht so gut wie bei Stahl A zu verfolgen sind, mögen auch hier einige Beispiele wiedergegeben sein.

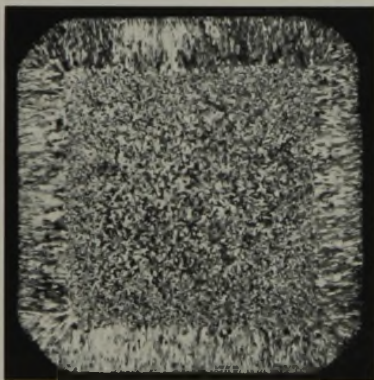


Bild 20.

Wärmewert 1,46, Schlackenzahl 2,5. Von den vorhandenen Schmelzen des Stahls B ist keine rein globular erstarrt. Daß dies aber möglich sein muß, zeigt diese Abbildung, die nur einen schmalen transkristallisierten Rand aufweist. (Die Platte hat leider infolge Bearbeitung je Seite 3 mm verloren, außerdem sind die Ecken überdreht worden.)

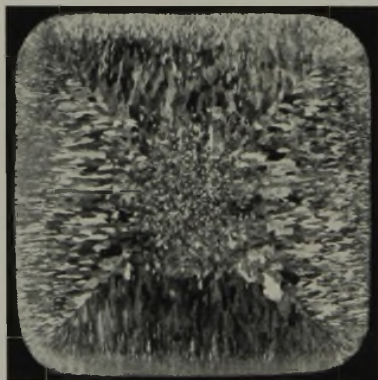


Bild 21.

Wärmewert 1,45, Schlackenzahl 2. Infolge der geringeren Schlackenzahl als in *Bild 20* ist hier bei gleichem Wärmewert eine stärkere Transkristallisation zu bemerken. Die Scheibe für das *Bild 23* mit dem Wärmewert 1,48 und der Schlackenzahl 1,9 zeigt dieselbe starke Transkristallisation. Der Block hat übrigens feine Innenrisse, die in der Bildwiedergabe allerdings nicht zu erkennen sind.

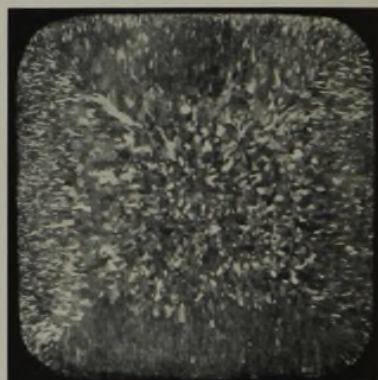


Bild 22.

Wärmewert 1,63, Schlackenzahl 2,5. Bei gleicher Schlackenzahl wie in *Bild 20* ist hier wegen des höheren Wärmewertes eine stärkere Transkristallisation zu erkennen.

Bilder 20 bis 24. Stahl B. 0,10 % C, 17 % Cr.

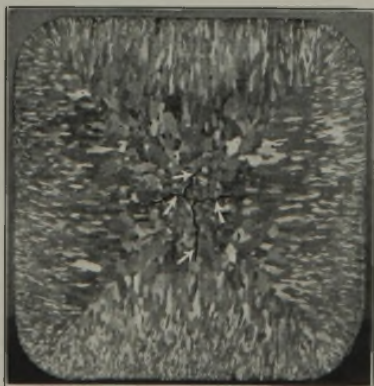


Bild 23. Übliche Kokille.

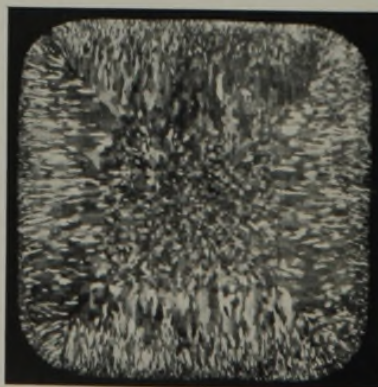


Bild 24. Dünnwandige Kokille.

Im gleichen Gespann vergossen.

Bilder 12 bis 24. Beispiele für die verschiedene Ausbildung des Primärgefüges bei wechselnden Erstarrungsbedingungen. (Blockquerschnitt 250 mm \square).

Da dann das Bad wegen seiner größeren Dickflüssigkeit die oxydischen Verunreinigungen fester hält, können diese erst in die Schlacke gehen, wenn der Flüssigkeitsgrad des Bades ausreichend ist. Es beginnt also die Reinigung des Bades erst kurz bevor der Stahl gießfertig gemacht wird. Im ersten Fall steht für die Reinigung die gesamte Zeit zur Verfügung, während der die Schlacke wieder reduziert wird, während im zweiten Fall strenggenommen eine eigentliche Reinigung nicht erreicht wird, sondern die Schmelze nur vergießbar gemacht wird. Diese Auffassungen wurden an einer Schmelze geprüft, bei der das Ferrochrom besonders heiß eingestoßen wurde; es ergab sich im Block ein rein globulitisches Gefüge.

Beispiele für die verschiedene Ausbildung des Primärgefüges bei wechselnden Erstarrungsbedingungen.

Zur Veranschaulichung der beschriebenen Zusammenhänge sind in den Bildern 12 bis 24 (Tafel 6 und 7) einige

kennzeichnende Darstellungen der verschiedenen Erstarrungsarten beigefügt (die Größe der Platten, also der Blockquerschnitt, ist 250 mm □).

Zusammenfassung.

Durch eingehende Betriebsbeobachtungen konnten die Zusammenhänge zwischen der Primärkristallisation und der Kernzahl, der Kristallisationsgeschwindigkeit, der Gießtemperatur und dem Wärmegefälle im erstarrenden Block erkannt werden. Insbesondere konnte gefunden werden, daß die von G. Tammann angegebenen Erklärungen über die Einflüsse von Kernzahl und Kristallisationsgeschwindigkeit geeignet sind, die Erstarrungsvorgänge in der Kokille widerspruchlos zu erklären.

Den Herren Dipl.-Ing. J. Frehser und Dr.-Ing. W. Hummeltzsch sei für die sorgfältige Durchführung der Schlackenuntersuchungen bestens gedankt.

Bau und Betrieb der ersten deutschen Breitbandanlage.

Von Fritz Winterhoff in Dinslaken (Niederrhein).

[Bericht Nr. 145 des Walzwerksausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute*].

(Entwicklung der Bandstahlerzeugung in Deutschland und Amerika. Hauptforderungen an das Band. Amerikanische Breitbandstraßen in kontinuierlicher und halbkontinuierlicher Anordnung. Entwicklung der Bandstahlstraßen in Dinslaken. Beschreibung der neuen Breitbandstraße: Oefen, Straße, elektrische Einrichtung, Steuerung usw. Kaltwalzenstraßen und Hilfseinrichtungen. Bedienung und Steuerung der Dreifach-Tandemstraße. Hauptgründe gegen Errichtung der Breitbandstraße und ihre Widerlegung. Allgemeines über Breitband.)

I. Entwicklung der Bandstahlerzeugung in Deutschland und Amerika.

Wenn man die Entwicklung der Bandstahlerzeugung in Deutschland und Amerika innerhalb der letzten dreißig Jahre verfolgt und vergleicht, so stellt man zunächst fest, daß sie sich in beiden Ländern bis zum Kriege auf gleicher Höhe befand, ja, daß Deutschland insofern führend war, als weitaus die meisten Kaltwalzwerke von hier geliefert wurden. In Amerika setzte schon im Kriege, in beiden Ländern aber in den Jahren nach dem Kriege, das Streben zu immer größeren Bandbreiten ein. Erklärlicherweise waren zunächst die Bandwalzwerke die Träger dieser Entwicklung. In Amerika griffen aber sehr bald auch die Blechwalzwerke nach den sich hiermit eröffnenden Möglichkeiten. Die Entwicklung ging hier von dem alten Blechwalzverfahren über die kontinuierliche Blechstraße zur halbkontinuierlichen und vollkontinuierlichen Breitbandstraße. Bezeichnend ist, daß die meisten großen Breitbandwalzwerke die Abhängigkeit von dem immer noch unstrittenen Kalibrierungspatent der American Rolling Mill Co. (Armco) anerkannt haben.

In Deutschland ist die Entwicklung in der Hand der Bandwalzwerke geblieben. Für den Erfolg sind diese Verhältnisse schließlich gleichgültig. In beiden Ländern ist jedenfalls das Breitbandverfahren das Ende einer langen Entwicklung, nicht so sehr gekennzeichnet durch eine grundsätzliche erfinderische Leistung, als durch die Ausnutzung der wachsenden technischen Möglichkeiten und die betriebsmäßige Anpassung von Einzelheiten, die das Ziel erreichen ließen, das Karl Wittgenstein, dem Pionier auf diesem Gebiet, versagt blieb, der bereits 1892, seiner Zeit weit vorausseilend, ein kontinuierliches Blechwalzwerk, bestehend aus einem Lauthschen Vorgerüst und fünf kontinuierlich angeordneten Duo-Fertigerüsten, für

*) Vorgetragen in der 42. Vollsitzung des Walzwerksausschusses am 14. Oktober 1938. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

¹⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 12 (1892) S. 999/1000; 13 (1893) S. 162/65.

Bleche von 1 m Breite bis herunter zu 1½ mm Dicke auf der Rudolfs-Hütte in Teplitz erbaute¹⁾).

In dem praktischen Aufbau der Breitbandstraßen hat tatsächlich Amerika in den letzten Jahren einen großen Vorsprung gewinnen können, da es die Erkenntnisse in großzügiger Weise in die Tat umsetzte, während uns dies nach Lage der Verhältnisse viele Jahre nicht vergönnt war. Die erste deutsche Breitbandstraße mußte und konnte so natürlich auf den in der Zwischenzeit drüben gewonnenen Erfahrungen aufbauen.

II. Hauptanforderungen an das Band.

Für unsere Betrachtungen ist es nur wesentlich, daß durch planmäßige Betriebsforschungen im Laufe dieser Entwicklung folgende an das Band zu stellenden Hauptforderungen immer klarer hervortraten:

1. Genaue Maße über den Querschnitt sowie über die ganze Länge des Bandes.
2. Genaue Breite über die ganze Länge des Bandes.
3. Möglichst geringe Banddicke.
4. Geradheit des Bandes.
5. Saubere und glatte Oberfläche ohne eingewalzten Zunder.
6. Gute mechanische Eigenschaften und damit Austrittstemperaturen über A_1 .
7. Möglichst schwere Ringgewichte.
8. Möglichst hohe Wirtschaftlichkeit.

Es ergab sich, daß diese Forderungen maßgebend beeinflußt werden durch:

1. die Art der Walzenanordnung im Gerüst,
2. die Art der Walzenlagerung,
3. den Durchmesser und die Oberfläche der Walzen,
4. die Gleichmäßigkeit der Walztemperatur innerhalb einer Aderlänge und der verschiedenen Adern untereinander,
5. die Anordnung der Gerüste in der Walzenstraße.

An Hand dieser Forderungen seien die wichtigsten Ausführungen und Entwicklungsstufen der Bandstahlwalzwerke verglichen.

III. Amerikanische Breitbandstraßen kontinuierlicher und halbkontinuierlicher Anordnung.

Bild 1 zeigt eine Straße, die die American Rolling Mill Co. in Ashland um das Jahr 1924 errichtete¹⁾. Es werden hier nicht Bänder, sondern Bleche kontinuierlich gewalzt. Die Nachteile dieses Verfahrens mit seinen dauernden Anstichen liegen klar auf der Hand.

Bild 2 zeigt eine halbkontinuierliche Anordnung, wie sie im Jahre 1926 von der Columbia Steel Co. in Butler errichtet

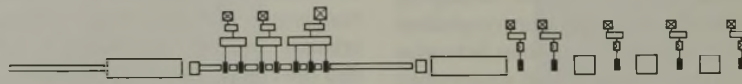


Bild 1. Kontinuierliche Blechstraße der Armco in Ashland.

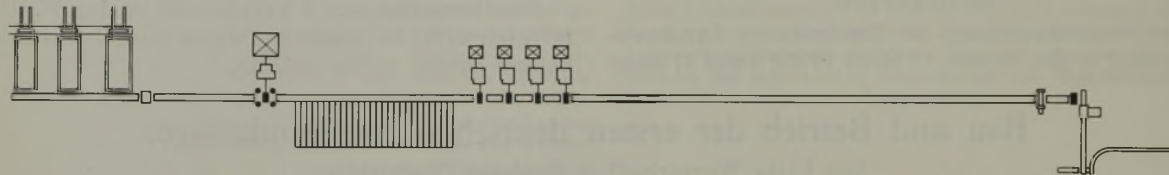


Bild 2. Halbkontinuierliche Bandstraße der Columbia Steel Co. in Butler.

wurde²⁾. Auch diese Anordnung wurde in Amerika nicht wiederholt. Sie hat gegen die zuerst erwähnte schon den Vorteil, daß sie Bänder und nicht mehr Bleche walzt. Ihr Nachteil liegt in dem Umkehrwalzen des Vorwalzgerüsts.

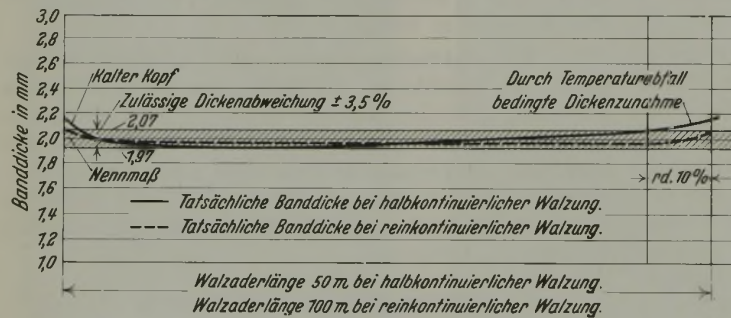


Bild 3. Vergleich der Banddicken-Abweichungen.

Hierbei wird das Walzgut zu kalt und außerdem stets auf einer Walze bearbeitet, so daß die oben gestellten Bedingungen nicht erfüllt werden konnten. Aus Bild 3 geht hervor, daß es bei dem halbkontinuierlichen Breitbandverfahren schwierig wird, bei langen, dünnen Adern, d. h. bei schweren Ringgewichten, die Dickenabweichungen in engen Grenzen zu halten.

Man erkennt aus dem Verlauf der Kurven, daß bei einer Aderlänge von über 50 m die zulässige Abweichung nicht mehr zu halten ist, wogegen eine kontinuierliche Anordnung die Walzung der doppelten Aderlänge bei der gleichen Dickenabweichung zuläßt. Die Kurve für die halbkontinuierliche Anordnung wurde auf der Straße in Butler und die der rein kontinuierlichen auf der Breitbandstraße der Vereinigten Stahlwerke in Dinslaken ermittelt.

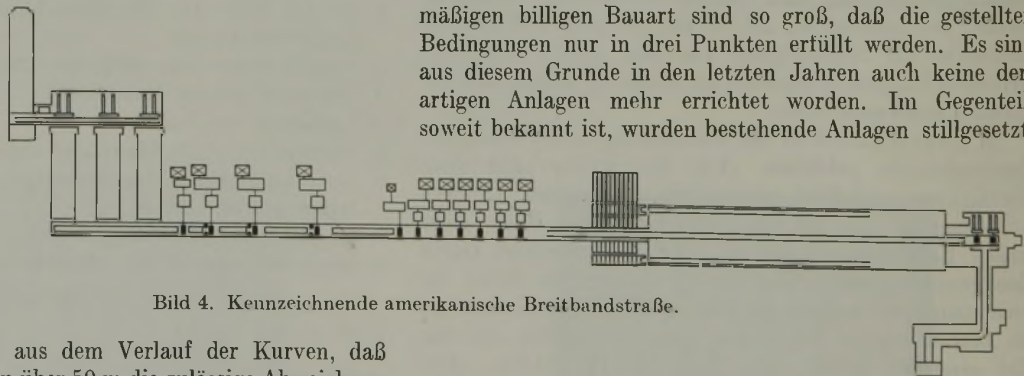


Bild 4. Kennzeichnende amerikanische Breitbandstraße.

Aus dieser Anlage erkannten die amerikanischen Walzwerksingenieure, daß nur die rein kontinuierliche Anordnung, wie sie Bild 4 zeigt, alle Forderungen erfüllen konnte. Seit der Zeit wurde in Amerika mit größter Energie an der Ausgestaltung derartiger Straßen gearbeitet, und man kann heute wohl sagen, daß sie bereits einen so hohen Grad von Vollkommenheit erreicht haben, daß man von einer Musterstraße für breite Bänder reden kann.

Da eine solche kontinuierliche

Straße nun aber naturgemäß hohe Erstellungskosten erfordert, wurden zahlreiche andere Lösungen vorgeschlagen, die alle mehr oder weniger große Nachteile zeigen und von denen heute nur noch das Steckel-Verfahren ab und zu von sich reden macht. Ein Steckel-Warmwalzwerk besteht aus zwei Gerüsten, und zwar einem Universalgerüst und einem Umkehrgerüst. Das Universalgerüst walzt bis auf etwa 20 mm herunter. Dann wird auf dem Umkehrgerüst, das in Bild 5 wiedergegeben ist, weitergewalzt. Um das Erkalten

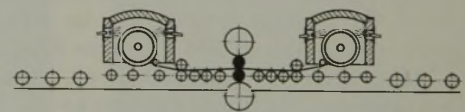


Bild 5. Steckel-Warmwalzwerk. Umkehrgerüst.

des dünnen Streifens zu vermeiden, sind die Haspel in Oefen angeordnet, die das Band nach jedem Durchgang wieder erwärmen sollen. Die Nachteile dieser zwar verhältnismäßig billigen Bauart sind so groß, daß die gestellten Bedingungen nur in drei Punkten erfüllt werden. Es sind aus diesem Grunde in den letzten Jahren auch keine derartigen Anlagen mehr errichtet worden. Im Gegenteil, soweit bekannt ist, wurden bestehende Anlagen stillgesetzt.

IV. Entwicklung der Bandstraßen in Dinslaken.

In Deutschland waren es, wie gesagt, die Bandwalzwerke, die das Breitband entwickelten. Die ersten Erfahrungen mit einer kontinuierlichen Bandstahlstraßen-Anordnung machte man mit der in Bild 6 gezeigten Straße. Diese wurde vor etwa 35 Jahren errichtet und zeigt in ihrer grundsätzlichen Anordnung gegenüber den neuen Breitbandstraßen eine auffallende Ähnlichkeit. Die Straße walzt

¹⁾ Stahl u. Eisen 47 (1927) S. 1167/72; 48 (1928) S. 658.

²⁾ Stahl u. Eisen 47 (1927) S. 1545/46.

heute noch Band in den Breiten von 25 bis 100 mm und ist nach einem vor einigen Jahren vorgenommenen Umbau auf Rollenlager, elektrischen Antrieb usw. die leistungsfähigste und wirtschaftlichste Bandstraße in Deutschland für diese Abmessungen.

Kurz nach dem Kriege setzte die Entwicklung zu breiterem Band ein, und man errichtete die im Bild 7 dargestellte Straße. Obwohl die Erfahrungen an der kontinuierlichen Straße gezeigt hatten, daß diese Anordnung die einzige vorbildliche Lösung darstellt, baute man die neue Straße lediglich mit einem kontinuierlichen Vorstrang, aber mit einem offenen aus zwei Doppelduos bestehenden Fertigstrang. Die Gründe hierfür waren die gleichen, die auch heute noch oft gegen die kontinuierliche Anordnung ins Feld geführt werden: hohe Kosten, großer Platzbedarf und zu hohe Leistung. Besser wäre nach vorstehendem das Umgekehrte, d. h. kontinuierliche Fertigstraße und offene Vorstraße gewesen. Diese, ursprünglich für 350 mm breite Bänder bestimmte Straße wurde vor etwa sieben Jahren

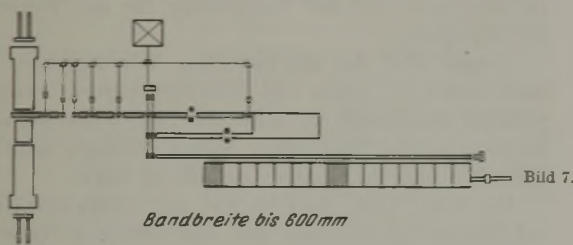
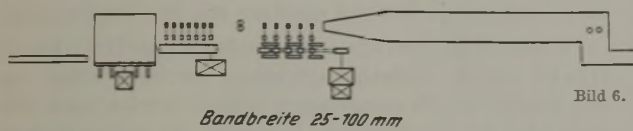


Bild 6 und 7. Aeltere Bandstraßen in Dinslaken.

behelfsmäßig für Breiten bis zu 600 mm ausgebaut. Es war auf diese Weise möglich, sowohl mit der Warm- als auch mit der Kaltwalzung verhältnismäßig schon breiter Bänder Erfahrungen zu machen. Dabei ergab sich, daß die halbkontinuierliche Straße für die großen Breiten erhebliche Nachteile mit sich brachte, und daß die vorbildliche Lösung nur in der vollkontinuierlichen Anordnung gefunden werden konnte, daß sich aber andererseits, trotz dem behelfsmäßigen Umbau, keine besonderen Schwierigkeiten beim Walzen der über 500 mm breiten Bänder ergaben. Man erkannte aber auch, daß trotz den noch vorhandenen Nachteilen besonders die kaltgewalzten Bänder den nach dem alten Verfahren hergestellten Blechen überlegen waren. Sie übertrafen diese Bleche an Glätte der Oberfläche, an Genauigkeit und Gleichmäßigkeit der Dicke und an Ziehbarkeit. Bei Bändern aus legiertem Stahl kamen noch weitere Vorteile hinzu. Auch soll nicht unerwähnt bleiben, daß sich mit steigender Bandbreite die Kosten, besonders bei Erzeugnissen besonderer Güte, immer mehr zugunsten des Bandes gestalten. Es gelang durch die obenerwähnten Umbauten und Walzplanerweiterungen die Selbstkosten von den vier Bandstahlstraßen nach *Zahlentafel 1* ganz erheblich zu senken.

Während man sich nun in Deutschland in der Zeit des Wirtschaftsniederganges begnügen mußte, diese Erfahrungen an der alten umgebauten Straße zu machen, aber keine Gelegenheit hatte, diese Erkenntnisse an neuen Anlagen zu verwerten, konnten die Amerikaner die bei ihnen gewonnenen gleichen Erkenntnisse großzügiger und vielleicht auch ungehemmter in die Tat umsetzen. Hier baute man nicht erst

Zahlentafel 1. Betriebsvergleich 1927 bis 1929 und 1935 bis 1937.

Geschäftsjahr	Durchschnittliche Monats-erzeugung t	Durchschnittliche Verar-beitungs-kosten %	Durchschnittlicher Ar-beitsstän-denlohn %	Werks-umlage (Til-gung, Verzinsung, Steuern usw.) %	Ans-bringen %
1927/28 1929	7 225	100	100	100	93,5
1935/36 1937	17 200	67	49	40	94,5

alte Straßen um, sondern baute gleich neue besonders für die Walzung von breiten Bändern geeignete schwere Walzenstraßen. Die Entwicklung in diesem Lande ist in dieser Hinsicht recht stürmisch verlaufen und ergibt sich am besten aus Bild 8. Auch drüben waren anfänglich die Zweifel und Widerstände gegen das neue Breitbandverfahren sehr groß und anhaltend. So konnte der Verfasser noch gelegentlich seiner

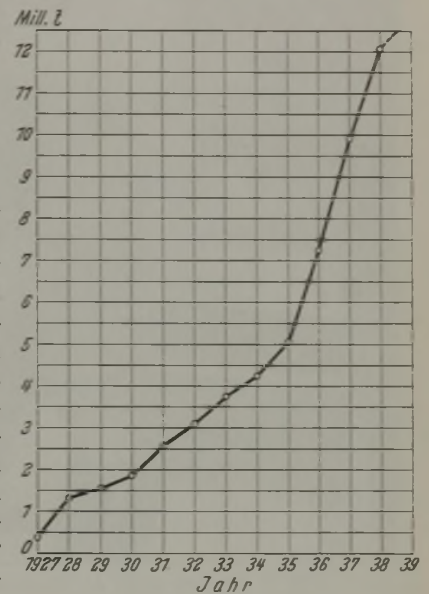


Bild 8. Leistungsfähigkeit der Breitbandstraßen in Amerika.

Amerikareise im Jahre 1935 sehr viele widersprechende Ansichten darüber hören. Aber trotzdem ist die Leistungsfähigkeit der amerikanischen Bandstraßen jährlich um fast 1 Mill. t gestiegen. Es ist bekannt, daß heute dort 27 Warmbandstraßen mit einer Gesamtleistungsfähigkeit von etwa 12 Mill. t je Jahr in Betrieb sind. Die betriebenen Kaltwalzwerke für Breitbänder können gegenwärtig etwa 2 Mill. t je Jahr leisten. Die kaltgewalzten Bänder und Bleche werden überwiegend der Kraftwagen- und der Weißblech verarbeitenden Industrie zugeführt.

V. Beschreibung der neuen Breitbandstraße in Dinslaken.

Nachdem sich aber auch in Deutschland die Wirtschaftslage gebessert hatte, konnte man die alten Pläne wieder aufgreifen und vor etwa drei Jahren mit der Errichtung einer vollkontinuierlichen Breitbandstraße in Dinslaken beginnen, über deren Bau und Betrieb im folgenden berichtet wird.

Die Breitbandstraße wurde im August 1937 nach knapp einjähriger Bauzeit in Betrieb genommen. Sie ist für eine Leistung von monatlich 40 000 bis 60 000 t je nach dem Walzplan entworfen. Es werden darauf Streifen und Bleche von 1,25 bis 10 mm Stärke und 400 bis 1300 mm Breite hergestellt. Als Rohstoff werden 2200 oder 4400 mm lange Brammen von 75 bis 100 mm Stärke und entsprechender Breite eingesetzt. Es können aber, je nach Stärke des Fertigerzeugnisses, auch Brammen von 100 bis 150 mm Stärke verwalzt werden. Die Austrittsgeschwindigkeit am letzten Gerüst der Fertigstraße beträgt höchstens etwa 8 m/s.

Die gesamte Anlage mit dem Lager für Ausgangs- und Fertigerzeugnisse bedeckt eine Bodenfläche von rd. 20 000 m².

Es wurde bei der Planung größter Wert darauf gelegt, daß der Werkstoff in glattem Fluß die Verarbeitung durchläuft. Das Brammenlager hat eine Länge von 320 m bei 22 m Breite. Die ankommenden Vorbrammen werden durch drei



Bild 9. Brammenlager der Breitbandstraße.

20-t-Krane entladen und gestapelt (Bild 9). Sie kommen auf eigener Werksbahn vom Blockwalzwerk an und entstammen Siemens-Martin-Schmelzen von 60 bis 70 t oder Thomasschmelzen von etwa 15 t. Die im Blockwalzwerk eingesetzten Rohbrammen wiegen 5 bis 10 t und werden in Flaschenhalskokillen im Gespann vergossen. Die Blockstraße hat einen Walzendurchmesser von 1150 mm und eine Ballenlänge von 2920 mm und wird von einem Doppelmotor von 5680 kW angetrieben. Die bis zu 1350 mm breiten Vorbrammen werden mit dem Preßluftmeißel und ab und zu auch mit dem Brenner geputzt.

Die Vorbrammen werden, bevor sie in die Oefen der Breitbandstraße gelangen, von einem Magnetkran auf die Querfördervorrichtung gebracht und dann über einen Elektrorollgang zu einem der drei Oefen befördert. Durch eine eingebaute Waage im Elektrorollgang werden sie einzeln vor dem Eintritt in den Ofen gewogen. Es wird so das gesamte Einsatzgewicht laufend aufgezeichnet. In dem Elektrorollgang sind vor jedem Ofen elektrisch betätigte heb- und senkbare Anschläge angebracht. Durch sie können die Brammen entweder vor dem ersten, zweiten und dritten Ofen auf dem Rollgang festgehalten und durch den Blockdrücker in den Ofen eingestoßen werden. Das Füllen der Oefen geschieht so, daß beim Einstoßen einer kalten Bramme am Ofeneintritt gleichzeitig eine erwärmte Bramme an der Ofenaustrittsseite ausgestoßen wird. Der Ofen kann sowohl einreihig als auch doppelreihig besetzt werden.

Die drei Dreizonenstoßöfen der Bauart Rust leisten stündlich je 50 t. Ihre Länge von Stirnseite zu Stirnseite beträgt 29 m bei einer lichten Breite von 5500 mm. Sie werden durch Ferngas in Verbindung mit Rekuperatoren beheizt. Zur besseren Regelung hat jeder Ofen einen Schornstein von 45 m Höhe. Im übrigen darf die Bauart der Rust-Dreizonenöfen als bekannt vorausgesetzt werden³⁾. Die Brammen verlassen mit einer Temperatur von etwa 1100 bis 1250°, je nach Werkstoffgüte, die Oefen und werden durch den Blockzufuhrrollgang dem ersten Vorwalzgerüst zugeführt.

Die eigentliche Walzwerkshalle ist 300 m lang und 20 m breit. Die Lager- wie auch die Weiterverarbeitungshallen wurden von einem stillgelegten Röhrenwerk alt übernommen und den Erfordernissen einer Breitbandstraße entsprechend ergänzt und umgebaut. So wurde z. B. die Walzwerkshalle um 5,5 m erhöht und die Kranbahn von 5 auf 40 t Tragfähigkeit verstärkt. Beim Umbau der Halle wurde auf reichliches Licht, Sauberkeit und gute Entlüftung großer Wert gelegt (Bild 10). In der Walzwerkshalle laufen zwei Krane mit je 30 t und ein Kran mit 10 t Tragfähigkeit.

Wie aus Bild 11 zu sehen ist, besteht die neue Breitbandstraße aus der Aufgabevorrichtung, die unmittelbar von den Kranen des Brammenlagers bedient werden kann, den drei Oefen der viergerüstigen Vorstraße, der sechserüstigen Fertigstraße, dem Warmbett mit Scheren und Aufwickelvorrichtungen und der Vorrichtung für das Wegschaffen des Walzgutes.

Gerade über den mechanischen Teil derartiger Breitbandstraßen ist schon viel berichtet worden; etwas eingehender soll deshalb die elektrische Seite behandelt werden, da diese bei der Dinslakener Anlage erstmalig nach neuen Gedanken und Grundsätzen ausgeführt wurde.

Die Vorstraße besteht aus vier Zweiwalzengerüsten mit Walzen von 800 mm Dmr. und 1450 mm Ballenlänge.

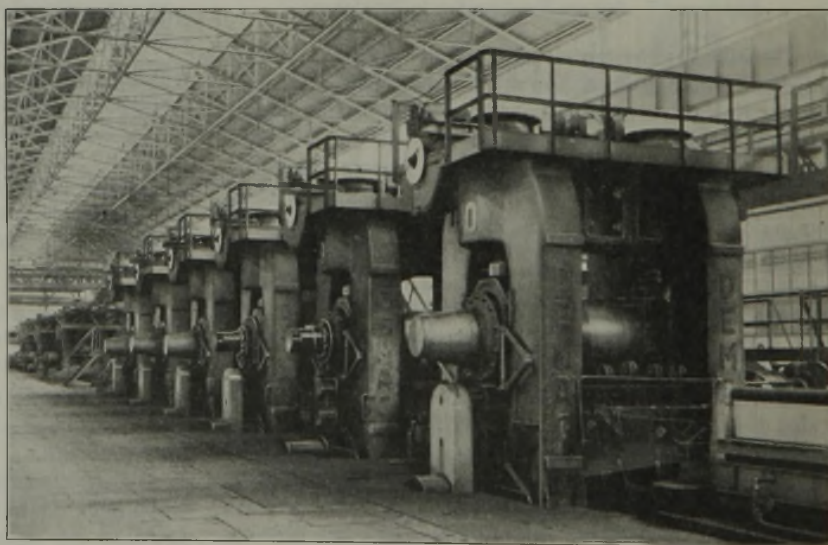


Bild 10. Gesamtansicht der Breitbandstraße von der Auslaufseite.

Drei dieser Gerüste sind als Universalgerüste ausgebildet. Die Arbeitswalzen sind alle auf Rollenlagern gelagert. Die Anstellung der Druckschrauben geschieht von Hand, während die der Stauchwalzen von einem Steuerpult aus elektrisch durch Motor und Getriebe betätigt wird. Die vier Vorwalzgerüste werden über Kammwalzen- und Uebersetzungsgetriebe durch je einen Drehstrommotor angetrieben. Die Leistung des Motors am ersten Gerüst beträgt

³⁾ Vgl. Th. Stassinot: Bau und Betriebserfahrungen mit neuzeitlichen Stoßöfen. Stahl u. Eisen demnächst.

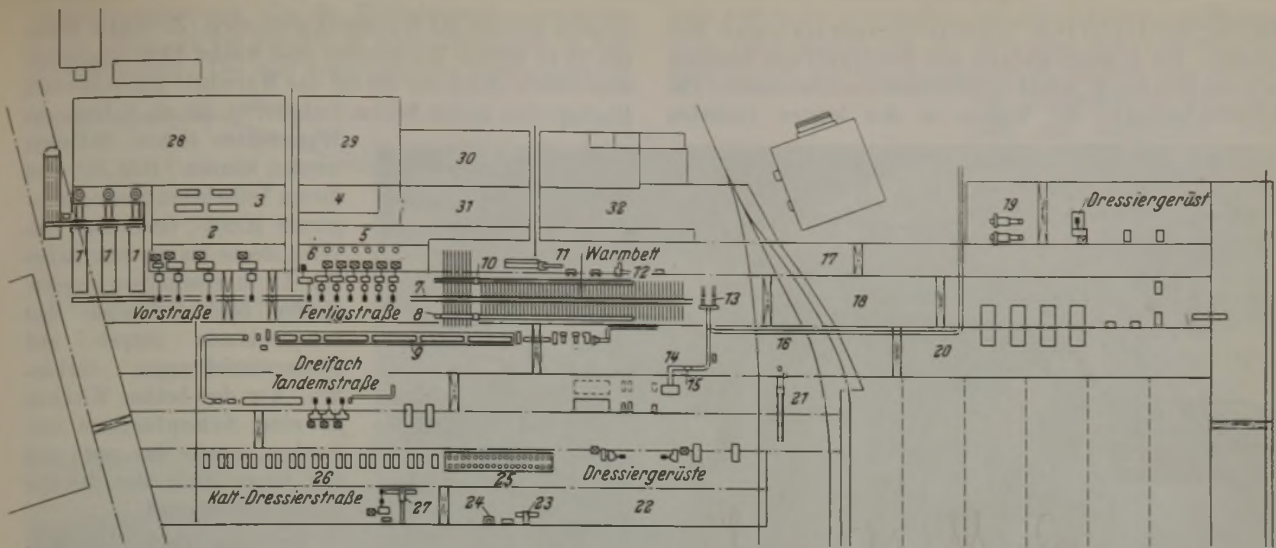


Bild 11. Breitbandstahl-Walzwerke Dinslaken.

- | | | | | | |
|--------------------------|--------------------|------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|
| 1 = Rust-Ofen | 7 = Wasserrollgang | 13 = Aufrichter | 19 = Beize | 24 = Schere | 28 = Werkstätten |
| 2 = Motorenraum | 8 = Stapler | 14 = Klippstuhl | 20 = Lager | 25 = elektrische Schachtglühe | 29 = Werkstatt |
| 3 = Walzenbearbeitung | 9 = Durchlaufbeize | 15 = Waage | 21 = Schere mit Stapler und Doppler | 26 = elektrische Haubenglühe | 30 = mechanische Werkstatt |
| 4 = Rollenlagerwerkstatt | 10 = Schere | 16 = Fördervorrichtung | 22 = Fertiglager | 27 = Richtmaschine | 31 = Ersatzteile |
| 5 = Schaltraum | 11 = Scheren | 17 = Fertiglager | 23 = Richtmaschine | | 32 = Ersatzteile |
| 6 = Gleichrichter | 12 = Richtmaschine | 18 = Lager | | | |

1400 PS, die an den anderen drei Gerüsten je 2500 PS bei 480 U/min, wobei die drei letzten unmittelbar vom 10 000-V-Netz gespeist werden. Zum Auffangen der Stoßbelastungen an den Ritzelwellen der Uebersetzungsgetriebe sind je zwei fliegend angeordnete Schwungräder mit einem Stückgewicht von 11 t vorhanden. Die Getriebe sind mit Oelumläufschmierungen versehen. Die Lager haben Thermometer, die bei Ueberschreitung der zulässigen Lagertemperatur rechtzeitig ansprechen. Eine besondere Wartung der Getriebe ist somit überflüssig. Die Motoren der Stauchgerüste von 300 PS sind im ganzen Umfang ihrer Drehzahl regelbar. Motor und Uebersetzungsgetriebe für die Stauchwalzen sind oben auf dem Walzgerüst untergebracht (Bild 12).

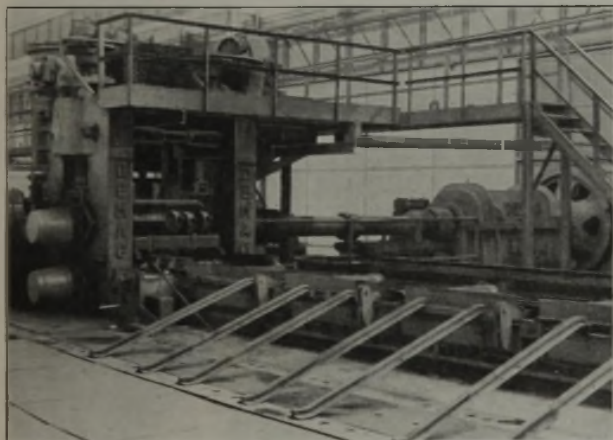


Bild 12. Breitbandstraße, 4. Gerüst.

Gleichzeitig zeigt Bild 12 eine Abziehvorrchtung für dicke Blechsorten, die nur auf der Vorstraße fertiggewalzt werden. Während im ersten Gerüst, das vorwiegend die Aufgabe hat, den Zunder der Bramme zu brechen und zu lösen, durchschnittlich mit einer Stichabnahme von 10 bis 20 % gearbeitet wird, erhält das Walzgut in den drei folgenden Gerüsten Abnahmen von 35 bis 45 %. Die Rollenlager vermögen einen Walzdruck von 750 bis 800 t dauernd aufzunehmen. Die Walzgeschwindigkeit der vier Vorwalzengerüste ist unveränderlich und beträgt 1,45 m/s. Da das Walzgut sich immer nur in

einem Gerüst befindet, ist ein Verändern der Walzgeschwindigkeit nicht nötig. Aus diesem Grunde konnte für die Antriebsmotoren Drehstrom gewählt werden.

Besondere Aufmerksamkeit wurde der Entzunderung der Bramme gewidmet. Hinter jedem Vorwalzgerüst befindet sich eine elektrisch betätigte Abspritzvorrichtung, in der die Bramme durch Spritzdüsen von beiden Seiten mit Preßwasser von 60 atü abgespritzt wird. Zwischen den Walzgerüsten sind Elektrorollen angeordnet. Der Elektrorollgang zwischen Vor- und Fertigstraße ist regelbar. Je nach der Höhe der gewünschten Endwalztemperatur kann die Fördergeschwindigkeit groß oder klein gewählt werden. Die Vorstraße wird von einem Steuerpult aus bedient. Von hier werden die Straßen in Gang gesetzt, die verschiedenen Vorrichtungen gesteuert und auch laufend die Walztemperatur vor Eintritt in die Fertigstraße und nach Verlassen derselben überwacht.

Die Fertigstraße besteht aus sechs Vierwalzengerüsten mit Arbeitswalzen von 500 mm Dmr. und Stützwalzen von 1070 mm Dmr. bei einer Ballenlänge von 1450 mm. Bild 13 zeigt die Ansicht der Fertiggerüste. Stütz- und Arbeitswalzen sind auch hier wiederum in Rollenlagern gelagert. Die Anstellung der Walzgerüste geschieht elektrisch durch Motor- und Uebersetzungsgetriebe. Der Abstand von Walzgerüst zu Walzgerüst beträgt 5500 mm. Zwischen den Walzgerüsten sind Streifenheber oder Schlingenregler, sogenannte Looper, angeordnet. Der Fertigstraße vorgelagert ist ein kleines Zunderbrechgerüst, das die Aufgabe hat, den sich auf dem Walzgut beim Lauf von der Vor- zur Fertigstraße nachträglich bildenden Zunder zu lösen. Zwischen Zunderbrechgerüst und dem ersten Fertiggerüst ist wiederum eine Preßwasser-Abspritzvorrichtung vorhanden. Jedes Vierwalzengerüst wird über Kammwalzengerüst und Uebersetzungsgetriebe durch einen 3000-PS-Gleichstrommotor von 360/720 U/min angetrieben. Diese werden durch Quecksilberdampf-Gleichrichter gespeist und gesteuert. Für die technische Ausrüstung der Kammwalzen- und Uebersetzungsgetriebe gilt das gleiche wie für die Vorstraße.

Die Walzen in den ersten beiden Gerüsten der Vorstraße sind aus legiertem Mildhartguß. Die Walzen der beiden letzten Gerüste der Vorstraße sind wegen der höheren Be-

lastung aus legiertem Elektro-Sonderstahlguß hergestellt. Die Arbeitswalzen der Fertigstraße bestehen alle aus Hartguß, jedoch in verschiedenen Härtetiefen. Die Oberflächenhärte der Walzen in den letzten Gerüsten

sondern nur auf das Warmbett geschoben. Zu beiden Seiten des 18 m breiten Warmbettes sind wieder Elektrorollgänge angeordnet, durch die die auf das Warmbett abgeschobenen Blechstreifen zu den beiden Teilscheren, die am Anfange des Warmbettes stehen, befördert werden können (Bild 18). Auf diesen Teilscheren können walzgerade Mittel-, Grob- und Universalbleche bis zu einer Länge von 12 m geschnitten werden. Hinter beiden Scheren sind entsprechende Stapel- und Fördervorrichtungen vorhanden. Vor den beiden Wicklern ist eine Schopfschere vorgesehen, womit das erste und das letzte Ende der Streifen abgeschnitten wird.

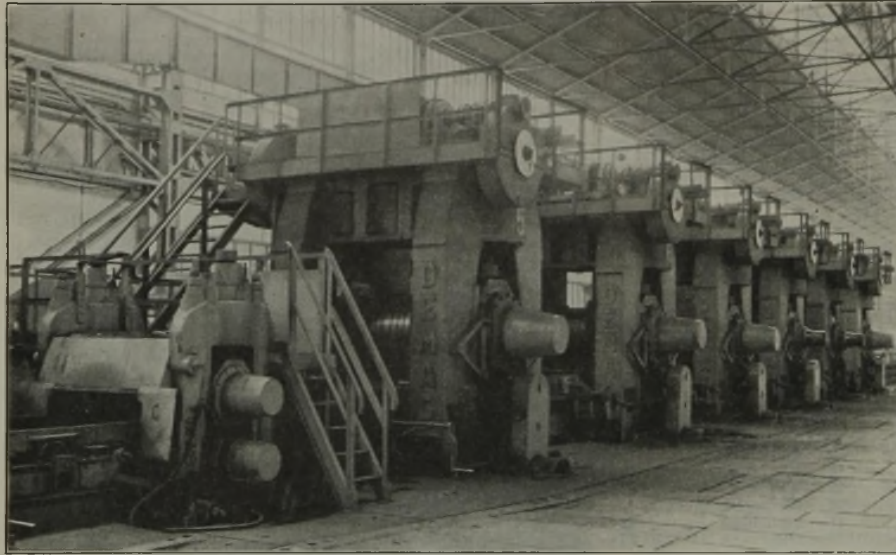


Bild 13. Fertiggerüste der Breitbandstraße von Einlaufseite.

schwankt zwischen 78 und 90° Shore. Die Stützwalzen bestehen aus Chrom-Nickel-Stahlachsen mit aufgeschraubten Hartgußmänteln, die an dieser Straße zum erstenmal für eine derartig hohe Beanspruchung gewählt wurden. Sie bewährten sich über die Erwartungen hinaus sehr gut.

Die Bedienung der Fertigstraße erfolgt wie die der Vorstraße von einem Befehlsstand aus. Für die Betätigung der sechs Anstellungen sind drei Mann erforderlich, die jeweils ihren Bedienungsstand auf dem ersten, dritten und fünften Gerüst haben (Bild 14). Zwischen Warmbett und dem letzten Gerüst der Fertigstraße ist ein 30 m langer Elektrorollgang vorhanden, der auf eine Länge von 20 m als Wasserrollgang ausgebildet ist, um gegebenenfalls das Walzgut schnell abzukühlen.

Das Warmbett ist 90 m lang und 18 m breit. Anschließend an den Wasserrollgang führt ein Elektrorollgang die fertiggewalzten Streifen durch eine Klappe unter Flur zu den beiden Wicklern. Diese liegen unterhalb des Abfuhrrollganges. Die Aufwickelmaschinen sind in Bild 15 wiedergegeben. Man erkennt, daß der Wickler aus einem feststehenden Wickeldorn und einer Gruppe von acht einzeln angetriebenen Rollen besteht, die sich beim Wickelbeginn von selbst von der Mitte entfernen (Bild 15a) und so der sich bildenden Breitbandrolle Platz geben. Ist das Band im Hospel fertig aufgewickelt (Bild 15b), werden die Ringe durch eine Vorrichtung aus dem Hospel ausgestoßen und über einem Kippstuhl der Fördervorrichtung übergeben (Bild 16). In die etwa 20 m lange Fördervorrichtung ist eine selbsttätige Waage eingebaut, die laufend das Gewicht eines jeden gewickelten Bundes aufzeichnet. Anschließend an diese Fördervorrichtung ist ein weiterer Kippstuhl mit Auslauf vorhanden. Die hier wieder in die waagerechte Lage gebrachten Ringe werden dann zu je drei Stück von einem Kran zum Lagerplatz befördert (Bild 17).

Banddicken bis 3 mm werden sämtlich aufgewickelt, solche von 3 bis 5 mm je nach Bedarf entweder aufgewickelt oder von dem mittleren Auslaufrollgang durch Querschlepper auf die rechte oder linke Seite des Warmbettes befördert. Blechstärken über 5 mm werden nicht mehr aufgewickelt,

dem durch das Werk fließenden Rotbach entnimmt und im Kreislauf nach einem besonderen Verfahren reinigt, kühlt und zurückführt.

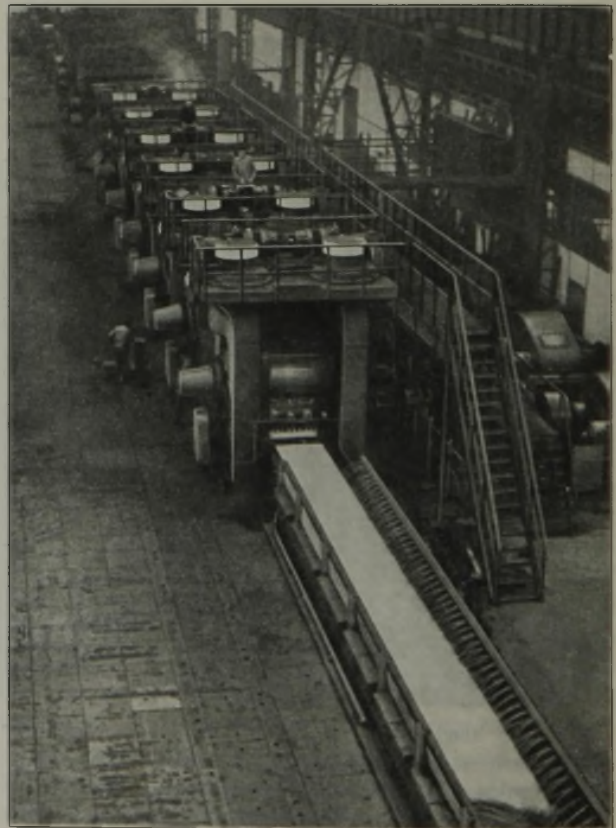


Bild 14. Auslaufseite der Breitbandstraße mit Wasserrollgang.

Für die Stromversorgung errichtete das Rheinisch-Westfälische Elektrizitätswerk auf dem Werksgelände eine eigene 100-kV-Umspannstation, die aus zwei Umspannern von je 30 000 kVA besteht. Auf die Erweiterungsmöglichkeit durch einen dritten Umspanner gleicher Leistung wurde

Rücksicht genommen. Um die Netzspannung unveränderlich zu halten, ist die Aufstellung eines Drehreglers in Aussicht genommen. Die dem Schalthaus der Breitbandstraße

Sein Aufbau ist so getroffen, daß das Anfahren und Regeln eines jeden Motors von der Bewegung eines Steuerhebels abhängig ist. Um ein gemeinsames Hochfahren oder Senken der Drehzahlen zu erreichen, sind alle Steuerhebel über Differentialgetriebe an eine gemeinsame Leitwelle gelegt. Weiter ist auf dem Steuerpult die von Hand zu betätigende Schlingenregelung vorgesehen. Bemerkt der Steuermann während der Walzung ein Zerren des Walzgutes oder eine ansteigende Schlinge, so kann er durch Betätigen eines

Druckknopfes in die Aussteuerung des Gleichrichters eingreifen und dadurch sprunghaft die Motorspannung und

Bild 15. Wickelvorrichtung.

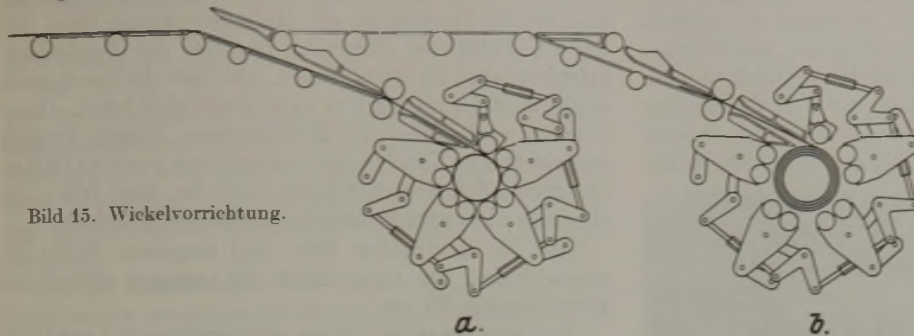


Bild 16. Bundeabbeförderung der Breitbandstraße.

zugeführte Spannung, die gleichzeitig die Anschlußspannung der Vorstraßenmotoren ist, beträgt 10 000 V. Wie bereits erwähnt, wird die Vorstraße durch Asynchronmotoren angetrieben (Bild 19).

Bei der sechsgerüstigen Fertigstraße liegen die Antriebsverhältnisse etwas schwieriger. Da sich das Band hier gleichzeitig in mehreren Gerüsten im Eingriff befindet, mußten Gleichstrommotoren verwendet werden, an die die Forderung gestellt wurde, bei jeder Drehzahl von Null bis zur Höchstdrehzahl arbeiten zu müssen. Hierfür gibt es zwei Möglichkeiten: Speisung durch Leonard-Umformer oder gittergesteuerte Gleichrichter. Während in Amerika ausschließlich der Umformer benutzt wird, entschloß man sich in Dinslaken für den Gleichrichter, der hier zum ersten Male in diesem Umfang an einer Walzenstraße verwendet wurde (Bild 20). Entscheidend für die Wahl der Gleichrichter waren folgende Vorteile: 1. günstiger Wirkungsgrad, 2. günstiger $\cos \varphi$, 3. trägheitslose Steuerfähigkeit, 4. keine umlaufenden Teile, 5. geringe Leerlaufverluste, 6. leichte Bereithaltung.

Die Vorteile der Steuerfähigkeit sollen etwas näher erörtert werden. Die sechs Fertigstraßengerüste werden von einem gemeinsamen Steuerpult aus angefahren und geregelt.



Bild 17. Bundelager der Breitbandstraße.

davon abhängig die Motordrehzahl erhöhen oder senken. Hat der Zug oder die Schlinge nachgelassen, so läßt der Steuermann den Knopf los, und sofort ist das alte Drehzahl-

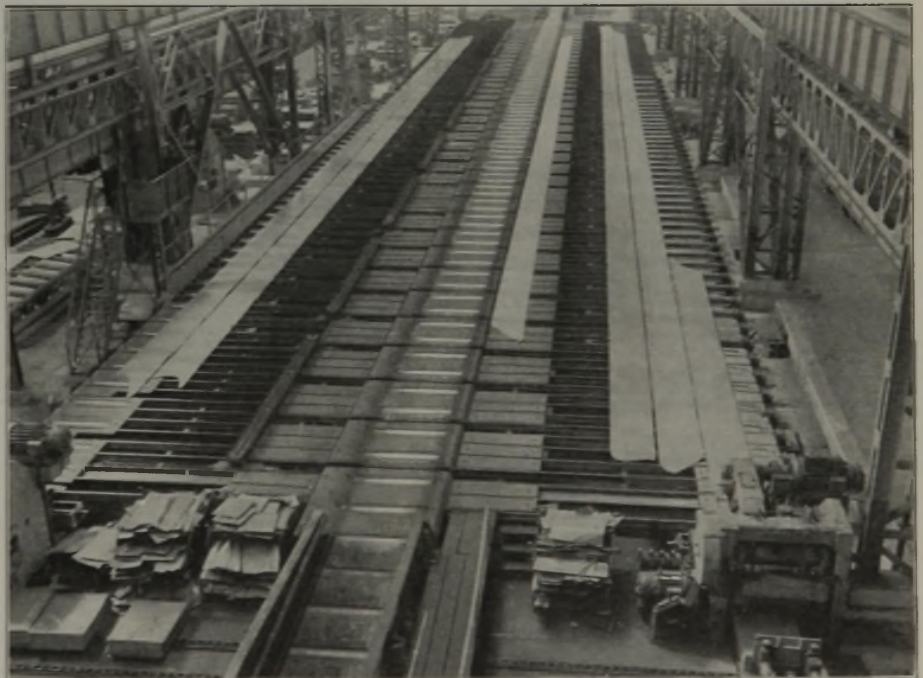


Bild 18. Umlaufrollgang der Breitbandstraße mit Warmbetten und Wicklern im Hintergrund.

verhältnis wiederhergestellt. Wird beim folgenden Walzstreifen ein Wiederholen des vorbeschriebenen Vorganges beobachtet, muß das Drehzahlverhältnis durch Betätigen des Nebenschlußreglers verbessert werden. Es liegt nun der Gedanke nahe, die Schlingenregelung selbsttätig zu gestalten.

Die Erfahrung hat gezeigt, daß dieses nicht erforderlich ist. Ein bei den ersten Walzstreifen eingestelltes Drehzahlverhältnis bleibt so starr erhalten, daß ein Nachregeln nicht nötig ist. Um eine einwandfreie Walzung zu erzielen, ist aber noch eine weitere Beeinflussung der Aussteuerung des Gleichrichters erforderlich, die selbsttätig erfolgen muß. Die unangenehme Tatsache, daß durch Laständerung Spannungsschwankungen im Netz hervorgerufen werden und der Gleichrichter spannungsabhängig ist, zwingen zur

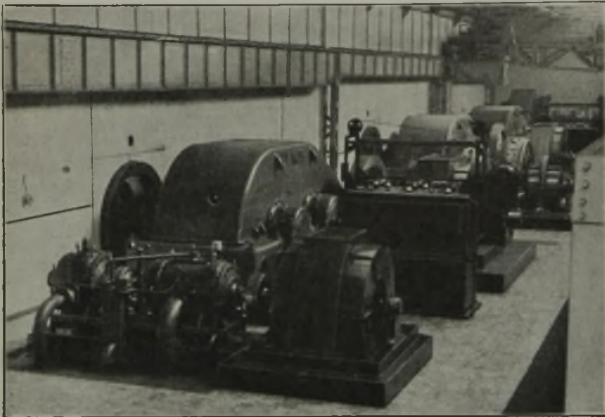


Bild 19. Vorstraßenantriebe der Breitbandstraße.

Anwendung einer Regeleinrichtung zur Unveränderlichkeit der abgegebenen Gleichspannung. Auf die Einzelheiten dieser Vorrichtung einzugehen, würde zu weit führen. Es sei nur gesagt, daß die Möglichkeit geschaffen wurde, die durch den Anstich in ein Walzgerüst hervorgerufene Drehzahlabsenkung schneller wieder aufzuholen, als der Walzstreifen im folgenden Gerüst zum Anstich kommt. Hierdurch kann keine Störung im Gleichlauf eintreten.

Die gittergesteuerten Gleichrichter haben sich ausgezeichnet bewährt. Zusammen mit den anderen Steuereinrichtungen bewirkten sie, daß das Band maßhaltiger ist als das der amerikanischen Breitbandstraßen. Es ist so möglich geworden, z. B. Fein- und Mittelbleche mit Naturwalzkanten zu verkaufen. Die Geschwindigkeit des Auslaufrollganges und der Haspeleinrichtung müssen sich beide der Austrittsgeschwindigkeit des letzten Walzgerüsts anpassen, sobald das letzte Gerüst und der Haspel gleichzeitig im Eingriff sind. Zu diesem Zweck werden die Rollgangsmotoren sowie die Antriebsmotoren der Haspel von einem Frequenzumformer gespeist, der in Abhängigkeit vom Austrittsgerüst seine Drehzahl ändert.

Im folgenden sei noch das erwähnt, was außer den Gerüsten, Motoren und Steuerungen zur Einrichtung dieser Straße erforderlich war. Wie schon gesagt, wurde sie im August 1937 in Betrieb genommen. Der erste Spatenstich erfolgte am 15. Juni 1936. Die gesamte Bauzeit betrug also ein Jahr, die man somit für eine derartig umfangreiche Anlage als äußerst günstig bezeichnen muß. Es wurde bereits erwähnt, daß sämtliche Hallen für die neue Anlage entsprechend umgebaut werden mußten, wofür etwa 2500 t Eisenkonstruktionen erforderlich waren. Das Gesamtgewicht des gesamten mechanischen Teiles beträgt rd. 5000 t, wobei beispielsweise ein Walzgerüst der Fertigstraße ohne Einbau und ohne Sohlplatten 148 t wiegt. An alten Walzwerksfundamenten — in diesen Hallen waren früher Röhrenpilgerwalzwerke untergebracht — mußten allein 10 000 m³

gesprengt und beseitigt werden. Hierzu waren etwa 20 000 Sprengschüsse mit 3500 kg Sprengstoff erforderlich. Die gesamte Ausschachtung für die Walzwerksfundamente und für die Verstärkung der Hallenfundamente belief sich auf rd. 47 000 m³ Erdreich. Der Bau der Fundamente erforderte etwa 30 000 m³ Beton. Die Tiefe der Fundamente reicht teilweise bis auf 9 m unter Hüttenflur herab. Hinzu kommen noch Kanäle für Rohrleitungen, Wasser, Preßluft und elektrische Kabel in einer Gesamtlänge von etwa 1100 m, die gewöhnlich dem Beschauer nicht ins Auge fallen, die aber eine vielseitige technische Kleinarbeit erforderten.

Auf der elektrischen Seite sind insgesamt 35 000 PS angeschlossen. Die Gesamtlänge der verlegten elektrischen Kabel beträgt 90 km.

Daß eine derartige Anlage umfangreiche und vielseitige Instandsetzungs- und Ausbesserungswerkstätten erfordert ist wohl selbstverständlich. Ersatzteile, besonders Rollenlagergehäuse, werden nur in eigenen Werkstätten bearbeitet. Für das Aus- und Einbauen der Stütz- und Arbeitswalzen sind geeignete Vorrichtungen geschaffen worden, die es z. B. ermöglichen, das Wechseln der Arbeitswalzen in einem Gerüst der Fertigstraße innerhalb 5 bis 7 min durchzuführen. Für das Nachschleifen der Walzen ist eine Schleiferei mit zwei schweren Walzenschleifmaschinen eingerichtet worden, wobei besonders hervorzuheben ist, daß die Fundamente dieser Schleifmaschinen schwingungsdämpfend ausgeführt sind. Das Nachschleifen der Stütz- und Arbeitswalzen erfolgt ausschließlich in Rollenlagern. Es brauchen also zum Nachschleifen die auf die Walzenzapfen aufgezogenen Rollenlager mit Gehäuse nicht abgezogen zu werden. Entgegen anderslautenden Ansichten und den amerikanischen Erfahrungen ist dieses Schleifverfahren gerade bei schweren Arbeitswalzen gut anzuwenden und

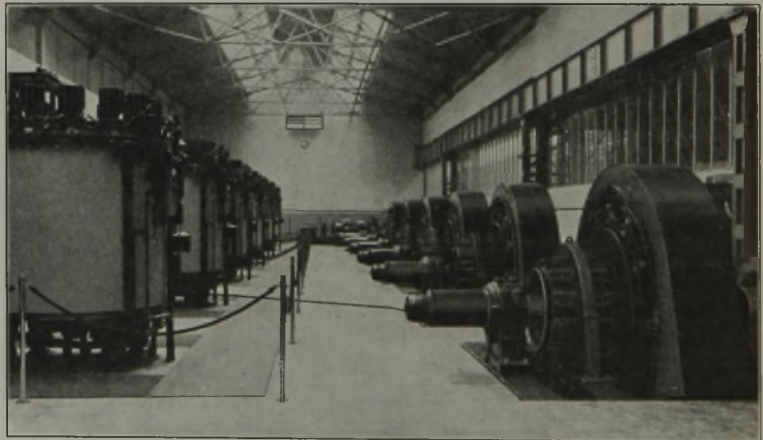


Bild 20. Gleichrichter- und Motorenraum der Breitbandstraße.

wirkt sich nicht nachteilig auf die Maßhaltigkeit und Politur des Walzenschliffes aus. Außerdem hat das Schleifen der Walzen in Rollenlagern noch den großen Vorteil, daß sich Beschädigungen an den Rollenlagern, die sich im Betrieb noch nicht äußern, auf der Schleifoberfläche bemerkbar machen und somit rechtzeitig erkannt und behoben werden können. Das Auf- und Abziehen der Rollenlager bei neuen und gebrauchten Walzen erfolgt in einer für diese Zwecke besonders hergerichteten Rollenlagerwerkstatt. Dieser Abteilung obliegt auch die Wartung und Schmierung der Rollenlager im Betriebe. Bis auf die Rollenlager wird an der Straße alles ganz selbsttätig geschmiert und gekühlt. Die Rollenlager werden von Hand mit Hilfe einer motorisch angetriebenen Fettpresse nachgeschmiert. So wird zwangsläufig der Arbeiter während jeder Schicht zu der Lagerung

der Stütz- und Arbeitswalzen hingeführt und kann neben der Schmiertätigkeit seine Aufmerksamkeit dem Lauf der Rollenlager widmen. Diese Ueberwachung lohnt sich, wenn man berücksichtigt, daß z. B. die Lagerung einer Stützwalze ohne Walzen und ohne Einbaustücke etwa 25000 *R.M.* kostet.

Die Fertig- und Weiterverarbeitungsabteilungen für die gewalzten Streifen sind in den zur Walzwerkshalle gleichgerichteten Hallen untergebracht. Zurichtereinrichtungen, wie man sie in Amerika oft vorfindet, konnten nicht in derselben Größe gebaut werden, da die Vielseitigkeit der Aufträge in Deutschland einen anderen Arbeitsplan erfordert.

Für die Grobblech- und Universalstahlherstellung werden die auf das Warmbett abgeschobenen Streifen auf den am Ende des Warmbettes stehenden Scheren in kürzere oder handelsübliche Längen unterteilt. Sind die Längen zu kurz, so daß die beiden Scheren die Erzeugung der Straße nicht verarbeiten können, werden die Streifen in Längen von etwa 12 m unterteilt und durch die Quersfördevorrichtung zur weiteren Unterteilung den in der Nebenhalle 2 stehenden Scheren zugeführt. Hierdurch werden zwar geringe Mehrkosten für die Beförderung aufgewendet, man erreicht aber, daß das Warmbett für die laufende Erzeugung der Straße frei ist. In der Nebenhalle 2 sind außerdem noch Scheren für Sondererzeugnisse sowie Richtmaschinen und Waagen vorhanden.

Die Fein-, Mittelblech- und Sturzenherstellung geht ausschließlich von der aufgewickelten Rolle aus. Hierfür sind vorläufig drei Maschinengruppen vorhanden. Die erste dieser Gruppen besteht aus Ablaufmaschine, Richtmaschine, Schere, Stapelvorrichtung, Doppler und Fördervorrichtung. Auf dieser Anlage werden Sturzen für die Blecherzeugung und Mittel- und Feinbleche hergestellt. Die beiden anderen Anordnungen bestehen aus der Ablaufmaschine, Kreismesserschere, Richtmaschine, fliegender Schere und Stapelvorrichtung. Auf diesen Anlagen werden allseitig geschnittene und gerichtete Bleche hergestellt. Wie bereits gesagt, ist aber ein Beschneiden der seitlichen Walzkanten durchweg nicht erforderlich, da sich die Breitenabweichung beim Walzen in den für Mittel- und Feinbleche handelsüblichen Grenzen hält. Für Sondergrößen u. dgl. stehen wiederum Scheren und Richtmaschinen zur Verfügung.

Wie Bild 11 zeigt, kann für die Blechherstellung, also für die Weiterverarbeitung der gewickelten Bänder, wie auch der auf das Warmbett abgeschobenen Streifen, kein reinkontinuierlicher Arbeitsvorgang eingehalten werden. Es ist daher beabsichtigt, die Hallen 2, 3 und 4 um etwa 150 m zu verlängern und mit einer großen Querhalle von 250 m Länge abzuschließen. Es sollen dann die gesamten Zurichtereinrichtungen so angeordnet werden, daß rein kontinuierlich gearbeitet werden kann. Es wird dann z. B. der mittlere Auslaufrollgang des Warmbettes über die beiden Aufwickler hinweg um etwa 100 m verlängert werden und mit Quersfördevorrichtungen ausgerüstet. Weiter sind in den gestrichelt gezeichneten Hallen Maschinengruppen für die Verarbeitung der Breitbänder vorgesehen.

In welcher Zeit beispielsweise die Walzung eines Breitbandes vor sich geht, zeigt Bild 21. Die Werte wurden ermittelt bei der Walzung von 1050 mm breiten und 2,5 mm dicken Streifen. Die links gestreiften Flächen stellen die reine Walzzeit dar, also die Zeit, wo das Walzgut sich in den Gerüsten befindet. Die rechts gestreiften Flächen stellen die Förderzeiten zwischen den Gerüsten der Vorstraße dar. Die waagrecht gestreifte Fläche entspricht der Zeit, die das Walzgut vom Austritt aus dem letzten Gerüst der Fertig-

straße bis nach beendeter Aufhaspelung benötigt. Die obere gezeichnete Kurve zeigt in den einzelnen Punkten die Gesamtlaufzeit des Walzgutes. Vom Ofenaustritt bis nach beendeter Aufhaspelung sind also 134 s verstrichen.

Die unteren Kurven zeigen die Bandstärken in den einzelnen Gerüsten, d. h. die prozentualen Stichabnahmen. Es ist auch deutlich der Einfluß der Regelbarkeit des Zwischenrollganges erkennbar, über deren Bedeutung bereits ausführlich gesprochen worden ist.

Die Breitbandwarmstraße in Dinslaken ist über ein Jahr in Betrieb. Es hat sich gezeigt, daß sie bisher allen angeführten acht Forderungen entsprochen hat.

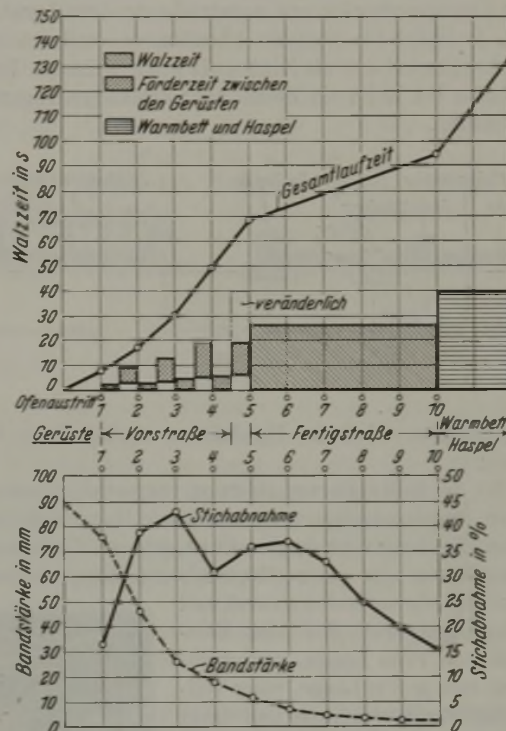


Bild 21. Zeitschaubild und Abnahmeverhältnisse für 1050 mm Breitband.

VI. Kaltwalzenstraßen und Hilfseinrichtungen.

Während die an ein Warmwalzwerk zu stellenden Forderungen verhältnismäßig klar und einfach sind, ist die Sache bei den Kaltwalzwerken wegen der Vielzahl der Güten und Ausführungen erheblich verwickelter. Sowohl in Amerika als auch in Deutschland scheiden sich aber aus den zahlreichen Gerüstbauarten und Gerüstanordnungen immer klarer folgende Lösungen heraus, wobei man auch hier die kontinuierliche Anordnung als die beste bezeichnen kann:

1. für Kraftwagenbleche und Sonderbleche in ähnlicher Dicke von über 0,5 mm die dreifache Tandemstraße (Bild 22),

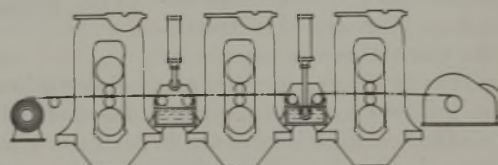


Bild 22. Dreifache Tandem-Kaltwalzstraße.

2. für Weißbleche und Bleche in ähnlichen Dicken von unter 0,5 mm die fünffache Tandemstraße (Bild 23),
3. für Anlagen mit kleinerer Leistung oder als Dressiergerüst das Einzelgerüst entweder als gewöhnliches oder als Umkehrgerüst (Bild 24),

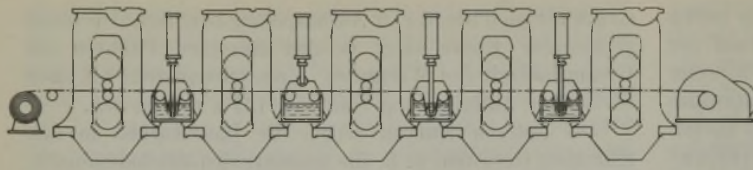


Bild 23. Fünffache Tandem-Kaltwalzstraße.

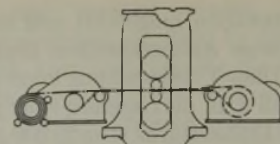


Bild 24. Umkehr-Kaltwalzgerüst.

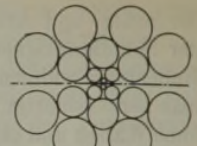


Bild 25. Rohn-Walzwerk.

4. für dünne Abmessungen in Sondergüte, z. B. nichtrostenden Stählen usw., das Steckel- oder das Rohn-Walzwerk (Bild 25).

Bei den unter 1 bis 3 genannten Walzwerken wird heute nur das Vierwalzengerüst mit angetriebenen Arbeitswalzen benutzt. Lediglich für die unter 4 erwähnten Sondergerüste kommt bei Steckel ein als Ziehwalzwerk gebautes Vierwalzen- oder bei Rohn ein Zwölf- oder Zwanzigrollengerüst in Anwendung.

je 40 PS Leistung angetrieben. Die höchste Austrittsgeschwindigkeit des letzten Gerüsts beträgt 280 m/min. Die Arbeitswalzen bestehen aus gehärtetem Chromstahl mit einer Ballenhärte von 95 bis 100° Shore, während die Stützwalzen auch hier, wie bei den Warmwalzgerüsten, aus Chrom-Nickel-Stahlachsen mit aufgeschruppten Hartgußmängeln hergestellt sind. Das Aus- und Einbauen der Walzen erfolgt durch Kran und Gegengewicht. Der Haspel hat einen Wickeldurchmesser von 600 mm und wird über ein Getriebe

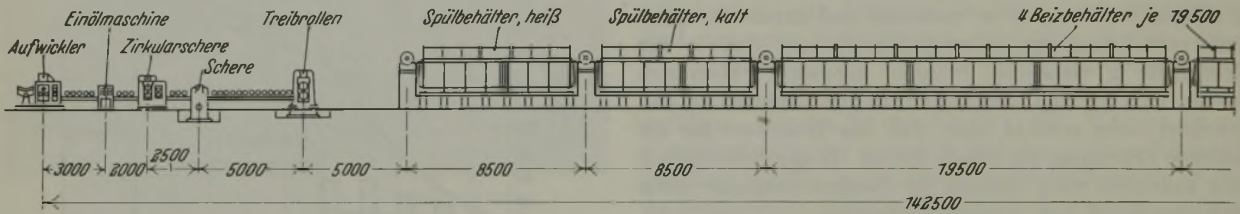


Bild 26. Kontinuierliche Beizanlage.

Im folgenden wird die Dinslakener Anlage kurz beschrieben:

Die für die Kaltweiterverarbeitung vorgesehenen warmgewalzten Breitbandrollen werden in einer Durchlaufbeize, die in Bild 26 schematisch dargestellt ist, gebeizt. Sie besteht im wesentlichen aus einer Abwickelvorrichtung, Schere, Heftmaschine, einem Treibwalzwerk und einer Schlingengrube, den vier Beizbottichen von 19 m Länge, zwei Spülbottichen von je 8 m Länge, einer Teilschere, einer Einölvorrichtung und einem Aufwickler. Vor und hinter den Beizbottichen sind synchron laufende Treibwalzwerke vorhanden, die das Band mit einer regelbaren Geschwindigkeit von 18 bis 60 m/min durch die Beizbottiche befördern. Hinter dem Aufwickler ist ein Förderband vorgesehen, das die gebeizten Ringe zum Kaltwalzwerk befördert. Die Beize kann rein chemisch oder elektrolytisch arbeiten. Eine große Versuchsanlage arbeitet nach dem letzten Verfahren.

mit einem 350-PS-Gleichstrommotor angetrieben. Ein besonderer Gleichrichter speist den Haspelmotor.

Die auf dieser Straße kaltgewalzten Bänder werden je nach Verwendungszweck in Rollen oder in Tafeln fertiggeglüht. Als wichtigste Verfahren zur Glühung von breiten kaltgewalzten Bändern schälen sich im Laufe der

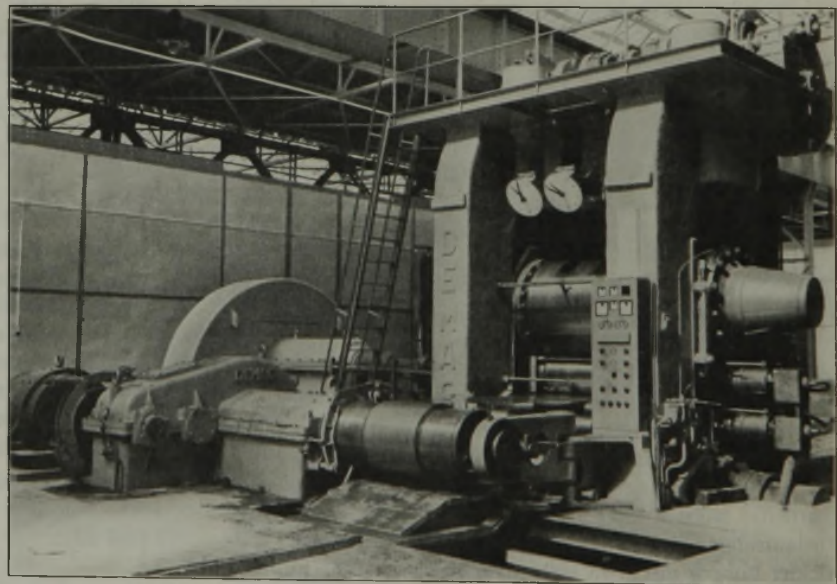


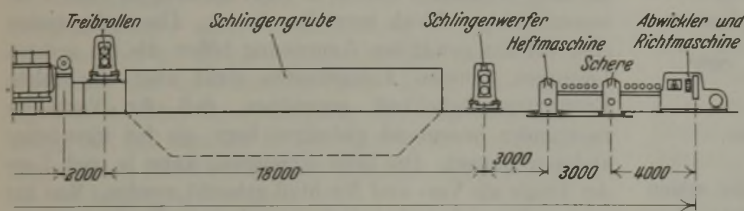
Bild 27. Kaltwalzgerüst der Breitbandstraße.

Im Kaltwalzwerk wurde zunächst eine Dreifach-Tandemstraße vorgesehen, von der seit Juni 1938 ein Gerüst in Betrieb ist (Bild 27), während die beiden anderen geplant sind. Die Arbeitswalzen der Kaltwalzgerüste haben einen Durchmesser von 450 mm, die Stützwalzen einen solchen von 1120 mm bei 1450 mm Ballenlänge. Stütz- und Arbeitswalzen sind auf reichlich bemessenen Rollenlagern gelagert. Der Walzenstander wie auch der übrige Aufbau der Kaltwalzgerüste ähnelt in der Ausführung den Warmwalzgerüsten. Die Straße wird über Kammwalzen- und Übersetzungsgetriebe durch einen 1250-PS-Gleichstrommotor angetrieben, der in der Drehzahl von 0 bis 880 U/min regelbar ist. Gittergesteuerte Quecksilberdampf-Gleichrichter speisen die Walzmotoren. Die Zentralstellung wird durch zwei Motoren von

letzten Zeit immer mehr folgende heraus: 1. die Kisten-glühung, 2. die elektrische Glühe als Hauben- oder Schacht-glühe, 3. die Lee-Wilson-Glühe, 4. Durchlaufglühe entweder in waagerechten oder senkrechten Oefen.

Jedes dieser Verfahren hat seine Vor- und Nachteile; ein für alle Zwecke gleich gut geeignetes Verfahren gibt es heute leider noch nicht. Wohl am allgemeinsten zu verwenden ist die elektrische Glühe mit reinem Wasserstoff als Schutzgas. Bereits seit über zehn Jahren sind zahlreiche dieser Oefen als Schacht- und Haubenöfen in

Betrieb, mit denen die besten Erfahrungen gemacht wurden. Das von dieser Glüheliefernde Erzeugnis ist an gleichmäßiger Güte und Sauberkeit der Oberfläche bis heute noch von keinem anderen Verfahren erreicht worden. Allerdings sind die Kosten etwas höher als bei dem Gasglühen, und wo die hohe Güte nicht erforderlich ist, glüht man billiger entweder in der Kiste nach Lee-Wilson oder im alten Kistenofen. In Dinslaken ist seit längerer Zeit eine Lee-Wilson-Glüheliefernde in Betrieb, doch bietet sie im allgemeinen gegenüber der Glüheliefernde im alten Kistenofen keine wesentlichen Vorteile. Um die Durchlaufglüheliefernde ist es in letzter Zeit stiller geworden. Das rührt wohl von der Erkenntnis her, daß auch diese Glüheliefernde nicht wie alle anderen allgemein anwendbar ist. Es gibt Gebiete, z. B. dort, wo keine äußerste Weichheit erforderlich ist, wo besonders die senkrechte Anordnung wirtschaftliche Vorteile mit sich bringt. Wird jedoch, wie es meistens der Fall ist, ein sehr weiches, ziehfähiges Band



verlangt, so ist die Hauben- oder Schachtglüheliefernde stets überlegen. Es sind hier natürlich die Fälle ausgenommen, wo es zweckmäßig ist, ein Band normal zu glühen. Diese sind aber so selten, daß sich für sie allein in den meisten Betrieben nicht die Anschaffung eines Durchlaufofens lohnen wird. Denen aber, die heute noch die Normalglüheliefernde allgemein für kaltgewalztes Band glauben als das Beste hinstellen zu müssen, kann man wohl sagen, daß sie völlig unnötige Kosten auf sich nehmen.

Bei dem umfangreichen Herstellungsplan ist in Dinslaken außer den erwähnten Schacht- und Haubenöfen und der Lee-Wilson-Glüheliefernde noch eine Gastopfglüheliefernde vorhanden, in der auch nach Vitry gearbeitet wird. Außerdem ist ein Turmofen in Betrieb. Ein weiterer Turmofen sowie ein waagerechter Durchlaufofen sind im Bau. Aus der Vielzahl der angewendeten Verfahren ist ersichtlich, daß man jedes für den geeigneten Zweck zu verwenden gedenkt.

Für das Besäumen, Richten und In-Tafeln-Schneiden, sei es für Kraftwagenbleche oder kaltgewalzte Weißbleche, stehen mehrere Zurichterei-Einrichtungen zur Verfügung. Zu einer Maschinengruppe gehören jeweils Abwickelmaschine, Kreismesserschere, Richtmaschine und Schere mit anschließender Stapelvorrichtung. Das Schneiden der üblichen Weißblechabmessungen in durchschnittlich 0,3 mm Stärke erfolgt auf einer vereinigten Abwickel- und Richtmaschine mit angebauter umlaufender Schere, die mit einer Geschwindigkeit von 100 U/min arbeitet. Bleche für die Kraftwagenindustrie werden auf einer zweigerüstigen Straße kalt nachgewalzt, von der das erste Gerüst als Zweiwalzen- und das zweite als Dreiwalzengerüst arbeitet. Die Walzen haben bei einer Ballenlänge von 1300 mm einen Durchmesser von 650 und 340 mm. Angetrieben wird die Kaltdressierstraße durch einen 500-PS-Drehstrommotor über Riemen- und Rädervorgelege. Hinter der Dressierstraße ist eine Mehrrollenrichtmaschine verfahrbar angeordnet, die entweder in Verbindung mit dem Zwei- oder Dreiwalzengerüst arbeitet. Im übrigen zeigt die Ausbildung der Kaltdressierstraße nichts Bemerkenswertes.

Für das Dressieren der kaltgewalzten Bänder, in der Hauptsache der Bänder für die Herstellung von kaltgewalzten

Weißblechen, dient ein Dressiergerüst, das je nach der Anforderung entweder als Zweiwalzen- oder als Vierwalzengerüst arbeiten kann. Der Zweiwalzengerüst hat Walzen von 800 mm Dmr. bei 1450 mm Ballenlänge, der Vierwalzengerüst solche von 700 mm und 350 mm Dmr. bei gleicher Ballenlänge wie das Zweiwalzengerüst. Dieses Gerüst wird durch einen 600-PS-Gleichstrommotor angetrieben, wobei sich die Walzgeschwindigkeit von 50 bis 300 m/min regeln läßt. An besonderen Einrichtungen hat dieses Dressiergerüst eine Ablaufmaschine, die gestattet, daß das Walzgut mittels elektrischer Bremse mit Rückspannung in das Walzwerk einläuft. Hier ist also die bekannte Einlaufbremse durch eine weit bessere und anpassungsfähigere Vorrichtung ersetzt worden. Die Hauptvorteile liegen darin, daß die Rückspannung dem jeweiligen Bandquerschnitt angepaßt werden kann und daß weiter Beschädigungen der Bandoberfläche nicht auftreten können. Erwähnt sei weiter noch, daß das Hauptantriebs- und auch das Haspelgetriebe mit einer Schaltstufe ausgerüstet sind, die es gestattet, später die Walzgeschwindigkeit auf 500 m/min zu steigern.

Über den Aufbau der gesamten Kaltverarbeitung einschließlich der Glüheliefernde- und Zurichterei-Einrichtungen ist zu sagen, daß auch hier der Arbeitsgang fast ununterbrochen ist. Wie aus Bild 11 ersichtlich, wandert das von der Durchlaufbeize kommende Rohband über eine Fördervorrichtung zur Schweißanlage der Dreifach-Tandem-Kaltstraße. Nach der Walzung geht das Band entweder durch Zurichtereimaschinen zur Glüheliefernde, dann zur Kaltdressierstraße, von dort aus nach dem Auslesen zum Lager, oder von der Dreifach-Tandem-Kaltstraße zur Glüheliefernde, von dort aus zum Banddressiergerüst oder von hier aus zur Richt- und Abschneidemaschine.

Die kaltgewalzten Weißblechtafeln werden zur Zeit noch in einem anderen Werk verzinkt.

VII. Bedienung und Steuerung der Dreifach-Tandemstraße.

Bekanntlich bereitet gerade bei drei- oder mehrgerüstigen Kaltstraßen die Steuerung für den Gleichlauf der einzelnen Antriebsmotoren gewisse Schwierigkeiten. Weiter ist bekannt, daß man beim Kaltwalzen größere Abnahmen erreicht, wenn man das Walzgut vor oder hinter dem Walzspalt einer Zugspannung unterwirft, die bis nahezu an seine Streckgrenze heranreicht. Um nun ein Band von möglichst gleichbleibender Stärke zu erhalten, ist es aber notwendig, daß die eingestellte Zugspannung zwischen den einzelnen Gerüsten und zwischen dem letzten Gerüst und dem Haspel unbedingt gleichmäßig gehalten wird. Nach den bekannten Steuerungen amerikanischer und deutscher Firmen werden durchweg derartig kontinuierliche Bandstraßen durch das Leonardverfahren gesteuert. Man erreicht hierdurch mit Hilfe von Reglern wohl die zum Walzen erforderliche Zugspannung im Walzgut zwischen den einzelnen Gerüsten, es ist jedoch hierbei schwer, wenn nicht unmöglich, zu erreichen, daß sich beim Anfahren, beim Stillsetzen und bei Walzgeschwindigkeitsänderungen der eingestellte Wert der Zugspannung nicht verändert. Nach den Erfahrungen in Dinslaken wirkt sich eine 5prozentige Abweichung von der eingestellten Größe der Zugspannung schon meßbar auf die Stärke des Walzgutes aus.

Alle diese rein elektrischen Regelverfahren, so könnte man diese im Gegensatz zu der hier gewählten Steuerungsart bezeichnen, haben den Nachteil, daß die für die Aufrechterhaltung einer gleichmäßigen Zugspannung im Band nötige Zugkraft bei Geschwindigkeitsänderungen zu spät wieder

auf das eingestellte Maß gebracht wird. Dieses ist durch die Massen- und magnetische Trägheit der Umformer und Antriebsmotoren bedingt. Man erreicht schon wesentlich mehr, wenn man den Leonardumformer durch den trägheitslosen Gleichrichter ersetzt, doch läßt sich die Trägheit der Walzantriebsmotoren nicht ausschalten. Praktisch gesehen wirkt sich dieser Nachteil meistens so aus, daß das Band zwischen den Gerüsten zerreißt oder stellenweise ungleichmäßige Dicken hat. Hiervon konnte sich der Verfasser auf seiner Studienreise durch die Breitbandwalzwerke der Vereinigten Staaten wiederholt überzeugen.

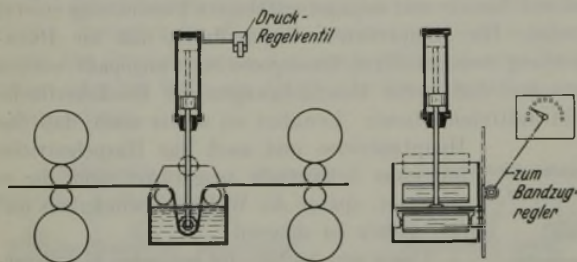


Bild 28. Zugregelvorrichtung bei Tandemstraßen.

In Dinslaken verwendet man nun auch an der neuen Dreifach-Tandemstraße eine Steuerungsart, die sich schon seit vier Jahren an zwei Dreifach-Tandem-Kaltstraßen bis 600 mm Breite bestens bewährt hat (s. Bild 28). Hierbei ist es gleichgültig, ob die Antriebsmotoren unmittelbar aus dem Netz oder durch Leonardsteuerung oder Gleichrichter gespeist werden. Zu diesem Zweck sind zwischen den Walzgerüsten sogenannte Regelgerüste eingebaut. Zwischen zwei festen Rollen ist eine weitere bewegliche Rolle angeordnet, die mit der Kolbenstange eines Zylinders gekuppelt ist. Nachdem das Band von Walzgerüst zu Walzgerüst geführt ist, zieht der Zylinder die mittlere Rolle nach unten, und es entsteht eine Schleife in dem Walzgut. Die Auf- und Abwärtsbewegung der mittleren Rolle wird über Zahnstange und Zahnrad in eine Kreisbewegung umgesetzt, die zur Steuerung der Regler der Walzmotoren benutzt wird. Der Zylinder kann mit Druckluft vom veränderlichen Druck gespeist werden, wodurch sich die Zugspannung im Walzgut regeln läßt. Beim Hoch- oder Niedergehen der mittleren Rolle oder des Zylinderkolbens wird der Druck im Zylinder durch Ventile vollkommen gleichgehalten, wodurch auch der Bandzug gleichbleibt. Sämtliche Rollen werden in- und auswendig gekühlt, wodurch die beim Walzen im Walzgut entstehende Wärme schnellstens abgeführt und dem folgenden Walzgerüst stets kaltes Walzgut wieder zugeführt wird. Gerade dieser Vorteil ist für die höchste Ausnutzung einer Straße sehr wichtig, da der Walzgeschwindigkeit durchweg durch die beim Kaltwalzen entstehende Wärme eine Grenze nach oben gesetzt ist. Durch das Eintauchen der mittleren Rolle in den Behälter ist es ferner möglich, das Walzgut mit einer gleichmäßigen feinen Oelschicht zu benetzen. Plötzlich auftretende Drehzahlschwankungen des einen oder anderen Motors können sich bei dieser Steuerung nicht nachteilig auf das Walzgut auswirken. Diese Regelung der Geschwindigkeit und des Bandzuges bei kontinuierlichen Walzwerken wurde dem Werk im In- und Auslande durch Patente geschützt.

VIII. Hauptgründe gegen Errichtung der Breitbandstraße und ihre Widerlegung.

Während bis hierhin kurz die Entwicklung und der bisherige Stand der Breitbandherzeugung in Dinslaken geschildert worden ist, soll im folgenden die Entwicklungs-

möglichkeit vom Feinblech zum Breitband dargestellt werden, die sich mit dem Fortschritte der Technik naturnotwendig verwirklichen muß.

Ueber das Breitband und besonders über die Anlage in Dinslaken ist bereits viel geredet worden. Als Hauptgründe gegen diese Straße wurden angeführt: einmal die große Erzeugung, die hohen Anlagekosten und die sozialen Folgen, die dadurch entstanden, daß den Blechwalzwerken Arbeit weggenommen würde.

Was den ersten Einwand anbetrifft, so ist die große Erzeugungsmöglichkeit von 40 000 bis 50 000 t je Monat vorhanden. Man muß aber darauf hinweisen, daß, wie schon angeführt, die vollkontinuierliche Anordnung, die nun einmal diese hohe Erzeugung mit sich bringt, nicht aus diesem Grunde gewählt wurde, sondern zunächst einmal nur aus Qualitätsgründen. Auf die Dauer wird sich nur mit ihr ein auf dem Weltmarkt sowohl in Güte als auch im Preis wettbewerbsfähiges Blech herstellen lassen. Die Anlagekosten sind bei der gewählten Anordnung höher als bei anderen Lösungen. Diesen Anlagekosten steht aber eine solche Erzeugungsmöglichkeit gegenüber, daß ihr Verhältnis zueinander bedeutend günstiger liegt als bei irgendeiner anderen Bauart. Die hohe Erzeugung kann je nach Lage der Dinge als Vor- und Nachteil gebucht werden. Man hat sie bei der technischen Ueberlegenheit in Kauf genommen und ist davon überzeugt, daß sie zu gegebener Zeit voll ausgenutzt werden wird.

Was die sozialen Einwände anbetrifft, so werden diese am besten durch die Worte des Führers widerlegt, die er am 6. September 1938 auf dem Reichsparteitag in Nürnberg sprach:

„Die Einsparung an Arbeitskräften hilft neben anderen Maßnahmen auch mit, die Arbeiternot auf dem Lande zu beheben. Endlich tritt dadurch eine weitere Steigerung unserer Produktion überhaupt ein. Und dies ist, ich wiederhole es stets aufs neue, das Entscheidende.“

Weiter wies der Führer in seinen Ausführungen darauf hin, daß es notwendig ist, möglichst viel an primitiver Arbeit durch die Maschine zu ersetzen. Der qualitativ hochstehende Arbeiter soll allmählich immer mehr von der einfacheren Beschäftigung zu einer für ihn geeigneteren höheren geführt werden. Der vermeintliche soziale Nachteil dürfte demnach jedenfalls, auf weite Sicht betrachtet, ein Vorteil sein. Was 5 bis 10 gelernte Feinblechwalzwerker im Schweiß ihres Angesichts mit viel Kraftaufwand verrichten, das leistet heute ein ungelernter Hilfsarbeiter spielend an der Breitbandstraße. Hier steht der Mann nur noch beobachtend an seinem Steuerpult und zwingt nur ab und zu durch einen Hebel oder einen Druckknopf der Maschine und dem Werkstoff seinen Willen auf. Die Kopfleistung bei der Herstellung von warm- und kaltgewalzten Breitbandblechen ist je nach dem Erzeugnis 5- bis 10mal so groß wie bei dem alten Blechherstellverfahren. Es ergibt sich hieraus, wie stark nach dem neuen Verfahren Arbeitskräfte eingespart werden können. Wie richtig diese Tatsachen auch in Amerika erkannt worden sind, zeigt in diesem Zusammenhange am besten eine amerikanische Regierungsdenschrift, die vor kurzem veröffentlicht worden ist⁴⁾. Es wird hierin zum Ausdruck gebracht, daß die Entwicklung und Anwendung kontinuierlicher Straßen für die Herstellung breiter Bänder große

⁴⁾ Technological Trends and National policy including the social implications of new inventions. Washington 1937. — Vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 1038/42.

Ersparnisse an Arbeitsstunden gebracht hat und noch bringen wird. Durch die Entwicklung der neuzeitlichen Walzverfahren in Amerika ist die Blecherzeugung dort wesentlich gestiegen. Die Erzeugung von Blechen machte im Jahre 1929 weniger als 25 % der gesamten Walzstahlerzeugung aus und ist im Jahre 1935 auf 43 % angestiegen. Es kommt in der Denkschrift weiterhin zum Ausdruck, daß nach amerikanischer Ansicht im nächsten Menschenalter weniger die Kosten der Rohstoffe als vielmehr die Kosten der Verarbeitung und der Verteilung der Erzeugnisse zu senken seien. In Erkenntnis dieser amerikanischen Ansichten kann man verstehen, warum man drüben die Entwicklung der kontinuierlichen Bandstraßen so stark gefördert hat. Für deutsche Verhältnisse kommt hinzu, daß die Nachwuchsfrage in der Feinblechindustrie immer schwieriger wird. Es setzt hier ein Vorgang ein, wie wir ihn noch aus den letzten Jahren des Puddelverfahrens kennen.

Berücksichtigt man nun, daß der Kapitalbedarf einer Breitbandanlage, unter Voraussetzung gleicher Leistung, eher niedriger ist als für Feinblechanlagen nach bisherigem Verfahren, und berücksichtigt man hierbei das oben Gesagte, so leuchtet theoretisch das ein, was die Praxis bestätigt hat, daß nämlich die Selbstkosten der von Breitband hergestellten Bleche wesentlich niedriger liegen müssen als die der bisherigen Verfahren.

Nach den bisherigen Erfahrungen bestätigte sich auch das, was man von der Güte erwartet hatte. Es hat keine Schwierigkeiten gemacht, das Bandblech an Stelle der Grob-, Mittel- oder Feinbleche einzuführen. Man könnte eher vom Gegenteil sprechen.

IX. Allgemeines über Breitband.

Wenn aber trotz allem die Einführung des Breitbandes in Deutschland im Vergleich zu Amerika und neuerdings auch zu England nicht seinen technischen Vorteilen entsprechend vor sich gegangen ist, so liegt dieser Grund an den üblichen Vertriebsbedingungen, die durch Verbandsabkommen und behördliche Bestimmungen gebunden sind.

Betrachtet man einmal das Breitband von der Seite der bisher üblichen Begriffsbestimmungen für diesbezügliche Walzwerkserzeugnisse, so muß man feststellen:

daß das Breitband, wenn es aufgewickelt ist, zweifellos empfindungsgemäß als Bandstahl angesprochen werden muß;

daß es, wenn es aber in langen Streifen geschnitten ist, bei größeren Dicken, je nachdem es Natur- oder Schnittkanten hat, einen Universalstahl oder ein Grobblech darstellt;

daß es aber bei geringen Dicken in kurzen Streifen ein Feinblech ist,

daß es jedoch bei größeren Dicken in kurzen und langen Streifen ein Mittelblech bildet,

daß es endlich, wenn es als Sturzeinsatz für die Feinblechherstellung dient, als Halbzeug angesprochen werden kann.

Die Bandwalzer haben für diese sechs Bezeichnungen und Begriffe nur eine Bezeichnung, und die ist: „Warm- und kaltgewalztes Band in Ringen oder Streifen.“

Da aber heute bekanntlich nach den bestehenden Vorschriften die Halbzeugzuteilung durch die jeweilig

zuständigen Verbände erfolgt, so wird man verstehen, wie schwer es ist, ein derartiges Erzeugnis mit so vielseitiger Bezeichnung, obwohl es bei weitem vollkommener als die alten Erzeugnisse ist, einzuführen.

Es müßte aber ein Weg gefunden werden, der verhindert, daß dadurch der Fortschritt der Technik gehemmt wird. Es würde sich sonst bald die Tatsache ergeben, daß die Wettbewerbsfähigkeit und die Absatzmöglichkeit der deutschen Walzwerke in dünnem, flachem Walzgut auf dem Weltmarkt unterbunden und der deutschen weiterverarbeitenden Industrie ein neues hervorragendes Erzeugnis vorenthalten würde.

Man darf wohl hoffen, daß der Uebergang vom alten Feinblechverfahren zum neuen Breitbandverfahren in Deutschland weitschauender geleitet werden wird als in Amerika. Bereits im Jahre 1935 versicherte man dort, daß in etwa 5 bis 10 Jahren kein altes Feinblechwalzwerk mehr in Betrieb sei, außer vielleicht solchen, die Sondergrößen und kleinere Aufträge ausführten. Es hat sich gezeigt, daß sich diese Voraussagen erfüllt haben. Der Verfasser glaubt nicht daran, daß man in Deutschland genau denselben Weg gehen und daß die Breitbandwalzwerke den bestehenden Feinblechwerken die Arbeit gänzlich wegnehmen werden. Allerdings werden diese Werke und auch die reinen Kaltwalzwerke sich durch Aufstellung von Kaltwalzeinrichtungen auf die Verarbeitung von warmgewalzten Breitbändern einstellen müssen. Sie werden so mit verhältnismäßig geringem Kostenaufwand in die Lage versetzt, ihren Erzeugungsplan zu erweitern und sich die Vorteile des neuen Erzeugnisses zu Nutzen zu machen.

Auf diese Weise würde die Entwicklung des Breitbandes in Deutschland zwar langsamer, aber auch schmerzloser vor sich gehen. Man muß sich hüten, die amerikanischen Maßstäbe an die europäischen Verhältnisse legen zu wollen. Selbst wenn sich nun die Feinblechwalzwerke auf das Breitband umgestellt haben und selbst wenn die Motorisierung Deutschlands noch erheblich größer wird, werden zwar zahlreiche Kaltwalzwerke, aber immer nur wenige Breitband-Warmwalzwerke, die diese Weiterverarbeiter mit Rohstoff versorgen, bei uns ausreichend Arbeit finden. Durch das Gesetz von der Ueberwachung des planmäßigen Ausbaues der Eisenhüttenindustrie vom 16. September 1937 dürfte ein ungesunder Wettlauf in der Breitbanderzeugung, wie er in Amerika vor sich gehen konnte, wohl mit Sicherheit vermieden werden.

Zusammenfassung.

Die Entwicklung der Bandstahlerzeugung in Deutschland und Amerika wird geschildert, und es werden die an das Band zu stellenden Hauptforderungen sowie die sie beeinflussenden Umstände, wie Anordnung der Walzen im Gerüst, die Walzenlagerung, Durchmesser und Oberfläche der Walzen, Walztemperatur, Anordnung der Gerüste in der Walzenstraße, angegeben. Darauf werden amerikanische Breitbandstraßen in kontinuierlicher und halbkontinuierlicher Anordnung sowie die Entwicklung der Bandstahlstraßen in Dinslaken geschildert, wobei die neue Breitbandstraße, ihre Einrichtungen und Steuerung, sodann die Kaltwalzenstraßen mit Hilfseinrichtungen und Regelung eingehender beschrieben werden. Die Hauptgründe gegen die Errichtung der Breitbandstraße in Dinslaken werden widerlegt und die Schwierigkeiten gezeigt, die der Einführung des Breitbandes in Deutschland durch die Verkaufsverbände entgegenstehen.

An den Vortrag schloß sich folgende Aussprache an.

G. Bulle, Hagen-Haspe: Die beschriebene Anlage ist die bestmögliche Lösung, um hochwertige Bleche und Bänder zu walzen. Dort jedoch, wo man das Blechwalzen noch nicht so vorbildlich durchführen kann wie in Dinslaken, gibt es drei Möglichkeiten:

1. Im Warmwalzwerk wird das kontinuierliche Vorwalzen (vier Vorgerüste) durch Hin- und Herwalzen auf einem Universalwalzwerk ersetzt. Wenn dabei bei 50 m Walzlänge die Stärkenabweichungen überschritten werden, kann man dann nicht auch auf 25 m Länge walzen?

2. Im Warmwalzwerk wird das kontinuierliche Fertigwalzen durch Umkehrwalzen auf einem Steckel-Gerüst ersetzt. Da sich in Deutschland einige Firmen mit diesem Verfahren beschäftigen, wäre es wichtig zu wissen, wieweit sich dieses Verfahren anwenden läßt und welche Vor- und Nachteile es hat.

3. Im Kaltwalzwerk wird das kontinuierliche Walzen durch Umkehrwalzen oder ähnlich ersetzt. Natürlich ist das kontinuierliche Walzen von Vorteil und das Erstrebenswerte; man spart auch gegenüber dem Umkehrwalzen die Enden. Aber es gibt auch noch kontinuierliches Kaltwalzen in einer Richtung auf einem Gerüst, wobei die Bänder als endlose Schlingen gewalzt werden. Ich glaube, Herr Nöll hat sich damit befaßt und ein solches Verfahren entwickelt. In Polen und Frankreich sind solche Verfahren angewandt worden. Welches sind die Vor- und Nachteile dieser Verfahren? Auch da wird eine Lösung gesucht, die gegenüber dem Tafelblech-Walzwerk einen Teil der Vorteile einer kontinuierlichen Bandstraße hat.

A. Nöll, Geisweid: In der Gemeinschaftssitzung mit dem Iron and Steel Institute im Jahre 1936 sind von uns und auch von englischer Seite die verschiedensten Vorschläge gemacht worden, wie ein Breitbandwalzwerk mit geringerer Leistung und geringeren Anlagekosten aussehen könnte⁶⁾. Es ist ja auch bekannt, daß verschiedene Firmen im Begriff sind, Anlagen in ähnlicher Art zu bauen. Wir würden es begrüßen, wenn von dieser Seite über ihr Vorhaben berichtet würde.

A. Wimmer, Hohenlimburg: Für die Bandherstellung unter 500 mm Breite liegen die Verhältnisse so, daß es sich nicht ohne weiteres lohnen kann, für diese Breiten vollkontinuierliche Anlagen zu erstellen. Dies hat nur dann Berechtigung, wenn man übliche Abmessungen in großen Mengen herzustellen beabsichtigt.

Wenn aber beispielsweise auf einer Straße mit einer Monatsleistung von 5000 bis 6000 t ein Walzplan von 150 bis 550 mm Breite in allen möglichen Güten abzuwickeln ist, scheidet die Einrichtung einer vollkontinuierlichen Anordnung aus. In solchen Fällen können nutzbringend aus zwei oder drei Gerüsten bestehende kontinuierliche Fertigstrecken Verwendung finden.

E. Kugel, Düsseldorf: Es ist grundsätzlich richtig, daß das rein kontinuierliche Bandwalzen das erfolgreichste sein muß, weil das Herunterwalzen auf geringe Stärken bei großen Breiten in großer Hitze und mit großer Geschwindigkeit erfolgt. Wenn wir uns aber daran erinnern, daß wir in Deutschland die Bandstahlstraßen für geringere Breiten, die aus Amerika ebenso rein kontinuierlich zuerst zu uns kamen, weiter entwickelt haben, indem wir Trio-Vorstraßen, Doppel-Duo-Mittelstraßen mit möglichst großer Mechanisierung und kontinuierliche Fertigstraßen anwandten, so haben wir viel billigere Straßen mit größerem Walzplan und kleineren Erzeugungen geschaffen, die ebensolche Qualitäten erzeugen und viel billiger sind als die rein kontinuierlichen amerikanischen Bandstraßen. Ich könnte mir vorstellen, daß auch die von Herrn Bulle erwähnten Versuche, die rein kontinuierliche Breitbandstraße zu vereinfachen, vielleicht doch noch Aussicht auf Erfolg haben.

Es ist allgemein bekannt, daß die Granite City Steel Company in der Nähe von St. Louis eine Breitbandstraße gebaut hat, bei der die viergerüstige halbkontinuierliche allgemein angewandte Vorstraße durch ein Trio-Gerüst und ein Gerüst mit senkrechten Stauwalzen ersetzt worden ist. Als Fertigstraße dient eine nur aus vier Vierwalzengerüsten bestehende kontinuierliche Straße, wobei also auch gegenüber der sechsgerüstigen Muster-Fertigstraße ein Drittel gespart wird. Diese Straße wurde aus rein wirtschaftlichen Gründen gegenüber den üblichen Breitbandstraßen sehr vereinfacht, und man müßte nur wissen, wie sie sich bewährt hat.

Auch die Breitbandstraße der Columbia Steel Company in Butler, die heute der Armco gehört, wurde kritisiert. Ich weiß aus Äußerungen von Herren der Armco selbst, daß man mit der Straße zufrieden ist. Man hat sie weiter ausgebaut, hat die Kaltwalzwerke neuzeitlich ausgestaltet und betreibt sie heute noch im Wettbewerb mit allen großen Straßen. Das würde man doch sicher nicht getan haben, wenn die Straße schlecht arbeiten würde, und man bei den Bändern die vorgeschriebenen Maßabweichungen nicht einhalten könnte.

Ich halte es für möglich, daß die Zahl der auch bei dieser Straße noch verwendeten vier Vierwalzengerüste für die Fertigstraße noch verringert werden könnte, indem man vielleicht nur zwei Gerüste aufstellt und durch diese das Band zweimal hindurchleitet, möglicherweise unter Verzicht auf allzu große Walzlängen.

Wir sind nicht in der glücklichen Lage wie die Amerikaner, die bei der Durchführung neuer Ideen leichter das Geld und die Gelegenheit haben als wir. Dies gilt auch für Druckkollager. Wenn wir auch von dem früher oft erwähnten „Vorschlag-Hammer“ abgekommen sind, wird es bei manchen Neuerungen vielleicht nur einer Gemeinschaftsarbeit gelingen, die Einführungsschwierigkeiten zu überwinden.

A. Schiffers, Neunkirchen-Saar: Ich möchte den kontinuierlichen Betrieb befürworten, mit dem wir in Neunkirchen sehr zufrieden sind. Wir haben vorläufig zwei kontinuierliche Walzgerüste; in diese wird ein Universalstahl eingeführt, der auf einer Umkehrstraße vorgewalzt wird. Mit diesem Verfahren walzen wir bei 800 mm Breite und 4 mm Dicke. Für feinere Sorten kann ich keine Angaben machen.

F. Möller, Duisburg: Am Eingang amerikanischer Hüttenwerke sind Schilder angebracht, die die grundsätzliche Einstellung des Werkes bekanntgeben sollen. Darauf steht: 1. Qualität, 2. Dienst am Kunden, 3. Wirtschaftlichkeit. Nach diesen Grundsätzen sind die Breitbandstraßen Amerikas entwickelt. Für die Ausbildung der Vorstraße, ob mit Universalgerüst oder mit hintereinanderstehenden Gerüsten, könnten die Anschaffungskosten ausschlaggebend sein. Eine Gegenüberstellung der Anschaffungskosten von beiden Bauarten zeigt jedoch, daß sie für die letztgenannte nicht wesentlich höher sind. Dafür sind die Vorteile der Ausführung der Vorstraße in Dinslaken gegenüber der mit Universalgerüst so wesentlich, daß sie die Mehraufwendungen nicht nur rechtfertigen, sondern fordern. Demgemäß wurden alle nach der ersten Anlage entstandenen Anlagen nach diesem Grundsatz gebaut. Zur Erhöhung der Blechgüte wurde an einer Stelle das vorhandene Blechgerüst als Vorstraße wieder benutzt und eine kontinuierlich arbeitende Fertiggruppe angeschlossen. In diesem Ausnahmefall sollte die Blechgüte verbessert werden, ohne die Anlagekosten allzusehr zu erhöhen. Ich bin der Auffassung, daß die Mustersanordnung, wie sie sich in Amerika für Breitbandstraßen herausgebildet hat, für die Güte der Bänder die richtige ist.

M. Fischer, Neunkirchen-Saar: Aus dem Bilde über die Abnahme auf der Breitbandstraße war zu entnehmen, daß die Anstichstärke in der Fertigstraße bei etwa 12 mm liegt. Es wäre wissenswert, die zugehörige Temperatur zu erfahren und auch Anhaltswerte über den Kraftbedarf zu bekommen.

F. Winterhoff: Das Walzgut geht mit etwa 1100° in die Fertigstraße und kommt mit 900 bis 1000° je nach Banddicke und Qualität aus der Fertigstraße heraus. Der Kraftbedarf schwankt je nach der Qualität und Abmessung des Walzgutes und Beschäftigungsgrad der Straße zwischen 50 und 100 kW/t. Wir haben nur einen Gemeinschaftszähler für die ganze Straße, so daß nur der Gesamtverbrauch angegeben werden kann.

A. Nöll: Ich glaube, daß die von Herrn Möller besprochene amerikanische Reklameschrift „Qualität, Dienst am Kunden und Wirtschaftlichkeit“ auch heißen könnte „Qualität und Dienst am Kunden führen zur Wirtschaftlichkeit“.

F. Winterhoff: Die halbkontinuierliche Straße von Butler hat sich sehr gut bewährt, reicht jedoch, wie schon im Vortrag selbst erwähnt, für schwere Ringgewichte und lange dünne Adern mit engen Maßabweichungen nicht ganz aus. Aus diesem Grunde ist es auch wohl in Amerika bei dieser einmaligen Ausführung geblieben, denn alle weiteren Breitbandstraßen, die nachher drüben gebaut worden sind, sind in rein kontinuierlicher Anordnung ausgeführt worden.

Herr Wimmer hat nur von Bandstahlstraßen unter 500 mm Breite gesprochen, von denen ich aber in meinem Vortrage nichts gesagt habe. Ich habe lediglich von Breitbandstraßen, d. h. Walzenstraßen, die über 500 mm breite Bänder walzen, berichtet. Ich will aber trotzdem Stellung nehmen zu den Ausführungen des Herrn Wimmer über Bandstraßen für Bandstahl unter 500 mm Breite und stimme mit ihm darin überein, daß hier sehr wohl behelfsmäßige Lösungen möglich sind, da die Anforderungen an ein schmales Band nicht die sind, die man an ein breites Band stellt. Von den in meinem Vortrage gestellten acht Hauptforderungen brauchen für gewöhnliches Schmalband nur einige immer eingehalten zu werden. Aber in gewissen Fällen wählt man auch hier die rein kontinuierliche Anordnung, wie wir sie in Dinslaken z. B. durchgeführt haben. Man kann sich dann so helfen, indem man eine sogenannte „Klängelstraße“ nebenher betreibt, um die von Herrn Wimmer erwähnten kleinen Aufträge, Sonderstähle und besondere Profilarten, walzen zu können.

⁶⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 1091/1112.

Der Einfluß von Legierungszusätzen auf die Beständigkeit von Stahl gegen Wasserstoff unter hohem Druck.

Von Friedrich Karl Naumann in Essen.

[Bericht Nr. 441 des Werkstoffausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute*].

(Zusatz von nicht karbidbildenden Stoffen: Silizium, Nickel, Kupfer. Einfluß von Karbidbildnern mit beträchtlicher Löslichkeit im Eisenkarbid: Mangan, Chrom, Wolfram, Molybdän. Wasserstoffbeständige Chrom-Molybdän-Stähle; Wasserstoffangriff und Randentkohlung. Vergleich zwischen der Wasserstoffdurchlässigkeit und -beständigkeit von Kohlenstoff-, Chrom- und Titanstählen. Einfluß der Sonderkarbidbildner: Vanadin, Niob und Tantal, Titan, Zirkon und Thorium. Zusammenhang der Wasserstoffbeständigkeit mit den Zustandsschaubildern der untersuchten Legierungen.)

[Hierzu Tafeln 8 bis 11.]

Hochgespannter Wasserstoff, wie er z. B. in den Anlagen für die Ammoniaksynthese und Kohlehydrierung angewendet wird, greift unlegierten Stahl bekanntlich schon bei niedrigen Temperaturen an. Der Wasserstoffangriff ist ein Entkohlungsvorgang, der dadurch gekennzeichnet ist, daß als Umsetzungsprodukt ein nicht diffusionsfähiges Gas, das Methan, entsteht. Die Methanbildung führt zum Auftreten von Spannungen und Rissen im Stahlgefüge, und deren Folge ist ein Verlust an Festigkeit und besonders an Zähigkeit. Die Erscheinungsformen des Wasserstoffangriffs sowie der Einfluß des Druckes, der Temperatur und der Zeit wurden bereits früher besprochen¹⁾.

Im folgenden soll nun über Versuche berichtet werden, die darauf gerichtet waren, durch Zusatz geeigneter Legierungselemente Stähle zu entwickeln, die der Einwirkung von Wasserstoff besser widerstehen als unlegierter Stahl. Zu diesem Zweck wurde der Einfluß der einzelnen Legierungselemente planmäßig untersucht. Da der Wasserstoffangriff in einer Entkohlung, also in einer Zersetzung der Karbide, besteht, schien von vornherein der Zusatz solcher Stoffe am meisten erfolgversprechend, die mit Kohlenstoff stabilere Karbide bilden als das Eisen. Demgemäß wurde bei den Versuchen den karbidbildenden Elementen besondere Aufmerksamkeit gewidmet.

Versuchsdurchführung.

Die Versuche wurden auf Veranlassung von B. Strauß im Jahre 1927 begonnen und in der Versuchsanstalt der Firma Fried. Krupp A.-G. in Essen durchgeführt. Die Einrichtung war die gleiche, die in der vorausgehenden Arbeit¹⁾ beschrieben wurde. Von den zu prüfenden Stählen wurden Zugproben von 6 mm Dmr. und Kerbschlagproben von 10×10×55 mm³ mit 2 mm tiefem Rundkerb von 2 mm Dmr. hergestellt, die dann in einem von außen beheizten Hochdruckrohr aus austenitischem Chrom-Nickel-Stahl der Einwirkung von Wasserstoff ausgesetzt wurden. Der Wasserstoff wurde nicht gereinigt. Die Versuchsdauer betrug stets 100 h, der Druck in der Regel 300 kg/cm².

Nach dem Versuch wurden die Proben zerrissen bzw. zerschlagen. Die angegriffenen Proben zeigten dann einen starken Zähigkeitsverlust; doch erwies sich die Beurteilung nach der Kerbzähigkeit als nicht so zuverlässig wie

bei den unlegierten Stählen, da bei manchen Stählen unter dem Einfluß der langandauernden Glühung auch ohne Wasserstoffangriff Versprödungserscheinungen auftraten. Deshalb ist im folgenden stets die Einschnürung als Maßstab benutzt worden, um das Verhalten der Stähle darzustellen. Ein sicheres Unterscheidungsmerkmal war in Zweifelsfällen das Bruchaussehen der Kerbschlagproben; bei angegriffenen Proben hatten die Brüche ein mattgraues Aussehen, bei unangegriffenen ein helles körniges oder sehniges Bruchgefüge. Bei starkem Wasserstoffangriff traten an der Oberfläche Methanblasen auf. Weiter wurde der Kohlenstoffgehalt in einer Randschicht von 1 mm Dicke bestimmt und außerdem ein Querschiff zur Gefügeuntersuchung angefertigt. Wenn Wasserstoffangriff eintrat, reichte er gewöhnlich bis in den Kern der Proben, so daß eine Beurteilung nach der Entkohlungstiefe, abgesehen von dem Sonderfall der Randentkohlung, nicht möglich war. Statt dessen wurde lediglich festgestellt, ob überhaupt Angriff eintrat und unter welchen Bedingungen von Druck und Temperatur er begann.

Um den Einfluß des einzelnen Legierungselementes klar in Erscheinung treten zu lassen, wurden für die Versuche zunächst nur einfach legierte Stähle verwendet. Die Ergebnisse werden im folgenden nach Legierungselementen oder -gruppen getrennt mitgeteilt und besprochen.

Der Einfluß von Silizium, Nickel und Kupfer.

Zu Beginn soll der Einfluß von drei Zusatzstoffen untersucht werden, die nicht zu den karbidbildenden Elementen gehören, nämlich von Silizium, Nickel und Kupfer. Die Zusammensetzung der verwendeten Legierungen ist aus *Zahlentafel 1* ersichtlich. Es handelt sich um einen Trans-

Zahlentafel 1. Beständigkeit von Silizium-, Nickel- und Kupferstählen gegen Wasserstoff von 300 kg/cm² Druck. (Versuchsdauer 100 h.)

Stahl	C %	Si %	Mn %	Ni %	Cu %	Behandlung	Beginn des Angriffs °C
Unlegiert	0,11	0,14	0,41	—	—	normalgeglüht	350 bis 400
Siliziumstahl	0,05	4,20	0,06	—	—	unbehandelt	350 bis 400
Perlitischer Nickelstahl .	0,10	0,19	0,34	4,85	—	vergütet	350 bis 400
Austenitischer Nickelstahl	0,28	0,21	0,64	26,20	—	geglüht	350 bis 400
Kupferstahl	0,06	0,13	0,24	—	0,45	normalgeglüht	350 bis 400

formatorenstahl als Vertreter der Siliziumstähle, einen perlitischen und einen austenitischen Nickelstahl und einen gekupferten Stahl der üblichen Zusammensetzung. Die Versuchsergebnisse enthält die letzte Spalte von *Zahlentafel 1*²⁾. Alle Stähle wurden genau wie unlegierter Stahl schon bei 400° stark angegriffen. Aus *Bild 1* ist der Zähigkeitsabfall zwischen 350 und 400° deutlich ersichtlich. Das Gefüge der angegriffenen Proben zeigt die gleichen Erscheinungen wie bei den unlegierten Stählen. Beachtlich dürfte

²⁾ Die vollständigen Ergebnisse der einzelnen Versuche werden demnächst in Techn. Mitt. Krupp, Abt. A: Forschungsberichte, veröffentlicht werden.

* Von der Techn. Hochschule Aachen genehmigte Dr.-Ing.-Dissert. (1938). — Vorgetragen in der 38. Sitzung des Werkstoffausschusses am 22. Juli 1938 in Düsseldorf. — Sonderabdrucke sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschlußfach 664, zu beziehen.

¹⁾ F. K. Naumann: Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 889/99 (Werkstoffaussch. 381).

die Wiedergabe der Gefügeveränderungen an dem rein ferritischen Siliziumstahl und dem austenitischen Nickelstahl sein (vgl. Bilder 27 bis 29 und 30 bis 32; s. Tafel 8). Beide zeigen bei 400° Korngrenzenrisse. Bei höheren Temperaturen äußert sich die Entkohlung am Siliziumstahl in einem Verschwinden der in den Ferritkörnern eingestreuten Karbidteilchen und am austenitischen Nickelstahl in einer von den Korngrenzen ausgehenden Martensitbildung. Eine Erhöhung der Wasserstoffbeständigkeit ist also durch Zusatz von Silizium, Nickel und Kupfer nicht zu erzielen.

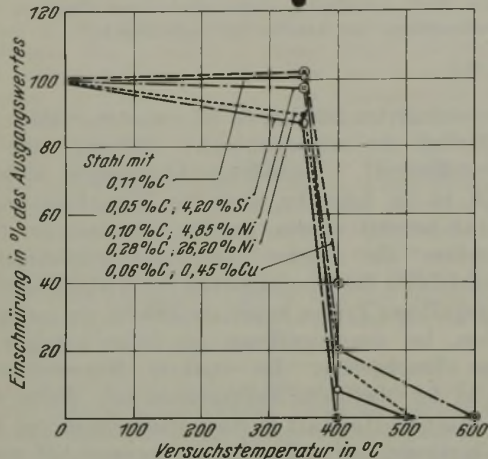


Bild 1. Einfluß von Silizium, Nickel und Kupfer auf Einschnürung nach Wasserstoffglühung (300 kg/cm² H₂, 100 h).

Der Einfluß von Mangan.

Der Einfluß von Mangan wurde an drei Stählen mit 1,57, 2,25 und 4,50 % Mn und niedrigem Kohlenstoffgehalt geprüft (Zahlentafel 2 und Bild 2). Der Stahl mit 1,57 % Mn wurde schon bei 400° angegriffen, verhielt sich also nicht oder jedenfalls nicht wesentlich besser als ein unlegierter Stahl. Dagegen wiesen die beiden höherlegierten Stähle eine etwas erhöhte Beständigkeit auf.

Das Mangan bildet im Gegensatz zu den bisher untersuchten Elementen mit Kohlenstoff ein stabiles Karbid Mn₃C. Allerdings ist nicht anzunehmen, daß dieses in Manganstählen als Sonderkarbid auftritt; dagegen ist auf Grund des gleichen Aufbaues der Karbide Mn₃C und Fe₃C mit einer beträchtlichen Löslichkeit des Mangans im Eisenkarbid zu rechnen³⁾. Es liegt nahe, den Grund für die etwas erhöhte Wasserstoffbeständigkeit der Manganstähle in der höheren Beständigkeit dieses Mischkarbides zu suchen.

Der Einfluß des Chroms.

Für die folgenden Versuche über den Einfluß des Chroms wurde im kernlosen Induktionsofen von 50 kg Fassungsvermögen eine Reihe von Stählen mit 0,1 % C und steigendem Chromgehalt von 1 bis 5 % sowie eine Reihe von Stählen mit 3 % Cr und steigendem Kohlenstoffgehalt von 0,1 bis 0,7 % erschmolzen (Zahlentafel 2). Alle Stähle wurden vergütet.

³⁾ E. Houdremont: Einführung in die Sonderstahlkunde. Berlin 1935.

Zahlentafel 2. Beständigkeit von Mangan-, Chrom-, Wolfram- und Molybdänstählen gegen Wasserstoff von 300 kg/cm² Druck (Versuchsdauer 100 h).

C %	Si %	Mn %	Cr %	W %	Mo %	Behandlung	Beginn des Angriffs °C
0,14	0,33	1,57	—	—	—	vergütet	350 bis 400
0,19	0,42	2,25	—	—	—	vergütet	400 bis 450
0,09	0,45	4,50	—	—	—	vergütet	400 bis 500
0,10	0,36	0,54	1,02	—	—	vergütet	400 bis 450
0,10	0,38	0,51	1,97	—	—	vergütet	450 bis 500
0,10	0,18	0,46	3,11	—	—	vergütet	> 600 ¹⁾
0,32	0,22	0,41	3,00	—	—	vergütet	500 bis 600
0,50	0,27	0,48	2,90	—	—	vergütet	450 bis 500
0,67	0,29	0,63	2,90	—	—	vergütet	450 bis 500
0,10	0,22	0,51	3,90	—	—	vergütet	> 600 ²⁾
0,11	0,29	0,55	4,95	—	—	vergütet	> 600 ³⁾
0,11	0,38	0,54	—	0,99	—	normalgeglüht vergütet	450 bis 500
0,10	0,38	0,55	—	2,08	—	normalgeglüht vergütet	450 bis 600
0,13	0,26	0,52	—	—	0,63	normalgeglüht vergütet	450 bis 500
0,13	0,23	0,52	—	—	1,22	normalgeglüht vergütet	500 bis 600
0,12	0,17	0,40	—	—	1,82	normalgeglüht vergütet	500 bis 600

- 1) Bei 600° auf 0,10 mm randentkohlht.
- 2) Bei 600° auf 0,05 mm randentkohlht.
- 3) Bei 600° auf 0,03 mm randentkohlht.

Von den Stählen mit 0,1 % C war der Stahl mit 1 % Cr bis 400° beständig (Bild 3), verhielt sich also schon besser als ein unlegierter Stahl. Bei einem Stahl mit 2 % Cr stieg die Beständigkeit weiter auf 450°. Die Stähle mit 3, 4 und 5 % Cr zeigten selbst bei 600° noch keinen Wasserstoffangriff, sondern nur eine geringfügige Randentkohlung ohne Zähigkeitsverlust, die, wie später noch dargelegt

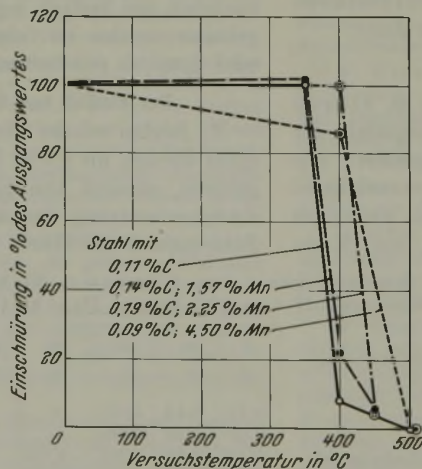


Bild 2. Einfluß von Mangan auf die Einschnürung nach Wasserstoffglühung (300 kg/cm² H₂, 100 h).

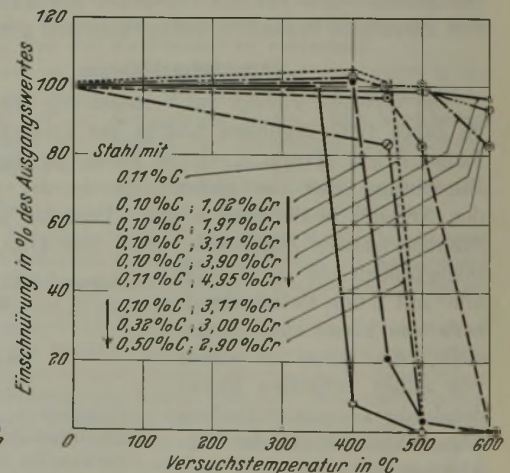


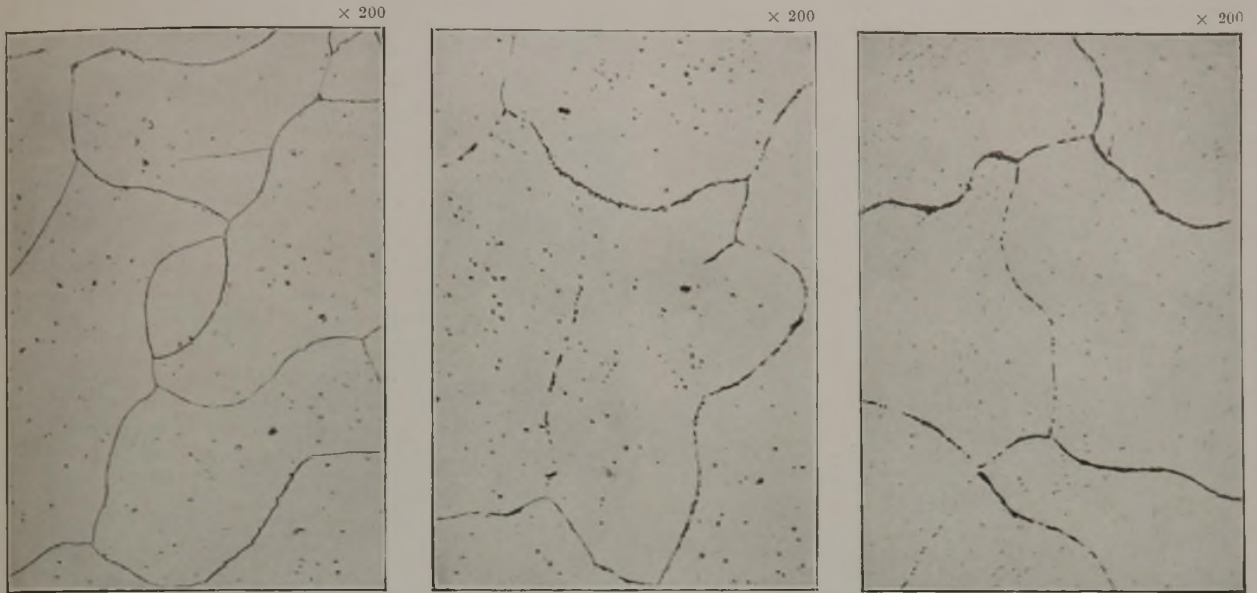
Bild 3. Einfluß von Chrom auf die Einschnürung nach Wasserstoffglühung (300 kg/cm² H₂, 100 h).

werden wird, nicht als Wasserstoffangriff angesehen werden kann. Zwischen 1,97 und 3,11 % Cr tritt demnach eine auffallend starke, offenbar un stetige Erhöhung der Wasserstoffbeständigkeit ein.

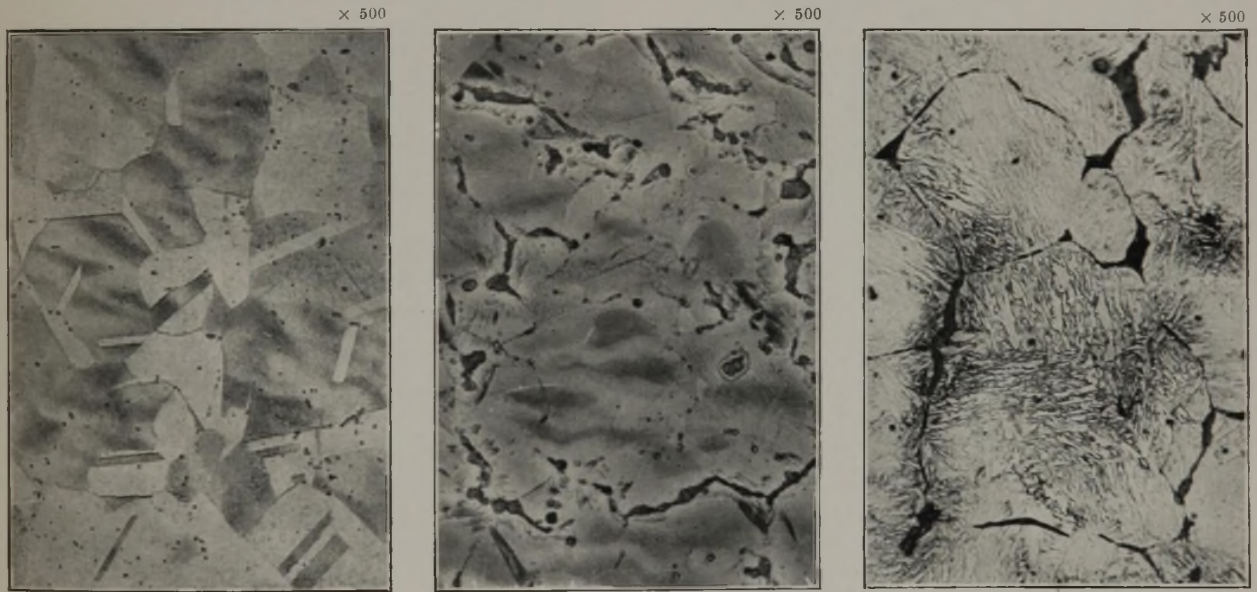
Von der Legierungsreihe mit 3 % Cr und steigendem Kohlenstoffgehalt war der Stahl mit 0,1 % C, wie erwähnt, bis 600° beständig. Der Stahl mit 0,32 % C wurde bei 600° schon wieder stark angegriffen, war aber bei 500° noch unversehrt. Bei den Stählen mit 0,50 und 0,67 % C sank die Beständigkeit auf 450°.

F. K. Naumann:

Der Einfluß von Legierungszusätzen auf die Beständigkeit von Stahl gegen Wasserstoff unter hohem Druck.



Bilder 27 bis 29. Gefügeänderung des Stahles mit 0,05 % C und 4,20 % Si durch Wasserstoffglühung.



Bilder 30 bis 32. Gefügeänderung des Stahles mit 0,28 % C und 26,2 % Ni durch Wasserstoffglühung.

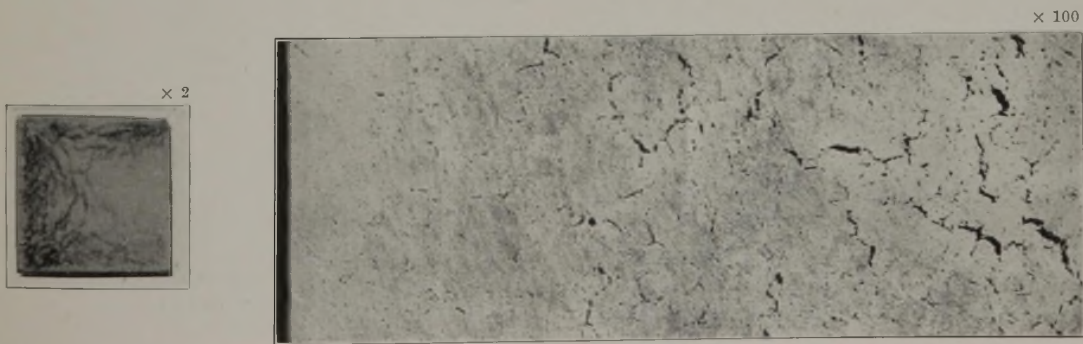
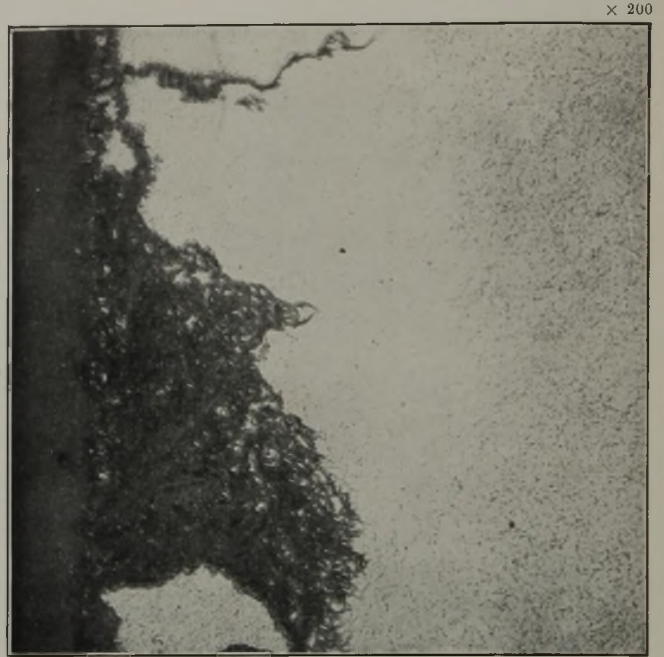


Bild 33 und 34. Gefüge eines von Wasserstoff angegriffenen Chrom-Molybdän-Stahles.



Ungeätzt.

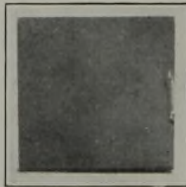


Geätzt mit Pikrinsäure.

Bild 35 und 36. Oxydausscheidungen in randentkohlem Chrom-Molybdän-Stahl.

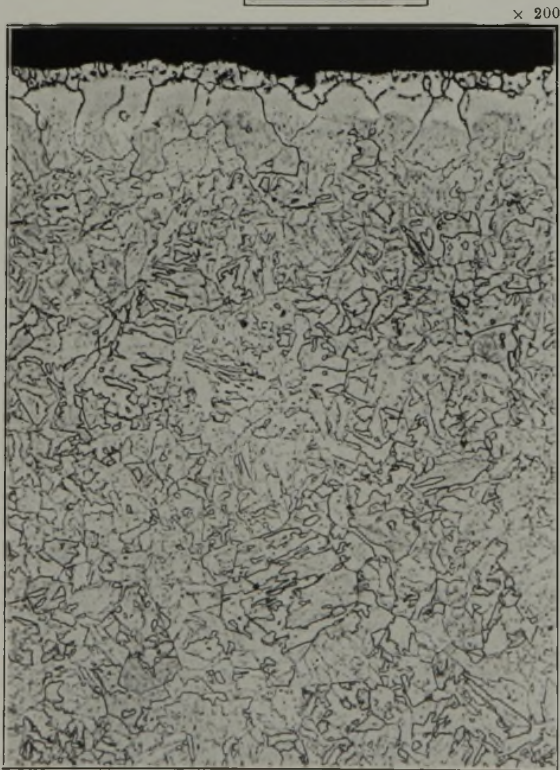
Geglüht in trockenem Wasserstoff.

x 2



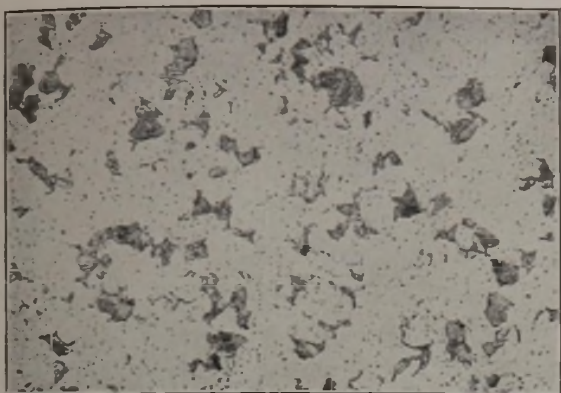
Geglüht in feuchtem Wasserstoff.

x 2

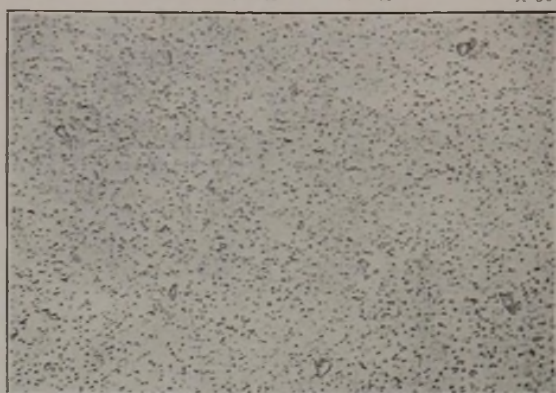


Bilder 37 bis 40. Einwirkung des Feuchtigkeitsgehaltes bei Glühung von Chrom-Molybdän-Stahl. ($1 \text{ kg/cm}^2 \text{ H}_2$, 750° , 100 h.)

Stahl mit 0,30 % C und 0,60 % V. × 500



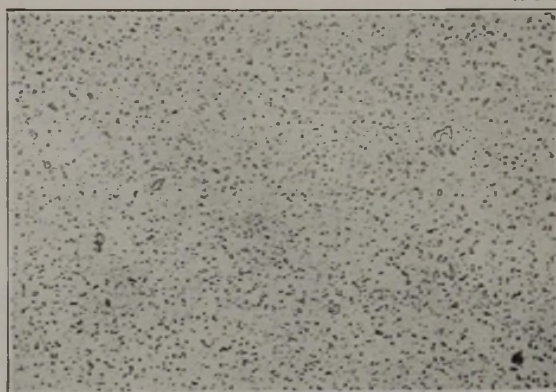
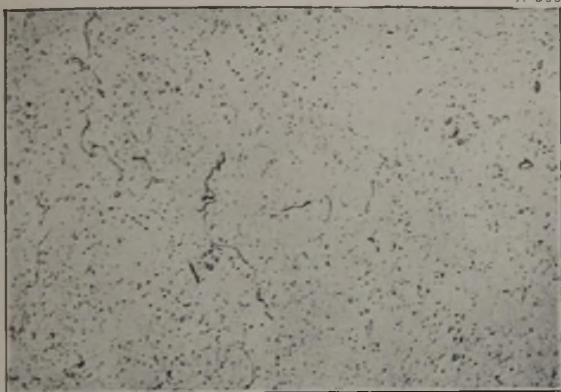
Stahl mit 0,28 % C und 1,82 % V. × 500



Ausgangszustand (normalgeglüht).

× 500

× 500



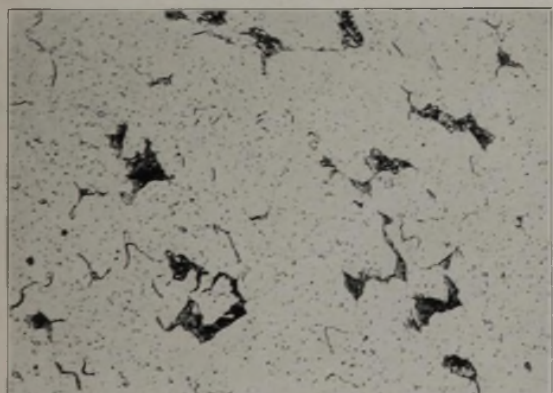
(300 kg/cm² H₂, 500°, 100 h.)

Nach Wasserstoffeinwirkung.

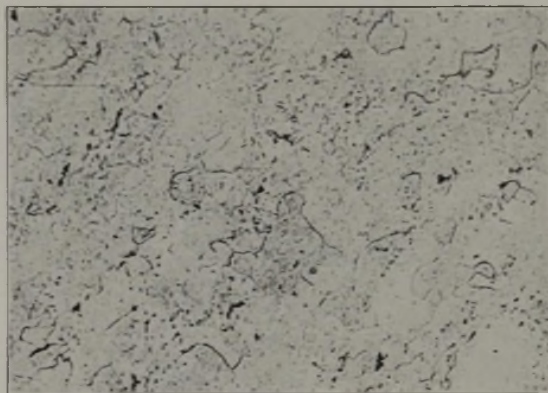
(300 kg/cm² H₂, 600°, 100 h.)

Bilder 41 bis 44. Gefügeänderung zweier Vanadinstähle durch Wasserstoffeinwirkung.

Stahl mit 0,12 % C, 0,40 % Nb. × 500



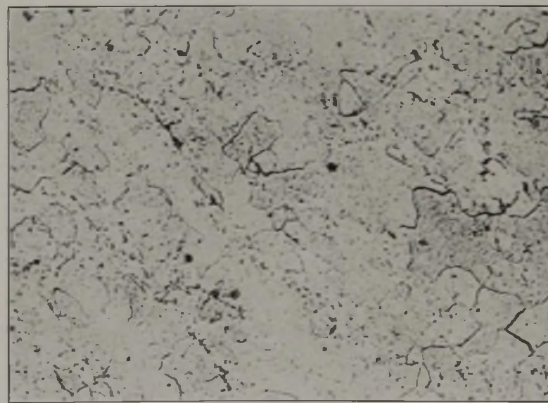
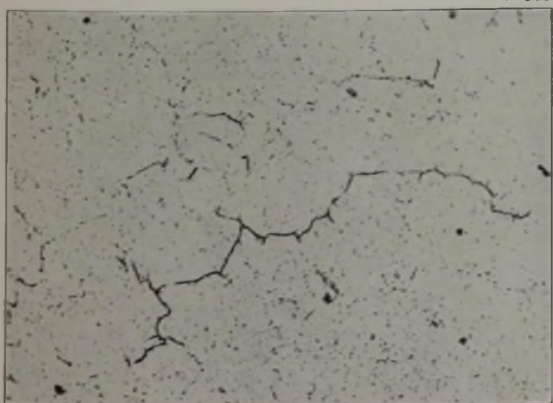
Stahl mit 0,10 % C, 0,87 % Nb. × 500



Ausgangszustand (unbehandelt).

× 500

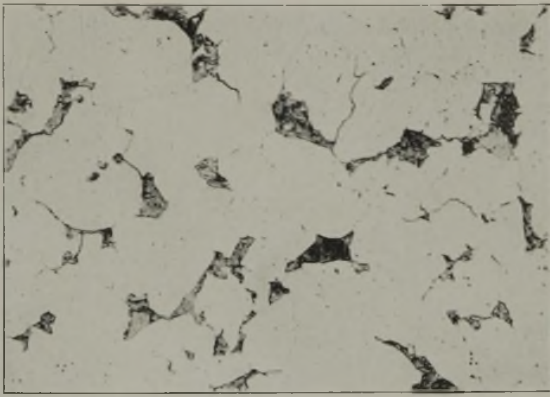
× 500



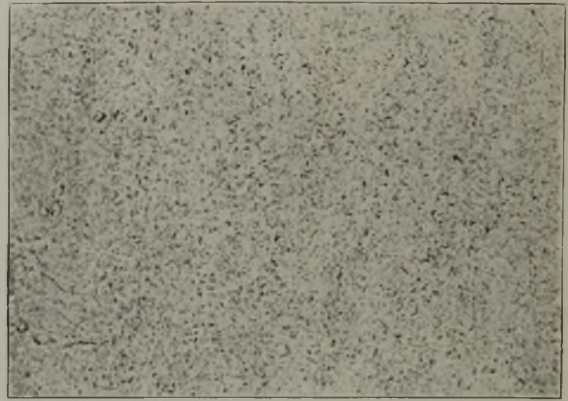
Nach Wasserstoffeinwirkung (100 h, 300 kg/cm², 600°).

Bilder 45 bis 48. Gefüge eines unbeständigen und eines beständigen Niobstahles vor und nach der Einwirkung von Wasserstoff.

× 500

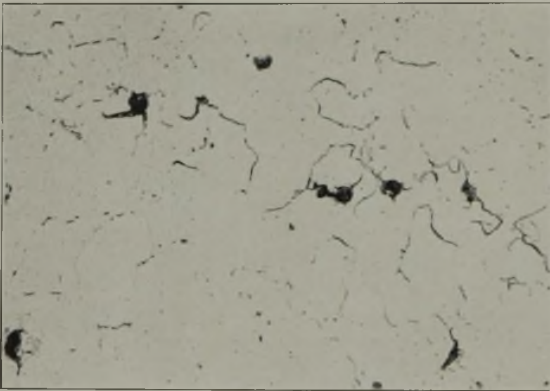


× 500

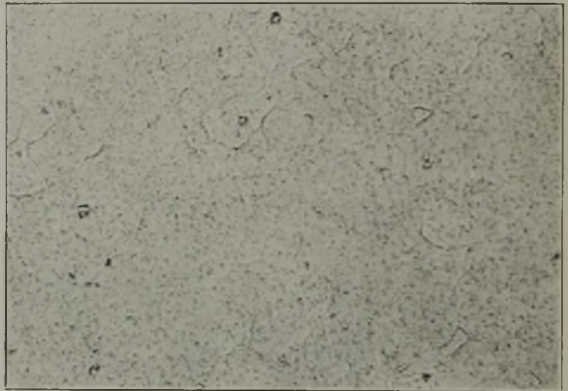


Ausgangszustand (unbehandelt).

× 500



× 500



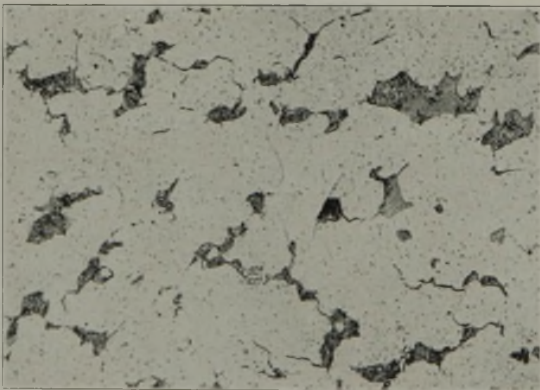
Nach Wasserstoffeinwirkung (300 kg/cm² H₂, 600^o, 100 h).

Stahl mit 0,12 % C und 0,11 % Ti.

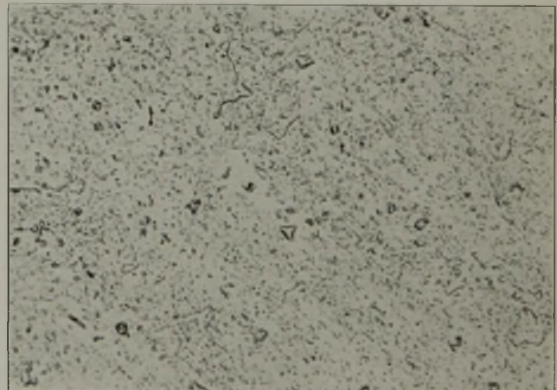
Stahl mit 0,09 % C und 0,12 % Ti.

Bilder 49 bis 52. Gefüge von Titanstählen vor und nach Wasserstoffeinwirkung.

× 500

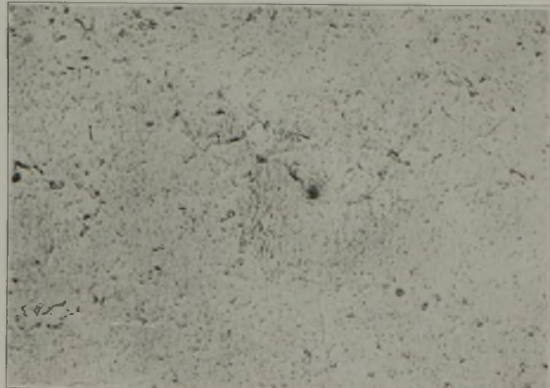


× 500

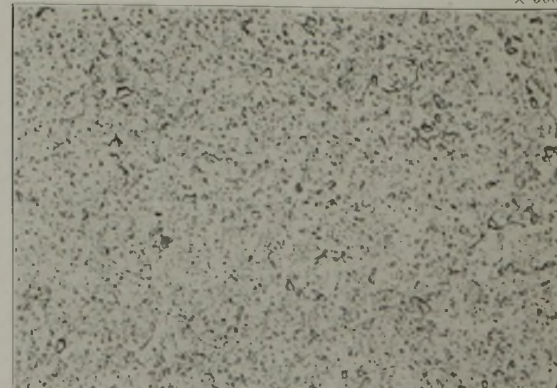


Ausgangszustand (unbehandelt).

× 500



× 500



Stahl mit 0,24 % C, 0,57 % Ti.

Nach Wasserstoffeinwirkung.

Stahl mit 0,20 % C, 1,04 % Ti.

Bilder 53 bis 56. Gefüge von Titanstählen vor und nach Wasserstoffeinwirkung (300 kg/cm² H₂, 600^o, 100 h).

Die Wasserstoffbeständigkeit wird also durch Chromzusatz beträchtlich erhöht, durch eine Steigerung des Kohlenstoffgehaltes bei gleichem Legierungsgrad dagegen erniedrigt. Diese Feststellung steht in voller Übereinstimmung mit den Ergebnissen, die J. S. Vanick, W. W. de Sveshnikoff und J. G. Thompson⁴⁾ bei ihren Versuchen über die Zerstörung von Stählen bei der Ammoniak-synthese erhielten. Auch N. P. Inglis und W. Andrews⁵⁾ u. a.⁶⁾ fanden eine starke Erhöhung der Wasserstoffbeständigkeit mit steigendem Chromgehalt. Im Gegensatz dazu stehen jedoch die Ergebnisse von W. Baukloh und

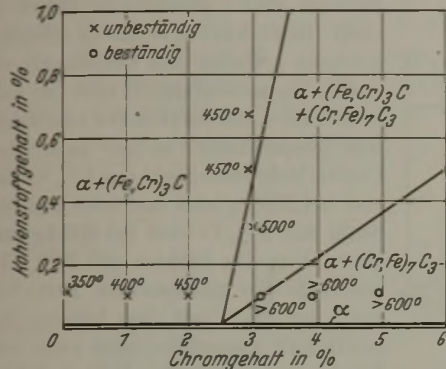


Bild 4. Zusammenhang zwischen Wasserstoffbeständigkeit und Eisen-Chrom-Kohlenstoff-Schaubild (300 kg/cm² H₂, 100 h).

Mitarbeitern⁷⁾, die besagen, daß Chrom nur bis zu einem bestimmten „günstigsten Legierungsgehalt“ (für Stahl etwa 0,9 %) die Entkohlungsbeständigkeit erhöht, bei höheren Zusätzen aber wieder vermindert, und daß mit steigendem Kohlenstoffgehalt die Beständigkeit der Chromstähle zunimmt⁸⁾. W. Baukloh gelang es dementsprechend auch weder bei den Chromstählen noch bei den anderen von ihm untersuchten Legierungen, einen Zusammenhang zwischen dem Entkohlungsverhalten und den Zustandschaubildern aufzufinden; er schreibt nicht der Beständigkeit der gebildeten Karbide, sondern der Durchlässigkeit der Legierungen für Wasserstoff den bestimmenden Einfluß auf die Entkohlungsbeständigkeit zu.

Im folgenden soll nun untersucht werden, ob sich an Hand der vorliegenden Ergebnisse eine Beziehung zwischen der Wasserstoffbeständigkeit der Chromstähle und ihrer Lage im Dreistoffsystem Eisen-Chrom-Kohlenstoff herstellen läßt. Bild 4 gibt einen waagerechten Schnitt bei 20° durch die Eisenecke dieses Systems nach W. Tofaute, C. Küttner und A. Büttinghaus⁹⁾ wieder. Er enthält außer dem reinen α -Gebiet drei Zustandsfelder, die sich durch die Art der auftretenden Karbide unterscheiden. In dem ersten Feld ist nur das Eisenkarbid vorhanden, das mit steigendem Chromgehalt in zunehmender Menge Chrom in Lösung aufnimmt; in dem zweiten Feld kommt zu dem Eisenkarbid das Chromkarbid

Cr₇C₃ hinzu, das seinerseits Eisen löst; in dem dritten Feld tritt nur noch das (eisenhaltige) Sonderkarbid auf. In das Schaubild sind nun die untersuchten Legierungen eingetragen, und es ist jeweils dabei vermerkt, bis zu welcher Temperatur sie bei 300 kg/cm² wasserstoffbeständig sind. Betrachtet man nun zunächst die Legierungen mit 0,1 % C, so sieht man, daß die Stähle mit 1,02 und 1,97 % Cr, die eine mäßige Erhöhung der Wasserstoffbeständigkeit zeigten, noch Eisenkarbid enthalten, während die hochbeständigen Stähle mit 3,11 bis 4,95 % Cr bereits im Zustandsfeld des Sonderkarbides liegen. Die sprunghafte Erhöhung der Wasserstoffbeständigkeit zwischen 1,97 und 3,11 % Cr fällt also mit dem Auftreten des Sonderkarbids oder richtiger mit dem Verschwinden des Eisenkarbids zusammen. Die hohe Beständigkeit der Legierungen mit mehr als 3 % Cr ist demnach zweifellos auf die große chemische Stabilität des Chromkarbids zurückzuführen, während die stetige Erhöhung der Beständigkeit vor dem Auftreten des Sonderkarbids durch die zunehmende Chromaufnahme des Eisenkarbids erklärt werden kann. Umgekehrt ist die geringere Beständigkeit der kohlenstoffreicheren Legierungen dadurch bedingt, daß bei diesen wieder Eisenkarbid auftritt, dessen Chromgehalt sich mit steigendem Kohlenstoffgehalt verringert. Im Gegensatz zu den Feststellungen von W. Baukloh ergibt sich also bei Zugrundelegung der vorliegenden Versuchsergebnisse ein klarer Zusammenhang zwischen der Wasserstoffbeständigkeit der Chromstähle und den in ihnen nach dem Dreistoffschaubild Eisen-Chrom-Kohlenstoff vorhandenen Karbidphasen.

Der Einfluß von Wolfram und Molybdän.

Zur Untersuchung des Einflusses von Wolfram und Molybdän wurden zwei Stähle mit 1 und 2 % W und drei Stähle mit 0,6, 1,2 und 1,8 % Mo erschmolzen (s. Zahlentafel 2). Die Stähle wurden in Wasser vergütet; außerdem wurde jedoch, um die störenden Einflüsse der Dauerglühung

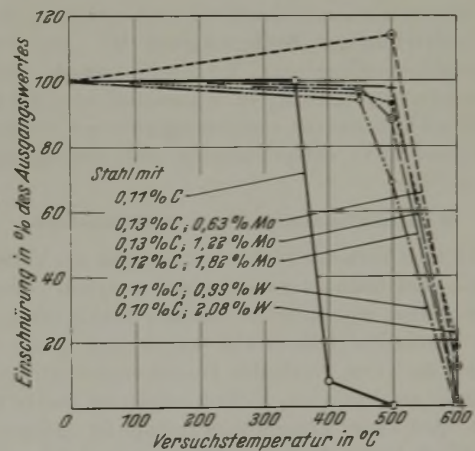


Bild 5. Einfluß von Molybdän und Wolfram auf die Einschnürung nach Wasserstoffglüfung (300 kg/cm² H₂, 100 h).

auf die Kerbzähigkeit, wie sie bei den Chromstählen in Erscheinung traten, auszuschalten, jeweils eine Probenreihe bei 950° geglüht und langsam im Ofen abgekühlt. In Bild 5 ist für die vergüteten Proben der Verlauf der Einschnürung in Abhängigkeit von der Versuchstemperatur dargestellt.

Der Stahl mit 1 % W war bei 450° noch beständig und wurde erst bei 500° angegriffen, verhielt sich also genau so gut wie ein Stahl mit 2 % Cr. Durch Zusatz von 2 % W wird die Beständigkeit auf über 500° gesteigert. Die geglühten und vergüteten Proben verhielten sich gleich.

⁴⁾ Techn. Pap. Bur. Stand. 22 (1927) S. 199/233.

⁵⁾ J. Iron Steel Inst. 128 (1933) S. 383/408; vgl. Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 1313/14.

⁶⁾ L. Jacqué: C. R. Acad. Sci., Paris, 203 (1936) S. 936/38. R. J. Sarjant und T. H. Middleham: Trans. Chem. Engng. Congr. World Power Conf. London 1936, Bd. 1, S. 66/110; vgl. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 400/02.

⁷⁾ W. Baukloh, W. v. Kronenfels und H. Guthmann: Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 1334/36. — W. Baukloh: Gießerei 22 (1935) S. 406/09. — W. Baukloh und H. Guthmann: Arch. Eisenhüttenw. 9 (1935/36) S. 201/02.

⁸⁾ W. Baukloh und H. Guthmann: Z. Metallkde. 28 (1936) S. 34/40.

⁹⁾ Arch. Eisenhüttenw. 9 (1935/36) S. 607/17 (Werkstoff-aussch. 343); Techn. Mitt. Krupp 4 (1936) S. 181/94.

Von dem Stahl mit 0,6 % Mo wurde die gegläute Probe bei 500° angegriffen, während die vergütete bei dieser Temperatur noch unversehrt war. Die beiden Stähle mit 1,2 und 1,8 % Mo waren bei 500° beständig, wurden aber beide bei 600° angegriffen. Molybdän erhöht also die Wasserstoffbeständigkeit in noch stärkerem Maße als Wolfram. Die Wirkung ist bei geringeren Zusätzen besonders groß.

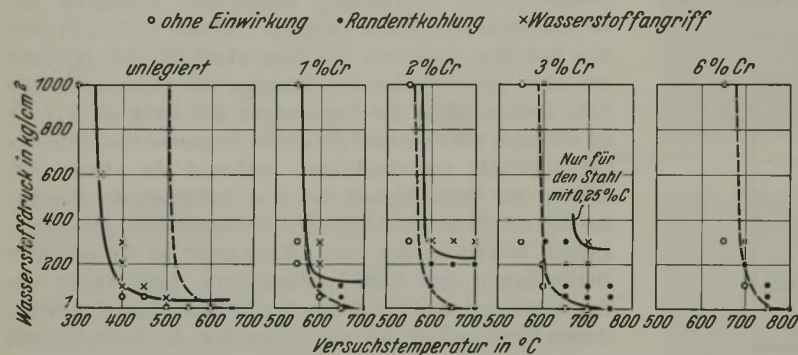
Wolfram und Molybdän gehören ebenfalls zu den karbidbildenden Elementen. Der Gefügebau der Eisen-Wolfram-Kohlenstoff- und Eisen-Molybdän-Kohlenstoff-Le-

Die Versuchsdauer betrug wieder 100 h. Die Versuchsergebnisse haben nur für diese Dauer Gültigkeit.

Die Entkohlung tritt wieder, wie bei den unlegierten Stählen, in zwei verschiedenen Formen auf, und zwar als Wasserstoffangriff und als Randentkohlung. Die Randentkohlung unterscheidet sich vom Wasserstoffangriff dadurch, daß sie keine Gefügezerstörungen hinterläßt und dementsprechend auch die Zähigkeit der betroffenen Probe nicht beeinträchtigt. In den Bildern 6 bis 10 ist die Beständigkeitsgrenze gegen Wasserstoffangriff durch ausge-

zogene Linien und diejenige gegen Randentkohlung durch gestrichelte Linien dargestellt. Beide Kurven verlaufen offenbar vollkommen getrennt und unabhängig voneinander. Wasserstoffangriff tritt bei unlegiertem Stahl schon bei Drücken von 50 kg/mm² und Temperaturen von 350° an auf, bei dem Chrom-Molybdän-Stahl mit 1 % Cr dagegen erst bei 200 kg/cm² und 600° und bei dem Stahl mit 2 % Cr erst bei 300 kg/cm² und 600°. Von den Stählen mit 3 % Cr wird innerhalb des untersuchten Bereiches nur noch der Stahl mit dem höheren Kohlenstoffgehalt angegriffen, und zwar erst bei 300 kg/cm² und 700°, während der kohlen-

stoffärmere Stahl ganz ohne Angriff bleibt. Auch der Stahl mit 6 % Cr zeigt dementsprechend keinen Angriff mehr. Während also für das Entstehen von Wasserstoffangriff das Vorhandensein eines erhöhten Druckes Voraussetzung ist, und zwar eines um so höheren Druckes, je chromreicher die Legierung ist, tritt die Randentkohlung bei allen Stählen schon bei Atmosphärendruck auf, und zwar bei dem unlegierten Stahl bei 650°, an den Stählen mit 1 und 2 % Cr bei 700°, an dem Stahl mit 3 % Cr bei 750° und an dem Stahl mit 6 % Cr bei 800°. Mit steigendem Druck verschiebt sich der Beginn der Randentkohlung ebenfalls zu niedrigeren Temperaturen.



Bilder 6 bis 10. Beständigkeitsgrenzen von Chrom-Molybdän-Stählen.

gierungen ist noch nicht völlig geklärt, doch darf angenommen werden, daß beide Elemente bei den untersuchten geringen Gehalten noch keine Sonderkarbide bilden, sondern sich ähnlich wie Chrom und Mangan zunächst in beträchtlicher Menge im Eisenkarbid lösen¹⁰⁾. Die Wirkung des Wolframs und Molybdäns dürfte demnach auf ihrer stabilisierenden Wirkung auf das Eisenkarbid beruhen. Zu dem gleichen Schluß kommt auch H. L. Maxwell¹¹⁾, der ebenfalls fand, daß sich molybdän- und wolframlegierte Stähle besonders günstig unter den Bedingungen der Ammoniaksynthese verhielten.

In diesem Zusammenhang sei noch erwähnt, daß sich reines pulverförmiges Wolframkarbid WC, das von der Hartmetallherstellung zur Verfügung stand, auch bei hundertstündiger Glühung in Wasserstoff von 300 kg/cm² bei 600° nicht zersetzte, sondern nachher wie vorher einen der Formel WC entsprechenden Kohlenstoffgehalt von 6,1 % aufwies.

Wasserstoffbeständige Chrom-Molybdän-Stähle.

Nach dem Vorhergehenden muß man in der Verbindung Chrom + Molybdän eine besonders geeignete Grundlage für den Aufbau wasserstoffbeständiger Stähle sehen, zumal da die Chrom-Molybdän-Stähle wegen ihrer guten Warmfestigkeit auch den durch den Hochdruckbetrieb gestellten besonderen mechanischen Anforderungen am besten gerecht werden. Auf dieser Legierungsgrundlage ist daher von der Firma Fried. Krupp A.-G. eine Reihe wasserstoffbeständiger Sonderstähle herausgebracht worden, von denen insbesondere die Stähle mit 3 und 6 % Cr seit Jahren weitgehende Verwendung in der chemischen Großindustrie gefunden haben¹¹⁾. In den Bildern 6 bis 10 sind Beständigkeitschaubilder für eine Reihe derartiger Chrom-Molybdän-Stähle wiedergegeben. Es handelt sich um Legierungen mit 1, 2, 3 und 6 % Cr und etwa 0,4 % Mo. Der Kohlenstoffgehalt beträgt 0,10 bis 0,15 %. Dazu kommt noch ein Stahl mit 3 % Cr und 0,25 % C und zum Vergleich ein unlegierter Stahl mit 0,11 % C. Bei diesen Versuchen wurde auch der Wasserstoffdruck planmäßig verändert.

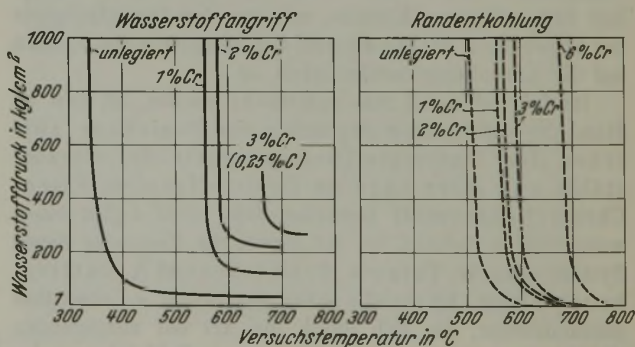


Bild 11 und 12. Beständigkeitsgrenzen von Chrom-Molybdän-Stählen.

Die Beständigkeit gegen Wasserstoffangriff wächst, wie noch deutlicher aus der Zusammenstellung der Kurven in den Bildern 11 und 12 erkennbar wird, mit steigendem Chromgehalt in weit stärkerem Maße als die Beständigkeit gegen Randentkohlung. Das Entstehen des Wasserstoffangriffs ist demnach an ganz andere Bedingungen geknüpft als das der Randentkohlung, insbesondere ist es viel stärker vom Wasserstoffdruck und vom Chromgehalt des Stahles abhängig.

Auch das Fortschreiten der Entkohlung in Abhängigkeit von Temperatur und Druck wird bei der Randentkohlung offenbar durch andere Einflüsse bestimmt als beim Wasserstoffangriff. Während der Wasserstoffangriff nach Überschreitung einer bestimmten Grenz-

¹⁰⁾ Trans. Amer. Soc. Met. 24 (1936) S. 243/24.

¹¹⁾ M. Pier: Chem. Fabrik 8 (1935) S. 45/54.

temperatur oder eines bestimmten Grenzdruckes gleich sehr tief in das Innere der Proben eindringt, nimmt die Tiefe der Randentkohlung, wie in den *Bildern 13 und 14* für die beiden Stähle mit 3% Cr dargestellt ist, mit steigender Temperatur und steigendem Druck verhältnismäßig langsam und stetig zu. Der Kurvenverlauf ist besonders für die Temperaturabhängigkeit grundsätzlich anders als beim Wasserstoffangriff [vgl. die Kurven in Bild 21 der früheren Arbeit¹⁾] und gleicht dem, den W. Baukloh und H. Guthmann⁸⁾ bei ihren Entkohlungsversuchen fanden. Bemerkenswert ist noch, daß in diesem Bereich auch der Stahl mit dem höheren Kohlenstoffgehalt langsamer entkohlt wird als der kohlenstoffärmere. Das ändert sich wieder beim Uebertritt in das Gebiet des Wasserstoffangriffs, wie bei dem Stahl mit 0,25% C an dem unvermittelten starken Anstieg der Entkohlungstiefe zwischen 650 und 700° bzw. zwischen 200 und

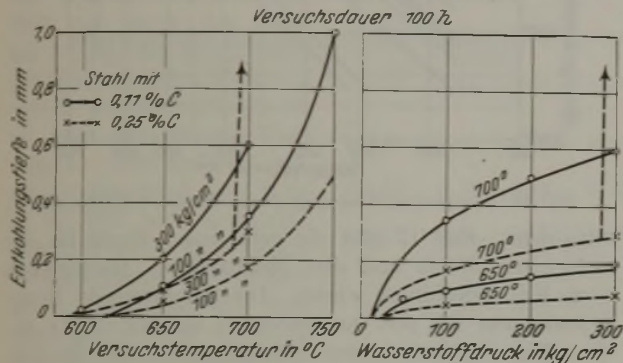


Bild 13 und 14. Abhängigkeit der Entkohlungstiefe von der Temperatur und dem Wasserstoffdruck bei Chrom-Molybdän-Stahl mit 3% Cr.

300 kg/cm² erkennbar ist. Die Entkohlung dringt nunmehr, wie *Bild 33* (s. Tafel 8) zeigt, in der bekannten verzweigten Form bis in die Mitte der Probe vor. Neben dem durchgehenden Wasserstoffangriff tritt noch in der gleichmäßigeren und stärkeren Entkohlung und geringeren Gefügauflockerung der Randzone die oberflächliche Wirkung der Randentkohlung in Erscheinung (*Bild 34*; s. Tafel 8).

Früher¹⁾ wurde bereits für die Unterschiede in den Entstehungsbedingungen und Erscheinungsformen der beiden Entkohlungsarten die Erklärung gegeben, daß die Randentkohlung gar nicht durch Wasserstoff, sondern durch den in dem verwendeten Wasserstoff vorhandenen Wasserdampf hervorgerufen wird. Diese Anschauung wurde daraus hergeleitet, daß sich im Gefüge der randentkohlten Proben Oxyde vorfanden. Die *Bilder 35 und 36* (s. Tafel 9) geben das Randgefüge einer solchen Probe aus dem Chrom-Molybdän-Stahl mit 6% Cr wieder. Zur Stützung dieser Ansicht wurde auf mehrere Arbeiten hingewiesen, aus denen hervorgeht, daß reiner trockener Wasserstoff bei so niedrigen Temperaturen, wie sie bei den vorliegenden Versuchen angewendet wurden, unter Atmosphärendruck gar nicht oder nur sehr schwach entkohlend wirkt, während feuchter Wasserstoff bereits stark entkohlt.

Zu der gleichen Feststellung führte auch der folgende Entkohlungsversuch: Je zwei Stäbe von 10 mm □ aus dem unlegierten Stahl mit 0,11% C und dem 3prozentigen Chrom-Molybdän-Stahl mit 0,10% C wurden 100 h in Wasserstoff von Atmosphärendruck bei 750° geblüht, wobei der Wasserstoff das eine Mal sorgfältig gereinigt und getrocknet und das andere Mal vor dem Eintritt in das Rohr durch Wasser von 80° geleitet wurde. Danach war die in feuchtem Wasserstoff geblühte Probe aus dem unlegierten Stahl bis in die Mitte und die Probe aus dem Chrom-Molybdän-Stahl 1,2 mm tief vollständig entkohlt, während die

dem trockenen Wasserstoff ausgesetzten Proben nur eine 0,07 und 0,03 mm tiefe Entkohlung zeigten. In den *Bildern 37 bis 40* (s. Tafel 9) sind Schiffe von Chrom-Molybdän-Stahlproben wiedergegeben. Die in feuchtem Wasserstoff entkohlte Probe zeigt deutlich die Bildung feiner Oxyde in der aus säulenförmigen Ferritkristallen bestehenden Randzone, einem Gefüge, das übrigens nach J. E. Stead¹²⁾ nur bei der Entkohlung mit oxydierenden Mitteln auftreten soll, und auch in der anderen Probe sind noch solche Oxyde erkennbar, was darauf schließen läßt, daß auch bei dieser Probe die geringe Entkohlung durch nicht völlig entfernte Spuren von Wasserdampf bewirkt worden ist.

Die geringe Tiefe der Randentkohlung ist demnach wahrscheinlich durch die langsame Sauerstoffdiffusion und das Fehlen der Gefügezerstörungen durch das Entstehen eines diffusionsfähigen Gases, des Kohlenoxyds, bei der Entkohlungsreaktion bedingt. Nach dieser Auffassung stellen dann in den *Bildern 6 bis 10* die ausgezogenen Kurven die Grenzbedingungen dar, unter denen der Wasserstoffangriff beginnt, und die gestrichelten Linien die Bedingungen, bei denen die Sauerstoffentkohlung oder -diffusion einsetzt. Der Verlauf der gestrichelten Kurve beim unlegierten Stahl konnte natürlich nicht versuchsmäßig ermittelt werden, da die bei höheren Temperaturen zu erwartende Randentkohlung im Bereich höherer Drücke von Wasserstoffangriff überdeckt wird, sondern wurde, von dem einzigen bekannten Punkt bei Atmosphärendruck ausgehend, etwa parallel zu den anderen gestrichelten Linien eingezeichnet.

Da es erfahrungsgemäß sehr schwierig ist, die letzten Spuren von Feuchtigkeit aus dem Wasserstoff zu entfernen, muß man also bei Entkohlungsversuchen mit Wasserstoff immer mit Störungen durch Sauerstoff rechnen. Bei rein analytischer Verfolgung des Entkohlungsvorgangs ist es unmöglich, zwischen der Wirkung des Wasserstoffs und der des Sauerstoffs zu unterscheiden. Die aus Entkohlungsversuchen mit Spänen gewonnenen Ergebnisse sind deshalb mit Vorsicht zu betrachten. Zweckmäßiger ist es auf alle Fälle, kompakte Proben zu verwenden, die man metallographisch untersuchen oder besser noch mechanisch prüfen kann.

Mit einer derartigen Reihe von Chrom-Molybdän-Stählen, gegebenenfalls unter Zusatz weiterer die Festigkeitseigenschaften verbessernder Legierungselemente, lassen sich nun alle Ansprüche befriedigen, die von den verschiedenen Hochdruckverfahren an den Behälterbaustoff gestellt werden. Zu erwähnen ist noch, daß diese Stähle auch eine erhöhte Widerstandsfähigkeit gegen den bei der Verarbeitung schwefelhaltiger Öle und Kohlen auftretenden Schwefelwasserstoff haben. Für Sonderfälle stehen außerdem noch die hochlegierten Werkstoffe von der Art der nichtrostenden und hitzebeständigen Stähle zur Verfügung. So wird z. B. für die mechanisch und chemisch besonders hoch beanspruchten Reaktionsöfen für die Ammoniaksynthese nach Claude ein austenitischer Chrom-Nickel-Stahl mit höchster Dauerstandfestigkeit verwendet.

Wasserstoffdiffusions-Versuche.

Es wurde bereits erwähnt, daß die Ansicht vertreten worden ist, die Widerstandsfähigkeit von Eisenlegierungen gegen Wasserstoffentkohlung werde durch den Grad ihrer Wasserstoffdurchlässigkeit bestimmt. Es wurde auch schon dargelegt, daß dies jedenfalls für die Chromstähle nicht zutrifft. Um diese Zusammenhänge jedoch völlig klarzustellen, wurden mit einer Reihe von unlegierten und

¹²⁾ J. Iron Steel Inst. 53 (1898) S. 145/205; vgl. Stahl u. Eisen 18 (1898) S. 649/57.

Zahlentafel 3. Zusammensetzung der für Wasserstoffdiffusions-Versuche verwendeten Stähle.

% C	% Si	% Mn	% Cr	% Mo	% Ti
0,40	Spur	0,48	n. b. ¹⁾	n. b.	n. b.
0,34	0,33	0,55	n. b.	n. b.	n. b.
0,64	0,14	0,56	n. b.	n. b.	n. b.
0,09	0,30	0,68	n. b.	n. b.	0,52
0,13	0,32	0,33	0,87	0,51	n. b.
0,11	0,18	0,32	3,02	0,35	n. b.
0,19	0,17	0,33	5,60	0,40	n. b.
0,11	0,24	0,40	13,30	n. b.	n. b.
0,11	0,70	0,40	17,40	n. b.	n. b.

¹⁾ Nicht bestimmt.

chromlegierten Stählen, deren Zusammensetzung *Zahlentafel 3* angibt, Diffusionsversuche gemacht. Dazugenommen wurde noch ein niedriglegierter Titanstahl, der seiner Zusammensetzung nach etwa die gleiche Durchlässigkeit wie unlegierter Stahl erwarten ließ, aber, wie später gezeigt wird, eine hohe Wasserstoffbeständigkeit hat, so daß es möglich sein müßte, daran die Durchlässigkeit eines unlegierten Stahles noch bei hohen Temperaturen und Drücken zu verfolgen, bei denen dieser schon durch Wasserstoffangriff unbrauchbar würde.



Bild 15. Versuchsanordnung für Wasserstoffdiffusions-Versuche.

Die verwendete Versuchsanordnung geht aus *Bild 15* hervor. Ein Plättchen aus dem Versuchswerkstoff von ursprünglich 20 mm Dicke wurde in ein durchgeschnittenes Rohr aus nichtrostendem Stahl quer eingeschweißt. Nach dem Schweißen wurde eine Wärmebehandlung vorgenommen (die unlegierten Stähle und der Titanstahl wurden normalgeglüht, die Chrom-Molybdän-Stähle mit 1,3 und 6 % Cr luftvergütet und die Stähle mit 13 und 17 % Cr weichgeglüht) und dann von beiden Seiten nachgebohrt, bis noch eine Trennwand von 5 mm Dicke stehen blieb. Die Bohrungen wurden dann sorgfältig gereinigt und entfettet. Das Rohr wurde in einen elektrisch beheizten Röhrenofen eingebaut; zur Temperaturmessung diente ein von außen etwas in das Plättchen eingelassenes Eisen-Konstantan-Element. In die eine Rohrhälfte wurde nun Wasserstoff hineingedrückt, die andere Seite wurde evakuiert. Der Wasserstoff wurde so zeitig eingeleitet, daß sich das Plättchen vor Beginn der Messung mit Wasserstoff sättigen konnte. Die Versuchsdauer betrug 12 h; während des Versuches wurde halbstündlich abgesaugt. Das Gas wurde gesammelt, gemessen und analysiert, um sicher zu gehen, daß es nur aus Wasserstoff bestand und keine möglicherweise aus Undichtigkeiten oder Entkohlungsreaktionen herrührenden Beimengungen enthielt. Nach Beendigung jeder Versuchsreihe wurde das Plättchen herausgetrennt, genau ausgemessen und metallographisch untersucht. Die geringen Abweichungen in der Wandstärke und Fläche werden bei der Umrechnung auf $\text{cm}^3/\text{cm}^2 \cdot \text{h}$ berücksichtigt.

In *Bild 16* sind die Ergebnisse für einen Druck von 300 kg/cm^2 und bei dem unlegierten Stahl mit 0,10 % C auch noch für 1000 kg/cm^2 in Abhängigkeit von der Temperatur dargestellt. Und zwar wurde in der üblichen Weise der Logarithmus der durchgelassenen Wasserstoffmenge gegen den reziproken Wert der absoluten Temperatur auf-

getragen. Entsprechend der bekannten exponentiellen Temperaturabhängigkeit der Diffusion¹³⁾ mußten sich dann gerade Linien ergeben. Das ist auch tatsächlich der Fall; nur bei tiefen Temperaturen unter 200° wurden mehrfach auch niedrigere Werte gefunden, als dem Verlauf der Geraden

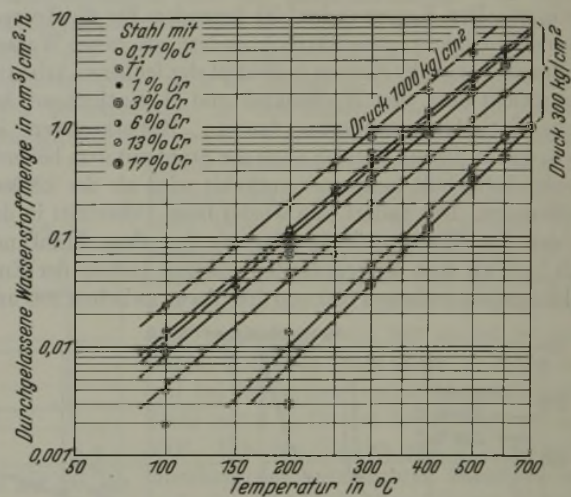


Bild 16. Temperaturabhängigkeit der Wasserstoffdiffusion.

entspricht. *Bild 17* gibt die gefundenen Werte für die unlegierten Stähle und den Titanstahl in Abhängigkeit vom Wasserstoffdruck wieder. Die durchtretende Menge nimmt linear mit der Quadratwurzel aus dem Druck zu; das gilt im Gegensatz zu den Feststellungen von W. Baukloh

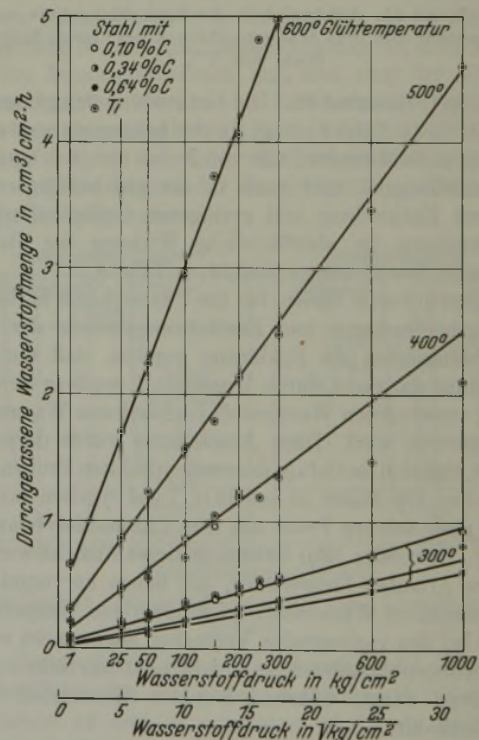


Bild 17. Druckabhängigkeit der Wasserstoffdiffusion.

und H. Guthmann⁸⁾ auch für Drücke über 120 kg/cm^2 . Eine Abweichung von dem \sqrt{p} -Gesetz besteht nur insofern, als die Geraden nicht genau dem Nullpunkt zustreben. Ähnliche Abweichungen beobachtete übrigens bei niedrigen Temperaturen auch G. Borelius¹³⁾.

¹³⁾ G. Borelius und S. Lindblom: Ann. Phys., Lpz., 82 (1927) S. 201/26. — G. Borelius: Ann. Phys., Lpz., 83 (1927) S. 121/36. — Vgl. auch G. Borelius: Metallwirtsch. 8 (1929) S. 105/08.

Die Wasserstoffdurchlässigkeit nimmt nach Bild 30 mit steigendem Chromgehalt ab; aber die Abnahme der Durchlässigkeit steht in keinem Verhältnis zu der durch den gleichen Chromgehalt bewirkten Beständigkeitserhöhung. So läßt z. B. der unlegierte Stahl mit 0,1 % C unter 300 kg/cm² Druck an seiner Beständigkeitsgrenze bei 360° stündlich etwa 1 cm³ Wasserstoff für die Flächeneinheit durch. Dieselbe Menge diffundiert durch den Stahl mit 1 % Cr bei 380° und durch den Stahl mit 3 % Cr bei 410°; dabei ist der erstgenannte Werkstoff bis 560° und der letztgenannte bis über 700° wasserstoffbeständig. Oder anders ausgedrückt: Der Stahl mit 1% Cr ist bei 550° noch beständig, obwohl er bereits mehr als die dreifache Menge, und der Stahl mit 3 % Cr ist bei 700° noch beständig, obwohl er schon mehr als die fünffache Menge Wasserstoff durchläßt als der unlegierte Stahl an der Grenze seiner Beständigkeit.

Die Wasserstoffdurchlässigkeit von unlegiertem Stahl wird mit steigendem Kohlenstoffgehalt verringert (vgl. Bild 17: 300°-Kurven), ohne daß dadurch, wie früher gezeigt wurde¹⁾, die Beständigkeit erhöht wird. Der unlegierte Stahl mit 0,64 % C hat ungefähr die gleiche Durchlässigkeit wie der 3prozentige Chrom-Molybdän-Stahl, und doch ist dieser bis über 700° beständig, während jener schon bei 400° angegriffen wird.

Der Titanstahl, der, wie später gezeigt werden wird, eine hohe Wasserstoffbeständigkeit hat, läßt genau soviel Wasserstoff durch wie ein unlegierter Stahl mit gleichem Kohlenstoffgehalt.

Diese Gegenüberstellung zeigt mit aller Deutlichkeit, daß die Wasserstoffbeständigkeit der Stähle nicht von ihrer Wasserstoffdurchlässigkeit, sondern von der Beständigkeit ihrer Karbide abhängt.

Der Einfluß von Vanadin.

Es mußte daher aussichtsreich erscheinen, wenn man dem Stahl solche Elemente zusetzte, die schon bei geringeren Gehalten stabile Sonderkarbide bilden als die bisher untersuchten Karbidbildner. Das ist z. B. beim Vanadin und Titan der Fall. Versuche mit Chrom-Vanadin-Stählen üblichen Legierungsgrades hatten jedoch nicht das erwartete gute Ergebnis; diese Stähle verhielten sich sogar wesentlich schlechter als gleich hoch legierte Chrom-Molybdän-Stähle. Auch J. S. Vanick, W. W. de Sveshnikoff und J. G. Thompson⁴⁾ fanden bei ihren Versuchen mit Chrom-Vanadin-

Zahlentafel 4. Beständigkeit von Vanadin-, Niob- und Tantalstählen gegen Wasserstoff von 300 kg/cm² Druck (Versuchsdauer 100 h).

C %	Si %	Mn %	V %	Nb %	Ta %		Behandlung	Beginn des Angriffs °C
0,12	0,28	0,42	0,26	—	—	V : C = 2,2	normalgeglüht vergütet	400 bis 500 400 bis 450
0,13	0,40	0,45	0,52	—	—	V : C = 4,0	normalgeglüht vergütet	400 bis 500 400 bis 450
0,10	0,39	0,48	0,59	—	—	V : C = 5,9	normalgeglüht vergütet	400 bis 500 > 600
0,12	0,31	0,51	0,79	—	—	V : C = 6,6	normalgeglüht vergütet	> 600 > 600
0,10	0,34	0,43	0,78	—	—	V : C = 7,8	normalgeglüht vergütet	> 600 > 600
0,10	0,28	0,45	0,99	—	—	V : C = 9,9	normalgeglüht vergütet	> 600 > 600
0,05	0,11	0,28	0,55	—	—	V : C = 11,0	normalgeglüht vergütet	> 600 > 600
0,19	0,42	0,46	0,79	—	—	V : C = 4,2	normalgeglüht vergütet	400 bis 500 400 bis 450
0,19	0,44	0,46	1,52	—	—	V : C = 8,0	normalgeglüht vergütet	> 600 > 600
0,30	0,25	0,54	0,60	—	—	V : C = 2,0	normalgeglüht vergütet	400 bis 500 400 bis 450
0,36	0,27	0,43	1,52	—	—	V : C = 4,2	normalgeglüht vergütet	400 bis 500 400 bis 450
0,28	0,34	0,52	1,82	—	—	V : C = 6,5	normalgeglüht vergütet	> 600 > 600
0,12	0,33	0,55	—	0,40	0,17	Nb : C = 3,3	unbehandelt	400 bis 500
0,10	0,22	0,45	—	0,87	0,09	Nb : C = 8,7	unbehandelt	> 600
0,11	0,26	0,49	—	0,04	0,94	Ta : C = 8,5	unbehandelt	350 bis 400
0,09	0,25	0,48	—	0,04	1,70	Ta : C = 18,9	unbehandelt	> 600

Stählen keine nennenswerte Verbesserung der Wasserstoffbeständigkeit durch Vanadinzusatz. Eine Erklärung für dieses zunächst unerwartete Verhalten brachten die folgenden Versuche mit reinen Vanadinstählen, bei denen sowohl der Vanadin- als auch der Kohlenstoffgehalt planmäßig verändert wurde. Die Zusammensetzung der verwendeten Stähle (es handelt sich um 50-kg-Güsse aus dem Lichtbogen-

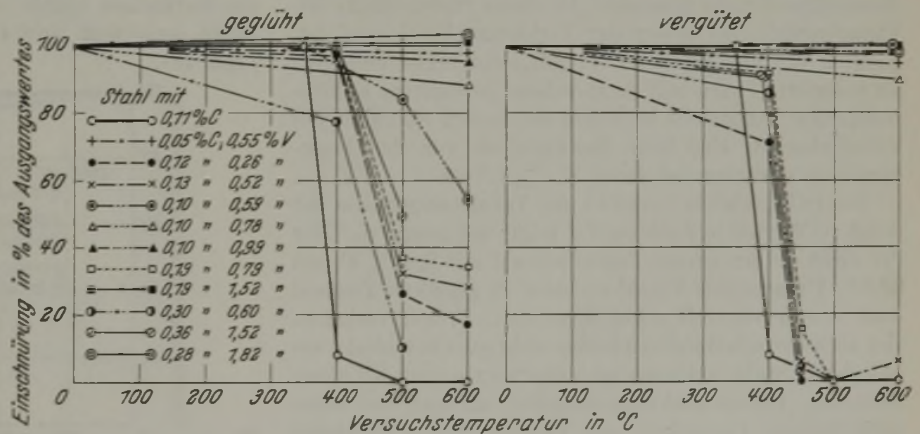


Bild 18 und 19. Einfluß von Vanadin auf die Einschnürung nach Wasserstoffglühung (300 kg/cm² H₂, 100 h).

ofen) gibt Zahlentafel 4 an. Alle Stähle wurden im normalgeglühten und im vergüteten Zustand geprüft. Der Wasserstoffdruck betrug stets 300 kg/cm² und die Versuchsdauer 100 h, verändert wurde nur die Temperatur. In den Bildern 18 und 19 sind wieder als Maßstab für das Verhalten der Stähle die Einschnürungswerte in Abhängigkeit von der Versuchstemperatur dargestellt.

Von den Stählen mit 0,1 % C war der Stahl mit 0,26 % V bis 400° beständig und wurde erst bei 450° angegriffen. Nicht besser verhielt sich der Stahl mit 0,52 % V. Der Stahl mit 0,59 % V zeigte im geglühten Zustand bei 500° ebenfalls

noch Angriffserscheinungen, war dagegen im vergüteten Zustand bis 600° beständig. Von den Stählen mit 0,78, 0,79 und 0,99 % V sowie dem Stahl mit 0,05 % C und 0,55 % V sind auch die geglühten Proben bis 600° beständig. Von den Stählen mit 0,20 % C wurde der Stahl mit 0,79 % V schon bei 450° angegriffen, während der mit 1,52 % V noch bei 600° beständig war. Von der Reihe mit 0,30 % C zeigten die beiden Stähle mit 0,60 und 1,52 % V bereits bei 450° Angriff; der Stahl mit 1,82 % V blieb dagegen bei 600° noch unangegriffen.

Kennzeichnend für das Verhalten der Vanadinstähle ist demnach, daß die Beständigkeit nicht, wie bei den Chrom-, Wolfram- und Molybdänstählen, von Anfang an gleichmäßig ansteigt, sondern erst bei einem bestimmten Legierungsgehalt sprunghaft erhöht wird. Dieser Vanadinhalt liegt für einen Kohlenstoffgehalt von 0,10 % bei etwa 0,60 % V, für 0,20 % C zwischen 0,79 und 1,52 % V und für 0,30 % C erst zwischen 1,52 und 1,82 % V, nimmt also mit steigendem Kohlenstoffgehalt in einem bestimmten Verhältnis zu diesem zu.

Die Erklärung für dieses Verhalten der Vanadinstähle ergibt sich aus ihrem Gefügeaufbau. Das Vanadin bildet nach E. Maurer¹⁴⁾ im Stahl ein Sonderkarbid der Formel V_4C_3 . Nach H. Hougardy¹⁵⁾ tritt dieses Karbid sofort im Stahl auf, ohne daß sich das Vanadin zuerst im Eisenkarbid löst, so daß also die Vanadinstähle zunächst die beiden reinen Karbide Fe_3C und V_4C_3 nebeneinander enthalten, bis der Vanadinhalt hoch genug ist, um den gesamten Kohlenstoff abbinden zu können. Das ist der Fall, wenn sich V : C (in Gew.-%) wie 5,7 : 1 verhalten. Stähle, die mehr als das 5,7fache ihres Kohlenstoffgehaltes an Vanadin enthalten, bestehen dementsprechend bei Raumtemperatur nur noch aus α -Eisen und Vanadinkarbid. Da nun beim Vorhandensein von zwei Karbiden die Wasserstoffbeständigkeit der Legierung von der Stabilität des am wenigsten beständigen Karbides bestimmt werden muß, das ist nach Hougardy in diesem Falle das reine Eisenkarbid, kann die Beständigkeit nicht zunehmen, bis dieses verschwunden ist. Vanadinstähle, bei denen das Verhältnis V : C < 5,7 ist, könnten sich also gegen Wasserstoff nicht besser verhalten als unlegierte Stähle mit entsprechend geringerem Kohlenstoffgehalt. Andererseits ist wegen der großen Stabilität des Vanadinkarbids eine hohe Beständigkeit von den Legierungen zu erwarten, bei denen V : C \geq 5,7 ist.

Das trifft, wie ein Vergleich der Versuchsergebnisse mit den V : C-Werten in *Zahlentafel 4* zeigt, fast genau zu. Nur der dicht an der Grenze liegende Stahl mit 0,10 % C und 0,59 % V macht eine Ausnahme, da er im geglühten Zustand noch von Wasserstoff angegriffen wird. Weiter verhalten sich auch die unbeständigen Stähle nicht ganz so schlecht wie unlegierter Stahl, sondern sind immerhin um etwa 50° höher beständig. Daraus muß man schließen, daß doch eine, wenn auch geringe Löslichkeit des Vanadins im Eisenkarbid besteht. Auch in den von R. Vogel und E. Martin¹⁶⁾ sowie von M. Oya¹⁷⁾ aufgestellten Schaubildern des Systems Eisen-Vanadin-Kohlenstoff tritt ein Zustandsgebiet $\alpha + Fe_3C$ auf.

Allerdings ist die Grenze dieses Gebietes, wie P. Wever, A. Rose und H. Eggers¹⁸⁾ nachgewiesen haben, von R. Vogel und E. Martin bei zu hohen Vanadinhalt angenommen worden. Nach den vorliegenden Versuchen scheint sogar der von F. Wever, A. Rose und H. Eggers

angegebene Wert von 0,2 bis 0,3 % V noch zu hoch zu sein. Auch E. Houdremont, H. Bennek und H. Schrader¹⁹⁾ stellen beim Anlassen gehärteter Werkzeugstähle mit nur 0,10 % V schon eine Verzögerung des Härteabfalls zwischen 500 und 700° durch Ausscheidung von Vanadinkarbid fest. In *Bild 20* ist ein waagerechter Schnitt bei Raumtemperatur durch die Eisenecke des Systems Eisen-Vanadin-Kohlenstoff dargestellt, in dem die Grenze des $\alpha + Fe_3C$ -Gebietes

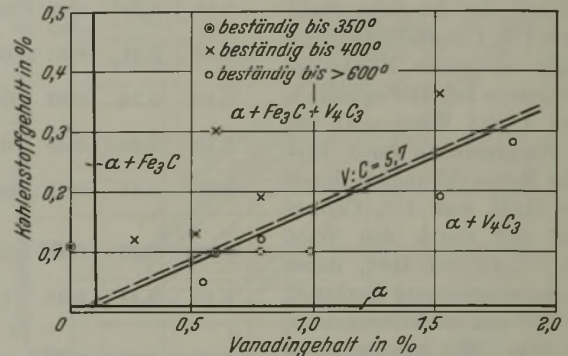


Bild 20. Zusammenhang zwischen Wasserstoffbeständigkeit und Eisen-Vanadin-Kohlenstoff-Schaubild (300 kg/cm² H₂, 100 h).

bei 0,10 % V angenommen worden ist. In dieses Schaubild sind wieder die untersuchten Legierungen eingezeichnet worden. Es ergibt sich nun, daß alle unbeständigen Vanadinstähle, auch der Stahl mit 0,1 % C und 0,59 % V, in dem Zustandsgebiet $\alpha + Fe_3C + V_4C_3$ liegen und alle beständigen Stähle in dem Zustandsgebiet $\alpha + V_4C_3$.

Das verschiedene Verhalten der beiden Karbide ist bei den geglühten Proben auch im Gefüge deutlich nachweisbar. Die unbeständigen Stähle enthalten das Eisenkarbid in Form von Perlit neben dem in feiner Verteilung ausgeschiedenen Vanadinkarbid (*Bild 41*; s. Tafel 10). Bei der Wasserstoffglühung wird der Perlit vollständig entfernt, während das Vanadinkarbid erhalten bleibt (*Bild 43*). Das Gefüge der beständigen Stähle ist dagegen perlitfrei (*Bild 42*) und bleibt demgemäß beim Glühen in Wasserstoff unverändert (*Bild 44*).

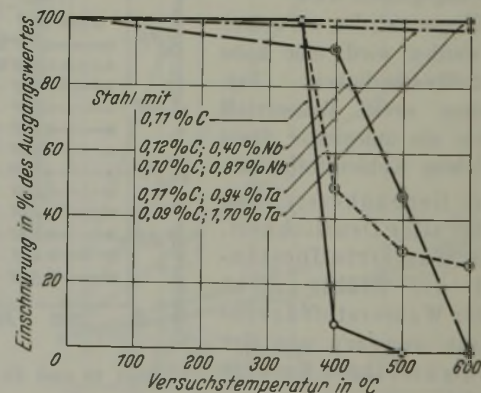


Bild 21. Einfluß von Niob und Tantal auf die Einschnürung nach Wasserstoffglühung (300 kg/cm² H₂, 100 h).

Der Einfluß von Niob und Tantal.

Es dürfte erwartet werden, daß die dem Vanadin nahestehenden Elemente Niob und Tantal ein ähnliches Verhalten zeigen würden wie dieses. Um dies nachzuprüfen, wurden je zwei Niob- und Tantalstähle der in *Zahlentafel 4* angegebenen Zusammensetzung erschmolzen. Die Stähle wurden von vornherein so legiert, daß bei Annahme der

¹⁴⁾ Stahl u. Eisen 45 (1925) S. 1629/32.

¹⁵⁾ Arch. Eisenhüttenw. 4 (1930/31) S. 497/503.

¹⁶⁾ Arch. Eisenhüttenw. 4 (1930/31) S. 487/95.

¹⁷⁾ Sci. Rep. Tôhoku Univ. 19 (1930) S. 331/64 u. 449/72.

¹⁸⁾ Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 18 (1936) S. 239/46; vgl. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 323.

¹⁹⁾ Arch. Eisenhüttenw. 6 (1932/33) S. 24/34 (Werkstoff-aussch. 182).

Karbid NbC und TaC der eine Stahl jeweils im Zustandsfeld Eisenkarbid + Sonderkarbid und der andere im Bereich des reinen Sonderkarbids liegen mußte (Nb : C \cong 8 und Ta : C \cong 15). Die Proben wurden nicht wärmebehandelt.

Der Stahl mit 0,40 % Nb war wieder bis 400° beständig (Bild 21), der Stahl mit 0,94 % Ta dagegen nur bis 350°, wie unlegierter Stahl. Das Tantal scheint sich also überhaupt nicht im Eisenkarbid zu lösen. Die höherlegierten Stähle waren in beiden Fällen bei 600° noch unangegriffen. Im Gefüge (Bilder 15 bis 18; siehe Tafel 10) zeigten die niedrigerlegierten Stähle neben Sonderkarbid noch Perlit, der durch die Einwirkung von Wasserstoff entfernt wurde, die höherlegierten nur noch das beständige Sonderkarbid. Die Verhältnisse liegen also genau so wie beim Vanadin; nur sind beim Niob und Tantal ihren höheren Atomgewichten entsprechend größere Zusatzmengen zur Abbildung des Kohlenstoffs erforderlich.

Der Einfluß von Titan, Zirkon und Thorium.

Starke Karbidbildner sind bekanntlich auch das Titan und die ihm nahestehenden Elemente Zirkon und Thorium. Einer eingehenden Untersuchung wurden von diesen wieder

Zahlentafel 5. Beständigkeit von Titan-, Zirkon- und Thoriumstählen gegen Wasserstoff von 300 kg/cm² Druck (Versuchsdauer 100 h).

C %	Si %	Mn %	Al %	Ti %	Zr %	Th %		Behandlung	Beginn des Angriffs °C
0,12	0,30	0,60	0,04	0,11	—	—	Ti : C = 0,9	unbehandelt	400 bis 500
0,11	0,45	0,62	0,08	0,26	—	—	Ti : C = 2,4	unbehandelt	400 bis 500
0,09	0,23	0,50	0,13	0,42	—	—	Ti : C = 4,7	vergütet	> 600
								vergütet	> 600
0,10	0,28	0,47	0,00	0,50	—	—	Ti : C = 5,0	unbehandelt	> 600
								vergütet	> 600
0,10	0,31	0,69	0,19	0,98	—	—	Ti : C = 9,8	unbehandelt	> 600
								vergütet	> 600
0,24	0,18	0,68	0,13	0,57	—	—	Ti : C = 2,4	unbehandelt	400 bis 500
0,20	0,46	0,72	0,17	0,61	—	—	Ti : C = 3,1	unbehandelt	400 bis 500
0,20	0,37	0,64	0,22	1,04	—	—	Ti : C = 5,2	unbehandelt	> 600
0,42	0,32	0,73	0,16	0,50	—	—	Ti : C = 1,2	unbehandelt	400 bis 500
0,35	0,25	0,58	0,27	1,09	—	—	Ti : C = 3,1	unbehandelt	400 bis 500
1,05	0,45	0,74	0,15	0,92	—	—	Ti : C = 0,9	weichgeglüht	400 bis 500
0,80	0,53	0,72	0,31	1,59	—	—	Ti : C = 2,0	weichgeglüht	400 bis 500
0,80	0,46	0,76	0,58	3,70	—	—	Ti : C = 4,6	weichgeglüht	> 600
0,12	0,52	0,52	—	—	0,42	—	Zr : C = 3,5	unbehandelt	400 bis 500
0,07	0,70	0,56	—	—	0,36	—	Zr : C = 5,2	unbehandelt	400 bis 500
0,13	0,49	0,23	—	—	1,37	—	Zr : C = 10,5	unbehandelt	> 600
0,10	0,31	0,60	—	—	2,26	—	Zr : C = 22,6	unbehandelt	> 600
0,05	0,02	0,10	—	—	—	1,90	Th : C = 38,0	unbehandelt	> 600

bis 400° beständig, die mit 0,42 % und mehr Titan dagegen bis über 600°, und zwar sowohl die unbehandelten als auch die vergüteten Proben. Bei den Stählen mit 0,20 % C lag der Beständigkeitssprung zwischen 0,61 und 1,04 % Ti, bei 0,35 % C über 1,09 % Ti und bei 0,80 % C erst zwischen 1,59 und 3,70 % Ti.

Ein Vergleich zwischen dem Verhalten der Stähle und ihrer Lage im Zustandschaubild der Eisen-Titan-Kohlenstoff-Legierungen nach W. Tofaute und A. Büttinghaus²⁰⁾ (Bild 23) ergibt wieder, daß alle

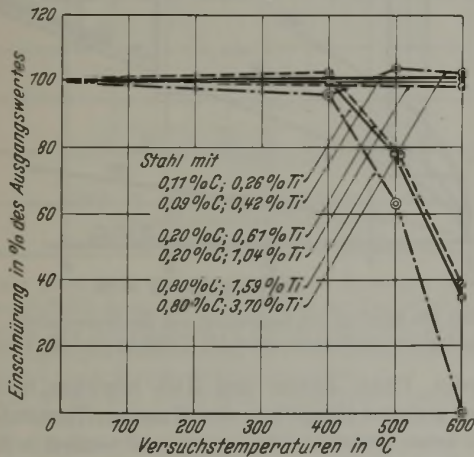


Bild 22. Einfluß von Titan auf die Einschnürung nach Wasserstoffeinwirkung (300 kg/cm² H₂, 100 h).

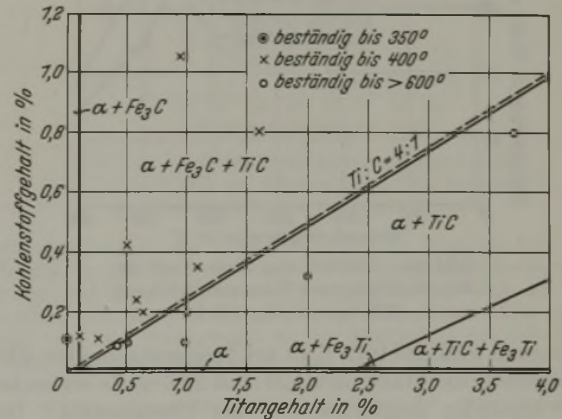


Bild 23. Zusammenhang zwischen Wasserstoffbeständigkeit und Eisen-Titan-Kohlenstoff-Schaubild (300 kg/cm² H₂, 100 h).

die Titanstähle unterworfen. Zahlentafel 5 gibt die Zusammensetzung der untersuchten Stähle wieder (Güsse von 20 bis 50 kg Gewicht). Es handelt sich um vier Gruppen mit 0,1, 0,2, 0,4 und 0,8 % C. Die Schmelzen wurden im allgemeinen mit aluminothermisch reduziertem Ferrotitan legiert und enthalten daher Aluminium. Nur der Stahl mit 0,10 % C und 0,50 % Ti wurde mit reinem Titanmetall erschmolzen und ist deshalb aluminiumfrei. Alle Stähle mit Ausnahme derjenigen mit 0,8 % C, die weichgeglüht wurden, wurden im Schmiedezustand geprüft; einzelne Stähle der Gruppe mit 0,1 % C (vgl. Zahlentafel 5) wurden auch noch vergütet.

Wie aus Zahlentafel 5 und Bild 22 hervorgeht, waren von den Stählen mit 0,1 % C die mit 0,11 und 0,26 % Ti nur

die Stähle unbeständig sind, die neben Titankarbid noch Eisenkarbid enthalten, und alle die beständig sind, die nur noch aus α -Eisen und Titankarbid bestehen. Da der Verlauf der Begrenzungslinie zwischen den beiden Zustandsfeldern ungefähr dem Verhältnis Ti : C = 4 : 1 entspricht, kann man auch sagen, daß ein Titanstahl dann wasserstoffbeständig ist, wenn er mehr als das Vierfache seines Kohlenstoffgehaltes an Titan enthält.

Im Schlibbild kommt der Angriff bei den unbeständigen Stählen wieder in einer Entfernung des Perlits zum Ausdruck (Bilder 49 bis 56; s. Tafel 11), während das in feiner Verteilung ausgeschiedene Titankarbid zurückbleibt.

²⁰⁾ Techn. Mitt. Krupp. A: Forsch.-Ber., 1938, S. 67/78.

Um diese Vorgänge auch analytisch erfassen zu können, wurden von einigen Stählen sehr feine Frässpäne entnommen und jeweils 100 h in Wasserstoff von 300 kg/cm² Druck bei 500 und 600° geglüht. Die Späne wurden vor und nach dem Versuch analysiert (Zahlentafel 6). Aus Bild 24 ist ersichtlich, daß der gesamte als Fe₃C vorhandene Kohlenstoff entfernt wird, während der an Titan gebundene Kohlenstoff quantitativ zurückbleibt.

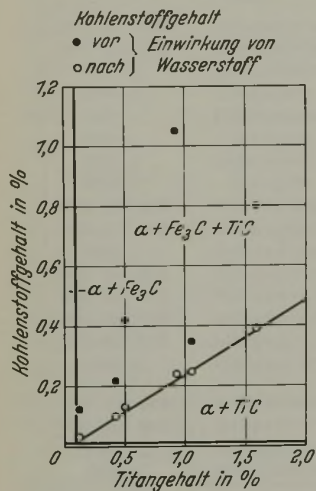


Bild 24. Entkohlungsversuch mit Titanstahlspänen (300 kg/cm² H₂, 600°, 100 h).

Der Einfluß des Zirkons wurde an vier Stählen mit etwa 0,10 % C untersucht, außerdem wurde noch ein einzelner Thoriumstahl mitgeprüft, der so legiert wurde, daß er voraussichtlich wasserstoffbeständig sein mußte (vgl. Zahlentafel 5 und Bild 25). Die Proben blieben ohne Wärmebehandlung. Von den Zirkonstählen wurden die

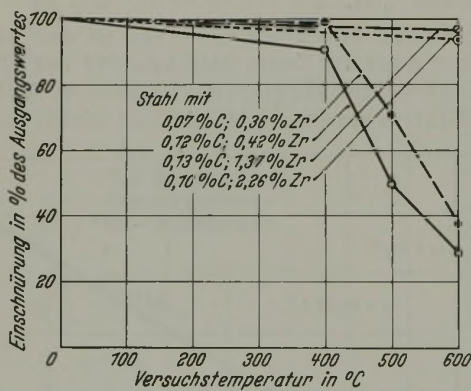


Bild 25. Einfluß von Zirkon auf die Einschnürung nach Wasserstoffglühung (300 kg/cm² H₂, 100 h).

beiden mit 0,36 und 0,42 % Zr bei Temperaturen über 400° angegriffen, die Stähle mit 1,37 und 2,26 % Zr waren bei 600° beständig, desgleichen auch der Thoriumstahl. Der Beständigkeitsprung mußte bei den Zirkonstählen entsprechend der Zusammensetzung des Karbides ZrC bei einem Verhältnis von Zr : C \cong 7,6 liegen; tatsächlich liegt er auch zwischen den Werten 5,2 und 10,5.

Zusammenfassung.

In Bild 26 sind die hauptsächlichen Ergebnisse der Arbeit noch einmal zusammenfassend dargestellt. Die nicht karbidbildenden Elemente Silizium, Nickel und Kupfer haben auf die Wasserstoffbeständigkeit keinen Einfluß. Das Mangan, welches kein Sonderkarbid im Stahl bildet, aber vom Eisenkarbid in beträchtlichem Maße aufgenommen wird, erhöht die Beständigkeit nur wenig. Chrom, Wolfram und Molybdän bewirken eine starke, stetige Steigerung der Wasserstoffbeständigkeit. Da sich diese Elemente zunächst ebenfalls stark im Eisenkarbid lösen, beruht ihre Wirkung zweifellos auf einer Stabilisierung des Eisen-

Zahlentafel 6. Ergebnis von Entkohlungsversuchen mit Titanstahlspänen. (100 h Glühung in Wasserstoff von 300 kg/cm².)

Ausgangszusammensetzung		Kohlenstoffgehalt nach Glühung bei	
C %	Ti %	500° %	600° %
0,12	0,41	0,03	0,03
0,09	0,42	0,09	0,09
0,22	0,43	0,10	0,11
0,16	0,81	0,16	0,16
0,42	0,50	0,13	0,13
0,35	1,05	0,25	0,25
0,32	2,40	0,33	0,35
1,05	0,92	0,24	0,24
0,80	1,59	0,39	0,40
0,80	3,70	0,80	0,80

karbids. Bei den Chromstählen tritt bei einem bestimmten vom Kohlenstoffgehalt abhängigen Chromgehalt eine weitere unetstetige Erhöhung der Beständigkeit ein. Es wurde gezeigt, daß diese Erscheinung mit dem Auftreten des Sonderkarbids (Cr, Fe)₇C₃ oder richtiger mit dem Verschwinden des Eisenkarbids (Fe, Cr)₃C im Zusammenhang steht. Auch an den im Bereich des Chromkarbids liegenden wasserstoffbeständigen Stählen wurden noch Entkohlungserscheinungen (Randentkohlung) beobachtet, die aber harmlos sind, da sie die Zähigkeit des Werkstoffs nicht beeinträchtigen. Diese Randentkohlung muß als eine Einwirkung des im Wasserstoff vorhandenen Wasserdampfes angesehen werden.

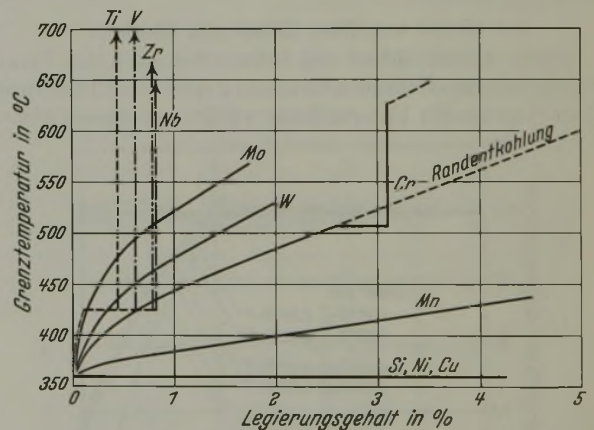


Bild 26. Einfluß der Legierung auf die Wasserstoffbeständigkeit von Stählen mit 0,1% C (300 kg/cm² H₂, 100 h).

Vanadin, Titan, Zirkon und Niob bewirken nach anfänglicher geringer Steigerung der Wasserstoffbeständigkeit zunächst keine weitere Verbesserung und werden in diesem Bereich durch Wolfram und Molybdän in ihrer Wirkung übertroffen. Erst bei Ueberschreitung einer bestimmten vom Kohlenstoffgehalt abhängigen Zusatzmenge rufen diese Elemente eine sprunghafte und außerordentlich starke Erhöhung der Wasserstoffbeständigkeit hervor. Durch Vergleich mit den Zustandsschaubildern konnte dieses Verhalten folgendermaßen gedeutet werden. Die anfängliche Steigerung der Beständigkeit ist auf eine Lösung der Elemente im Eisenkarbid zurückzuführen. Da die Löslichkeit jedoch sehr gering ist, kann, obwohl die spezifische Wirkung der Zusatzstoffe auf die Stabilität des Eisenkarbids offenbar groß ist, in diesem Bereich keine wesentliche Erhöhung der Widerstandsfähigkeit erfolgen. Bei weiterer Steigerung des Legierungsgehaltes über die Löslichkeitsgrenze des Eisenkarbids für die Zusatzelemente hinaus tritt neben dem mit dem betreffenden Legierungselement gesättigten Eisenkarbid das entsprechende Sonderkarbid auf. Da die

Wasserstoffbeständigkeit des Stahls aber durch die Stabilität des am wenigsten beständigen Karbids, also in diesem Falle des Eisenkarbids bestimmt wird, kann sie in diesem Bereich trotz der mengenmäßigen Zunahme des Sonderkarbids keine weitere Steigerung erfahren. Erst wenn das Eisenkarbid völlig verschwunden und nur noch das Sonderkarbid vorhanden ist, muß die Beständigkeit sprunghaft steigen und, da diese Elemente sehr stabile Karbide bilden, einen außerordentlich hohen Wert erreichen.

Bei Berücksichtigung dieser Zusammenhänge lassen sich unter Verwendung der genannten Legierungselemente also sehr wasserstoffbeständige Werkstoffe erzielen. Dabei kann die Höhe des Zusatzes verhältnismäßig gering sein, und

zwar um so geringer, je niedriger das Atomgewicht des betreffenden Elementes ist. So hat z. B. ein Stahl mit 0,10 % C und 0,5 % Ti oder 0,6 % V eine höhere Beständigkeit als ein Stahl mit 3 % Cr und gleichem Kohlenstoffgehalt und ist unter Berücksichtigung der bei den Chromstählen auftretenden Randentkohlung sogar beständiger als ein 5prozentiger Chromstahl. Es muß allerdings bemerkt werden, daß die Verwendbarkeit dieser Legierungen beispielsweise für Treibstoff-Gewinnungsanlagen dadurch eingeschränkt wird, daß sie nicht wie die chromlegierten Stähle gleichzeitig auch eine erhöhte Beständigkeit gegen Schwefelwasserstoff haben und sich auch für die Herstellung großer dickwandiger Schmiedestücke nicht eignen.

An den Bericht schloß sich folgende Erörterung an.

W. Baukloh, Berlin: Ich möchte zunächst davor warnen, schlechthin zu sagen, daß Methan nicht in der Lage sei, durch Eisen zu diffundieren. Die Tatsache, daß bei der Entkohlung von Stahl eine ferritische Randzone auftreten kann, ist ein Beweis dafür, daß das gasförmige Reaktionserzeugnis — im vorliegenden Falle Methan — durch diese Eisenschicht hindurch-

eingangs schon erörtert, darüber im klaren ist, daß man es hier mit einer heterogenen Reaktion zu tun hat. Es handelt sich hier um die Gegenüberstellung zweier Vorgänge: 1. um die Wegführungsmöglichkeit des Kohlenstoffs durch den Wasserstoff und 2. um die Rückwanderungsmöglichkeit von Kohlenstoff in die Randschichten des Stahles. Ist die Fortführungsmöglichkeit des Kohlenstoffs durch den Wasserstoff größer als die Rückwande-

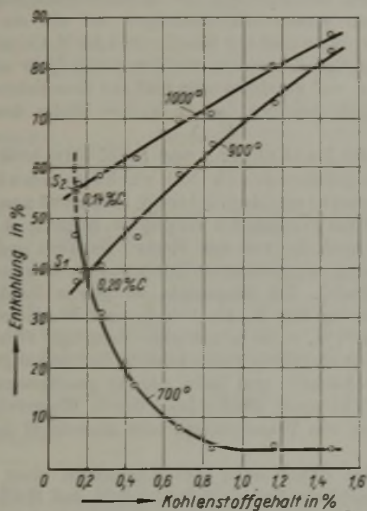


Bild 57. Wasserstoffentkohlung reiner Eisen-Kohlenstoff-Legierungen (nach W. Baukloh und H. Guthmann).

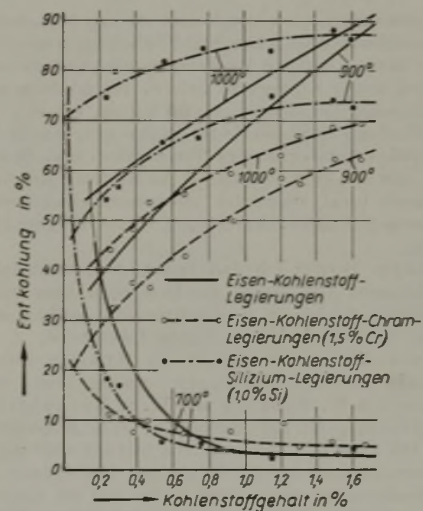


Bild 58. Wasserstoffentkohlung unlegierter und legierter Stähle bei verschiedenen Temperaturen in Abhängigkeit vom Kohlenstoffgehalt.

wandern kann. Die Aussage von Herrn Naumann müßte daher wissenschaftlich formuliert heißen, daß Methan nicht in der Lage ist, durch das Eisengitter zu diffundieren, was dann auch den allgemeingültigen Auffassungen über die Diffusionsmöglichkeiten von Gasen durch Metalle entsprechen würde.

Zur Erörterung der Wiederaufkohlung dieser Randzone durch Wasserstoff-Methan-Gemische müßte das Gleichgewicht Kohlenstoff-Wasserstoff-Eisen herangezogen werden, was hier zu weit führen würde.

Es entspricht weiterhin nicht unseren experimentellen Erfahrungen, daß eine Randentkohlung bei der Wasserstoffbehandlung von Stahl nur dann auftreten könne, wenn der Wasserstoff einen gewissen Gehalt an Wasserdampf aufzuweisen hat. Abgesehen davon, daß diese Annahme bereits aus grundsätzlichen Erwägungen, die sich aus der Tatsache ableiten, daß man es hier mit einer heterogenen Reaktion zu tun hat, bei der die Diffusionsmöglichkeit der Reaktionspartner in den meisten Fällen einen entscheidenden Einfluß auf den Gesamtverlauf der Reaktion hat, zurückzuweisen ist, konnte ich mit meinen Mitarbeitern das Auftreten von sichtbaren Randentkohlungszonen mit sorgfältigst von Wasser gereinigtem Wasserstoff immer wieder beobachten.

Der Einfluß von Kohlenstoff auf die Entkohlungsgeschwindigkeit ist in Bild 57 wiedergegeben⁶⁾, aus der zu ersehen ist, daß bei 700° die Entkohlung mit steigendem Kohlenstoffgehalt abnimmt, während diese Verhältnisse bei 900 und 1000° umgekehrt liegen. Hier wird die Gesamtentkohlung mit steigendem Kohlenstoffgehalt größer. Sucht man eine Erklärung für diese Erscheinung, so ist es notwendig, daß man sich, wie

rumgangsmöglichkeit des Kohlenstoffs in die Randschichten des Stahles, so sind stets ferritische Randschichten zu beobachten. Liegen jedoch die Verhältnisse umgekehrt, so erfolgt die Entkohlung gleichsam über den ganzen Querschnitt. Den ersten Fall wird man vorzugsweise bei der Entkohlung bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen und hohen Drücken beobachten, während die zweite Erscheinung vorzugsweise bei der Entkohlung bei höheren Temperaturen zu beobachten ist. Die genaueren Unterlagen werden demnächst in einer Arbeit von W. Baukloh und B. Knapp veröffentlicht werden.

Diese beiden Erscheinungsformen der Entkohlung müssen natürlich auch einen Einfluß auf die Entkohlungsgeschwindigkeit haben, so daß aus ihnen nunmehr die Versuchsergebnisse des Bildes 57 zu verstehen sind. Die Kohlenstoff-Wanderungsgeschwindigkeit ist bei 700° noch gering gegenüber der Fortführungsmöglichkeit des Kohlenstoffs durch den Wasserstoff. Die Entkohlungsgeschwindigkeit wird daher im wesentlichen bestimmt durch die Beförderungsmöglichkeit des Wasserstoffs zur Entkohlungszone bzw. des Methans aus der Entkohlungszone ins Freie. Nun weiß man nach Untersuchungen von W. Baukloh und H. Guthmann⁶⁾, daß die Diffusionsgeschwindigkeit des Wasserstoffs durch Stahl mit steigendem Kohlenstoffgehalt abnimmt, wie das auch von Herrn Naumann bestätigt worden ist. Dieser diffusionshemmende Einfluß ist daher bestimmend für den Ablauf der Reaktion und damit die Ursache für den Verlauf der Entkohlungskurve für 700° in Bild 57. Bei Temperaturen von 900 und 1000° ist dagegen die Kohlenstoff-Wanderungsgeschwindigkeit bereits so groß, daß der an der Oberfläche der Stahlprobe durch den Wasserstoff

fortgeführte Kohlenstoff aus dem Innern der Stahlprobe in jedem Augenblick zum Teil nachgeliefert werden kann. Unter diesen Voraussetzungen spielt sich die Umsetzung zwischen Kohlenstoff und Wasserstoff im wesentlichen nur noch an der Oberfläche der Stahlprobe ab, so daß jetzt die Diffusionsmöglichkeit der gasförmigen Reaktionsteilnehmer praktisch keine Rolle mehr spielt. Die Reaktionsgeschwindigkeit wird daher jetzt allein durch die Konzentration des Wasserstoffs und des Kohlenstoffs bestimmt, d. h. sie muß mit steigendem Kohlenstoffgehalt größer werden, wie das auch aus Bild 57 ersichtlich ist. Daß diese Verhältnisse nicht nur für reine Eisen-Kohlenstoff-Legierungen zutreffen, sondern auch an legierten Stählen beobachtet werden konnten, zeigt Bild 58.

Ich möchte jetzt noch Stellung nehmen zu der Angabe von Herrn Naumann, daß es entgegen meiner Ansicht keine Beziehung gäbe zwischen der Entkohlungsgeschwindigkeit und der Diffusionsgeschwindigkeit der an der Entkohlung beteiligten Reaktionspartner. Ganz abgesehen von der Tatsache, daß diese Zusammenhänge heute nicht mehr aus dem Bild vom Reaktionsmechanismus heterogener Reaktionen wegzudenken sind, versucht Herr Naumann, diese Tatsache durch Versuche zu entkräften, in denen er den Kohlenstoff bereits durch Zulegieren von Karbidbildnern in eine beständigere Form übergeführt hat, wodurch die Reaktionsmöglichkeit zwischen Wasserstoff und Kohlenstoff so gering wird, daß diese Zusammenhänge von vornherein in den Hintergrund treten müssen.

Die Untersuchungen von mir und meinen Mitarbeitern über die Wasserstoffentkohlung von Stahl haben im wesentlichen das Ziel, einen Beitrag zu der Reaktionsmöglichkeit zwischen gasförmigen und festen Körpern zu liefern. Sie konnten sich daher nicht an das enge Versuchsprogramm halten, wie es z. B. heute für die Auffindung wasserstoffester Stähle durchaus geboten ist, sondern mußten darüber hinaus Temperatur- und Druckgebiete erforschen, die für eine praktische Auswertung im Augenblick vielleicht noch nicht sonderlich interessant erscheinen mögen, für die wissenschaftliche Bearbeitung dieser Fragen aber unerlässlich sind.

B. Knapp, Berlin: Ich darf Ihnen im Zusammenhang mit den Ausführungen von Herrn Baukloh noch über einige Versuche berichten, die ich im Eisenhüttenmännischen Institut der Technischen Hochschule Berlin durchgeführt habe.

Bei Entkohlungsversuchen an Spänen aus reinen Eisen-Kohlenstoff-Legierungen wurde eine volle Bestätigung der von W. Baukloh und W. v. Kronenfels²¹ festgestellten Abhängigkeit der Entkohlung vom Kohlenstoffgehalt gefunden. Die Entkohlung nimmt von 600 bis 850° mit steigendem Kohlenstoffgehalt bis 0,9 % ab und bleibt dann ungefähr gleich. Grundsätzlich anders wird es bei 900 bis 1000°, wo die Entkohlung mit dem Kohlenstoffgehalt zunimmt. Man könnte einwenden, daß durch Einführung des Begriffes „prozentuale Entkohlung“

$$\left(\frac{\% \text{ C am Anfang} - \% \text{ C am Ende}}{\% \text{ C am Anfang}} \cdot 100 \right)$$

die wahren Verhältnisse verschleiert würden. Daß das nicht der Fall ist, wurde durch die Aufstellung von Kurven über den Abbau an Kohlenstoff in g je g Ausgangslegierung nachgewiesen. Auch diese zeigen eine Abnahme der entfernten Kohlenstoffmengen mit steigendem Kohlenstoffgehalt unterhalb 850° bei Legierungen mit 0,1 bis 0,9 % C und eine Zunahme bei höheren Temperaturen.

Weiterhin ist bemerkenswert, daß nicht nur die Entkohlung von Spänen, sondern auch die Randentkohlung von Würfeln, die aus reinen Eisen-Kohlenstoff-Legierungen hergestellt waren, eine ähnliche Abhängigkeit zeigen. Die Würfel wurden der Einwirkung von strömendem Wasserstoff unter Druck ausgesetzt. Die Entkohlung, ausgedrückt durch die Dicke der auftretenden ferritischen Randschicht, nimmt mit steigendem Kohlenstoffgehalt bei 600 und 700° ab; so beträgt z. B. die Stärke der Ferritzone bei 0,88 % C und 700° nur noch 50 % der bei 0,32 % C und 700°. Erwähnenswert ist vielleicht noch, daß mit steigender Temperatur schließlich die ferritischen Randschichten vollständig aufhören und dann Randschichten auftreten, die einen abnehmenden Kohlenstoffgehalt von innen nach außen aufweisen. Das ist bedingt durch die Gleichgewichtsverhältnisse im System Eisen-Kohlenstoff-Wasserstoff, deren Erörterung hier zu

weit führen würde. Bei 900° und bei noch höheren Temperaturen liegen dann die Verhältnisse so, daß es zu einer Reaktion zwischen Wasserstoff und Kohlenstoff an der Oberfläche des Werkstücks kommt. Die Wanderungsgeschwindigkeit des Kohlenstoffs ist nunmehr so groß, daß jeweils so viel Kohlenstoff von innen nachgeliefert wird, wie an der Oberfläche entfernt wird. Es können keine Randschichten mehr beobachtet werden, und man befindet sich im Gebiet der gleichmäßigen Entkohlung über den ganzen Querschnitt.

F. Eisenstecken, Dortmund: Die Versuche von Herrn Naumann zeigen eine gewisse Ähnlichkeit mit Korrosionskurzversuchen. Das legt die Frage nahe, ob die Ergebnisse der Kurzprüfungen von Herrn Naumann auch durch Langzeitversuche bestätigt worden sind. Sonst wäre der Fall möglich, daß zwischen den Feststellungen bei den Wasserstoffdiffusions-Versuchen und der wirklichen Wasserstoffbeständigkeit im Betriebe ein Unterschied besteht.

F. K. Naumann, Essen: Daß Herr Baukloh es unternommen hat, im Interesse der Wissenschaft auch solche Temperaturgebiete zu erforschen, die vom praktischen Standpunkt aus von geringerer Bedeutung sind, ist zweifellos sehr zu begrüßen. Natürlich muß es vermieden werden, aus solchen Versuchen Schlüsse auf das Verhalten von Stählen unter Betriebsbedingungen der Hochdruckverfahren zu ziehen. So könnte z. B. jemand nach dem Studium der Bauklohschen Arbeiten auf den Gedanken kommen, daß ein Stahl mit 0,9 % Cr etwa unter den Bedingungen der Kohlenhydrierung oder Ammoniaksynthese wasserstoffbeständiger sei als ein Stahl mit 3 oder 5 % Cr, oder daß ein Stahl mit 1,56 % Cr und 0,35 % C genau so beständig wäre wie ein Stahl mit 5,82 % Cr und 0,15 % C, was tatsächlich, wie gezeigt wurde und aus dem Betriebsverhalten derartiger Stähle bekannt ist, in keiner Weise den Tatsachen entspricht.

Daß bei der Entkohlung von Stahl durch Wasserstoff unter Atmosphärendruck bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen ferritische Randschichten entstehen, bei hohen Temperaturen dagegen nicht, ist seit langem bekannt, und auch die von den Herren Baukloh und Knapp für diese Erscheinung angenommene Erklärung ist bereits von anderen gegeben worden²²). Im Gegensatz zu Herrn Baukloh und in Übereinstimmung mit E. H. Schulz und W. Hülsbruch sowie C. R. Austin²³) u. a. habe ich aber derartige Ferritränder bei Verwendung von sorgfältig getrocknetem und gereinigtem Wasserstoff nicht beobachtet und habe daraus geschlossen, daß diese Ferritzen nicht einer Entkohlung durch Wasserstoff, sondern der Einwirkung von Wasserdampf oder Sauerstoff ihr Entstehen verdanken.

Mir scheint daher auch das Erscheinen einer ferritischen Randschicht nicht ein Beweis dafür zu sein, daß Methan im Eisen diffundieren kann, sondern eher ein Beweis dafür, daß der verwendete Wasserstoff nicht vollständig frei von Wasserdampf oder Sauerstoff war. Daß es sehr schwierig ist, die letzten Spuren von Wasserdampf aus dem Wasserstoff zu entfernen, habe ich bereits erwähnt.

Daß es keine Beziehungen zwischen der Entkohlungsgeschwindigkeit und der Diffusionsgeschwindigkeit der an der Entkohlung beteiligten Reaktionspartner gäbe, habe ich nicht behauptet, sondern ich habe nur festgestellt, daß keine Beziehungen zwischen der Wasserstoffbeständigkeit der verschiedenen Stähle und ihrer Durchlässigkeit für Wasserstoff bestehen, dagegen die geringe Entkohlungsgeschwindigkeit bei der „Randentkohlung“ ausdrücklich auf die langsame Sauerstoffdiffusion zurückgeführt. Wenn Herr Baukloh jetzt sagt, daß diese Zusammenhänge durch Zulegieren von Karbidbildnern in den Hintergrund treten müssen, so schließt er sich damit offenbar meiner Ansicht von dem bestimmenden Einfluß der Kohlenstoffbindung auf die Wasserstoffbeständigkeit an.

Herrn Eisenstecken möchte ich auf seine Frage antworten, daß die Versuche zum Teil auf 2000 h Dauer ausgedehnt wurden und daß die Stähle dabei, wie auch bei langzeitigen Betriebsbeanspruchungen, grundsätzlich das gleiche Verhalten wie bei den Kurzversuchen zeigten.

²²) Vgl. E. H. Schulz und W. Hülsbruch: Arch. Eisenhüttenw. 1 (1927/28) S. 225/40 (Werkstoffaussch. 141).

²³) Trans. Amer. Soc. Met. 22 (1934) S. 31/67.

²¹) Arch. Eisenhüttenw. 11 (1937/38) S. 145/56.

Der Welthandel in Eisen und Stahl seit dem Jahre 1933.

Von J. W. Reichert in Berlin.

(Deutschlands Ausfuhr an Grobeisenerzeugnissen im Vergleich zu derjenigen der anderen führenden Eisenländer. Die Ausfuhr jüngerer Industrieländer. Der Welthandelsumfang nach der Ausfuhr der Eisenländer. Stärkste Zunahme im Jahre 1937. Selbstversorgungsbestrebungen mindern den Welthandel. Ausfuhrentwicklung einzelner Erzeugnisse. Wechselseitige Belieferung der Eisenländer, namentlich in Roheisen und Halbzeug. IRG. und Weltmarktpreise.)

Außenhandel bedeutet mehr als bloß Warenaustausch mit fremden Völkern. Die Beteiligung an der Deckung des Weltbedarfs heißt zugleich mittels ausländischer Aufträge den heimischen Arbeitskräften zusätzliche Bestellungen zuführen, ferner die Leistungsfähigkeit der Betriebsanlagen besser ausnutzen, die Kostenlage verbessern und somit den Ertrag erhöhen, ja im weiteren Sinne die unumgängliche Einfuhr fremder Nahrungsmittel, Rohstoffe usw. sicherstellen. Es begegnen sich also auf dem Gebiete des Außenhandels privat- und volkswirtschaftliche Notwendigkeiten in großer Zahl; sie rechtfertigen die ständigen Bemühungen der Nation, den Anteil am Welthandel nicht verkleinern zu lassen, sondern möglichst zu erhöhen, in vollem

Zahlentafel 1. Ausfuhr an Grobeisenerzeugnissen der führenden Eisenländer der Welt von 1933 bis 1937 (in 1000 mt).

Jahr	Deutschland	England	Frankreich	Belgien-Luxemburg	Vereinigte Staaten von Amerika	Summe
1933	1489,3	1737,8	2385,9	3086,9	520,2	9 220,1
1934	2027,2	2021,3	2721,4	3292,8	910,8	10 973,5
1935	2580,8 ¹⁾	2119,5	1677,2 ²⁾	3148,5	892,8	10 418,8
1936	2974,4	1959,7	1426,8	3083,2	1149,4	10 593,5
1937	2933,2	2320,1	1971,7	3802,8	3381,5	14 409,3

¹⁾ Ab 18. Februar 1935 einschließlich Saargebiet.
²⁾ Ab 18. Februar 1935 ausschließlich Saargebiet.

Zahlentafel 2. Ausfuhr an Grobeisenerzeugnissen von weiterenzwölf Eisenländern von 1933 bis 1937 (in 1000 mt).

Jahr	Oesterreich	Tschecho-Slowakei	Ungarn	Italien	Niederlande	Schweden	Polen	Rußland	Man-dschukuo	Japan	Britisch-Indien	Kanada ³⁾	Summe genannter Länder
1933	46,0	145,4	38,3	55,0	273,4	211,9	281,4	.	491,4	220,6	407,9	96,2	2267,5
1934	61,3	198,5	67,7	86,9	274,8	264,7	260,5	130,9	440,4	322,8	423,0	128,6	2660,1
1935	81,2	258,9	139,0	98,6	229,0	262,7	254,6	375,6	432,6	397,8	481,7	193,2	3204,9
1936	114,5	308,1	133,0	74,3	270,2	291,3	269,8	778,2	481,9	446,0	617,2	261,5	4046,0
1937	241,0	421,5	145,7	83,7	279,9	342,5	296,2	240,0 ²⁾	394,1	400,0 ¹⁾	623,8	247,5	3715,9

¹⁾ Geschätzt. — ²⁾ Teilweise geschätzt. — ³⁾ Soweit mengenmäßig ausgewiesen.

Maße. Es erübrigt sich, zu betonen, welch wichtige völkische und kulturelle Bedeutung dem Ausfuhrhandel innewohnt, der mit jeder großen deutschen Lieferung ein neues Band zwischen der Heimat und den Auslandsdeutschen flicht und mit jedem deutschen Gut den fremdblütigen Abnehmern Zeugnis ablegt von der hohen Leistung deutscher Hand- und Geistesarbeit.

Es kann daher für keinen Wirtschaftszweig gleichgültig sein, welche Ausfuhrentwicklung er aufweist. Untersucht man die deutsche Ausfuhr an Grobeisenerzeugnissen, nämlich an Roheisen und Eisenlegierungen, ferner an Halbzeug, Stab- und Formstahl und Bandstahl, der verschiedenen Arten von Blechen, an Universalstahl, Walzdraht und gezogenem Draht, Röhren aus Gußeisen und Stahl, Eisenbahnoberbaustoffen, rollendem Eisenbahnzeug, Guß-, Schmiede- und Preßstücken, so erhält man im jüngsten Jahrfünft folgende erfreuliche Zahlen. Es betrug die Ausfuhr an Grobeisenerzeugnissen aus dem deutschen Zollgebiet:

1933.	1 489 300 t.
1934.	2 027 200 t.
1935.	2 580 800 t (einschl. Saar ab 18. Februar).
1936.	2 974 400 t.
1937.	2 933 200 t.

Das Jahr 1933 ist als Ausgangsjahr der Betrachtung doppelt beachtenswert, da es die Machtergreifung Adolf Hitlers und die Erneuerung der internationalen Stahlkartelle gesehen hat. Nach obigen Zahlen hat sich die Ausfuhr Deutschlands innerhalb fünf Jahren verdoppeln lassen. Wäre der dringliche Inlandsbedarf 1937 nicht weitergewachsen, dann hätte sich die Ausfuhr erheblich steigern lassen.

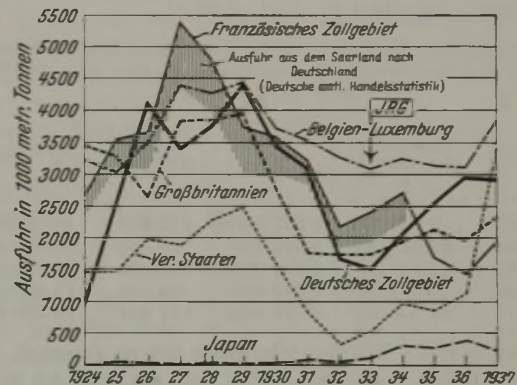


Bild 1. Eisen- und Stahlausfuhr der fünf größten Eisenländer der Welt in den Jahren 1924 bis 1937.

Die Frage liegt nahe, welche Entwicklung die Ausfuhr anderer bedeutender Eisenländer in der gleichen Zeit genommen hat, namentlich solcher, die an den zwischenstaatlichen Marktvereinbarungen beteiligt sind (s. Zahlentafel 1 und Bild 1).

Während die deutsche Ausfuhr 1936 und 1937 fast 1 500 000 t höher stand als 1933, erreichte die Zunahme bei Belgien-Luxemburg nur knapp die Hälfte dieser Menge und bei England nur 40% der deutschen Ausfuhrsteigerung. Die französische Ausfuhrmenge ist — offenbar wegen der Rückgliederung des Saarlandes ins deutsche Zollgebiet — gegen 1933 um 400 000 t und gegen 1934 sogar um 750 000 t gefallen. Dagegen hat die amerikanische Ausfuhr geradezu einen aufsehenerregenden Aufstieg genommen; sie stand 1937 sechsmal so hoch wie 1933. Sonst hat kein anderes Eisenland seit der Neubildung der internationalen Kartelle eine so günstige Ausfuhrentwicklung genommen wie Deutschland.

Will man den gesamten Welthandel an Eisen und Stahl erfassen, dann muß man auch den Außenhandel der sonstigen Eisenländer einbeziehen. Es handelt sich dabei zum Teil um jüngere Industrieländer, deren Anteil am Welteisenhandel im Steigen begriffen ist (s. Zahlentafel 2).

Jeder Kenner der Verhältnisse weiß, daß die in der *Zahlentafel 2* zusammengestellten Zahlen nicht gleichwertig sind. Schweden hat z. B. dank seinen Edelstahlwerken eine sehr hochwertige Ausfuhr, während Holland bisher nur größere Mengen Roheisen erzeugt hat und deshalb wertmäßig in seiner Ausfuhr mit den anderen Ländern schwerlich verglichen werden kann.

Es ist jedenfalls bemerkenswert, daß sich die holländische, italienische, polnische und mandchurische Ausfuhr im abgelaufenen Jahrfünft ungefähr gerade gehalten hat, während ein bemerkenswertes Anwachsen bei Schweden, Oesterreich, Ungarn, Japan, Britisch-Indien, Kanada und bei der Tschecho-Slowakei zu verzeichnen ist. Ganz aus dem Rahmen fällt Rußland mit seiner unregelmäßigen Ausfuhr.

Faßt man die Gesamtausfuhr der fünf großen und der zwölf anderen Eisenländer zusammen, dann erhält man ein einigermaßen zutreffendes Bild von dem Umfang des Welteisenhandels (*s. Zahlentafel 3*).

Zahlentafel 3. Welthandel in Eisen und Stahl, berechnet nach der Ausfuhr der Eisenländer von 1933 bis 1937 (in 1000 mt).

Jahr	Die fünf großen Eisenländer (Zahlentafel 1) t	Die zwölf anderen Eisenländer (Zahlentafel 2) t	Sonstige Länder geschätzt t	Insgesamt t
1933	9 220 100	2 267 500	112 400	11 600 000
1934	10 973 500	2 660 100	166 400	13 800 000
1935	10 418 800	3 204 900	176 300	13 800 000
1936	10 593 500	4 046 000	160 500	14 800 000
1937	14 409 300	3 715 900	174 800	18 300 000

Der gesamte Welthandelsumsatz betrug demnach 1933 etwa 11,6 Mill. t, er erhöhte sich 1934 um etwa 2,2 Mill. t, ferner 1936 um eine weitere Million und schließlich im Jahre 1937 um nicht weniger als 3,5 Mill. t. Man mag weit in der Geschichte des Welthandels zurückblättern, und man wird kaum jemals zuvor eine gleich große Jahreszunahme um 3,5 Millionen wie im Jahre 1937 feststellen können. Die günstigen Welthandelsbedingungen waren im verflossenen Jahr einmaliger Art, der Hunger nach Eisen und Stahl war überhaupt nicht zu stillen, mochte man auf die Inlandsnachfrage mancher Länder wie Deutschland und England oder auf den Bedarf überseeischer Mächte wie Japan und China blicken. Gekennzeichnet ist das Jahr 1937 durch große öffentliche Aufträge, das Wettrüsten gewisser Völker sowie durch den Kriegsbedarf in Ostasien und Spanien.

Trotzdem darf nicht übersehen werden, daß das jüngstvergangene Jahr mit 18,3 Mill. t nicht den Welthandelsstand der Jahre 1927 bis 1929 erreicht hat. Damals, in der Zeit der Scheinblüte der Weltwirtschaft, als stabile Währungen die Erlangung ausländischer Kredite, ferner große Kapitalwanderungen und riesige Investitionen begünstigten, ist der Welthandel in Großeisenerzeugnissen auf über 20 bis 21 Mill. t gestiegen und hat sich drei Jahre lang auf dieser stolzen Höhe gehalten.

Können wir damit rechnen, daß der Welthandelsumsatz wieder einmal den früheren Höchststand erreicht und darüber hinaus wächst? Man braucht kein Prophet zu sein, um feststellen zu können, daß sich die Welt in Stahl und Eisen in dauernder Veränderung befindet. Die Selbstversorgungsbestrebungen spielen in zahlreichen Ländern der Welt eine große Rolle. Der Weltkrieg, der nicht nur in überseeischen, sondern auch in europäischen Ländern einen großen Teil des Bedarfs ungedeckt gelassen hatte, führte in vielen Staaten zum Entschluß, eigene Hüttenwerke zu gründen oder die vorhandenen zu vergrößern. So kam es in Europa vornehmlich zur Entwicklung der italienischen, holländischen, russischen und südslawischen Eisenindustrie, in Uebersee

zum Aufbau und Ausbau der indischen, südafrikanischen, australischen, kanadischen und japanischen Stahlwerke. In der Gegenwart spricht man von weiteren Plänen und Neubauten in der Türkei, in Iran, Aegypten, Irland, Holland, Brasilien u. a. m. Die Welthandelsbedingungen sind und bleiben in Fluß¹⁾. Einige Beispiele über die zunehmende Selbstversorgung sprechen eine deutliche Sprache. Die Rohstahlerzeugung betrug in:

	1929 t	1937 t	Also mehr t
Britisch-Indien	584 000	900 000 ¹⁾	316 000
Südafrika	39 000	300 000 ¹⁾	261 000
Australien	440 000	1 200 000	760 000
Japan einschließlich Korea und Man- dschukuo	2 294 000	6 000 000 ¹⁾	3 706 000
Rußland	4 903 000	17 818 000	12 915 000
Vorstehende Länder zusammen	8 260 000	26 218 000	17 958 000

¹⁾ Geschätzt.

Allein die vorstehenden Staaten haben im Zeitraum von acht Jahren eine Mehrerzeugung von 18 000 000 t erreicht. Infolgedessen ist ihre Abhängigkeit von der Einfuhr aus fremden Ländern in vielen Erzeugnissen erheblich geringer geworden. Der Rückstoß dieser stärkeren Selbstversorgung ist naturgemäß hauptsächlich bei den großen alten Ausfuhrländern gespürt worden. Der Nachweis hierfür ist leicht zu erbringen, wie sich aus *Zahlentafel 4* ergibt.

Zahlentafel 4. Rohstahlgewinnung und Ausfuhr an Walzwerkserzeugnissen (auf Rohstahlgewicht umgerechnet) großer europäischer Eisenländer 1929 und 1937 (in Mill. mt).

	1929			1937		
	Rohstahlgewinnung	Ausfuhr		Rohstahlgewinnung	Ausfuhr	
		an Walz- erzeug- nissen in Roh- stahl- gewicht	% der Ge- winnung		an Walz- erzeug- nissen in Roh- stahl- gewicht	% der Ge- winnung
Deutschland	16,25	5,00	30,8	19,85	3,55	17,9
Frankreich	12,00	4,10	34,2	7,92	1,99	25,1
England	10,12	4,22	41,7	13,43	2,65	19,7
Belgien-Luxem- burg	6,82	5,56	81,5	6,38	4,88	76,5
Summe	45,19	18,88	41,8	47,58	13,07	27,5

Die großen europäischen Eisenländer, nämlich Deutschland, England, Frankreich, Belgien und Luxemburg, haben zwar ihre Rohstahlerzeugung 1937 auf 47,6 gegen 45,2 Mill. t in 1929 steigen, gleichzeitig aber ihre Ausfuhr an Walzserzeugnissen auf 13,1 gegen 18,9 Mill. t sinken sehen. Das ist ein Rückgang von nahezu 6 Mill. t oder drei Zehnteln der früheren Höchstausfuhr der großen europäischen Eisenländer. An der Rohstahlerzeugung der genannten Länder gemessen, ist der Ausfuhranteil von 42% auf weniger als 28% der Gesamterzeugung gefallen.

Gewiß dürfte man es hier nicht mit einer allgemeinen oder Dauererscheinung zu tun haben. Allein es ist sicher, daß der Gesamtumsatz im Welteisenhandel im Vergleich zur Welterzeugung eher eine sinkende als gleichbleibende Entwicklung zeigt. Es müßten daher schon mehrere außerordentlich günstige Bedingungen zusammenwirken, um wieder einen neuen Höchststand des Welthandels zu erreichen.

Diese Feststellung schließt natürlich nicht aus, daß die Entwicklung in gewissen Erzeugnissen andere Wege geht

¹⁾ Siehe J. W. Reichert: Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 709/12.

wiesen. Es ist nicht zu bezweifeln, daß der gesamte Weltumsatz in Roheisen 1937 die Menge von 3 Mill. t überstiegen hat.

Die Roheisenausfuhr kam bisher vor allem aus Ländern, die wie Rußland, ferner Britisch-Indien und Mandschukuo in den letzten Jahren einen besonders schnellen Ausbau der Hochofenwerke gehabt haben. Im vorigen Jahr übertraf jedoch Amerika mit 800 000 t alle anderen Ausfuhrländer. Deutschland und Holland, ferner England, und Frankreich sind mit viel geringeren Ausfuhrmengen als die genannten Länder in der Welt aufgetreten.

Im Gegensatz zu der Entwicklung des Roheisenhandels kann das Halbzeuggeschäft der Welt im Vergleich zu 1929 kein Anwachsen nachweisen. Der Gesamtumsatz dürfte 1937 zwischen 1,6 und 1,7 Mill. t liegen, während er 1929 wohl diese Menge überstiegen hat.

Wie die *Zahlentafel 7* zeigt, ist die Ausfuhr an Halbzeug von 1929 bis 1937 bei Deutschland um über 350 000 t, bei Frankreich um über 200 000 t, bei Belgien-Luxemburg dagegen nur um 47 000 t zurückgegangen. Auch die Tschecho-Slowakei und Ungarn zeigen einen Ausfuhrückgang. Gestiegen ist dagegen die Ausfuhr gegen 1929 bei Nordamerika um nahezu 300 000 t, bei Kanada um 64 000 t und bei Oesterreich um 47 000 t und bei England um 22 000 t. Schwedens Ausfuhr ist sich gleichgeblieben. Ganz neu ist die Bekanntgabe einer Ausfuhr von Halbzeug aus Mandschukuo nach Japan in Höhe von jährlich 130 000 bis 140 000 t.

Die Hauptbezieher an Halbzeug sind immer noch die englischen Walzwerke mit über 540 000 t in 1937, wenn sie auch seit 1929 von damals 1 054 000 t auf die Hälfte heruntergegangen sind. Dann folgt als Großabnehmer Japan mit

schätzungsweise 200 000 bis 300 000 t. Die sonstigen Mengen verteilen sich auf eine große Anzahl von Ländern. Deutschland hat seine Halbzeugeinfuhr 1937 gegen 1929 auf die Hälfte sinken lassen; sie betrug noch 67 000 t.

Zahlentafel 6. Roheisen-Aus- und -Einfuhr einschließlich Eisenlegierungen von bedeutenden Eisenländern (in mt).

	Einfuhr			Ausfuhr		
	1929	1936	1937	1929	1936	1937
Deutschland ²⁾	177 212	112 834	159 551	433 388 ¹⁾	245 145	100 789
England	155 477	315 611	734 244	553 839	113 355	169 857
Frankreich ³⁾	56 285	69 708	43 308	572 861	163 734	444 878
Belgien-Luxemburg	673 791	279 994	307 932	121 010	62 704	48 993
Vereinigte Staaten	238 219	255 414	161 204	48 698	8 400	799 532
Summe der Haupteisenländer	1 300 984	1 033 561	1 406 239	1 729 796	593 338	1 564 049
Oesterreich	42 102	29 348	34 742	49 596	22 930	56 508
Tschecho-Slowakei	79 758	28 629	43 482	51 139	12 649	13 259
Schweden	93 453	173 473	199 438	104 375	113 018	130 434
Polen	7 592	4 554	10 912	4 672	9 179	13 627
Italien	178 913	28 532	23 795	6 358	12 506	4 181
Niederlande	30 506	13 551	16 519	179 276	238 585	239 830
Rußland	12 714	6 000 ⁴⁾	6 000 ⁴⁾	—	710 661	155 000 ⁶⁾
Ungarn	40 377	91 781	15 000	—	—	—
Japan	516 845 ⁵⁾	972 016 ⁵⁾	1 000 000 ^{4) 5)}	—	308 707	252 112
Mandschukuo	—	—	—	—	606 019	43 700
Britisch-Indien	1 800 ⁴⁾	1 615	1 642	557 663	60 000 ⁴⁾	60 000 ⁴⁾
Kanada	47 983	4 024	4 000 ⁴⁾	40 000 ⁴⁾	60 000 ⁴⁾	60 000 ⁴⁾
Insgesamt	2 353 027	2 387 084	2 761 769	2 719 875 ⁷⁾	2 687 592	2 532 700

¹⁾ Einschließlich der Reparations-Sachlieferungen. — ²⁾ Ab 17. Februar 1935 einschließlich Saarland. — ³⁾ Ab 18. Februar 1935 ohne Saarland. — ⁴⁾ Geschätzt. — ⁵⁾ Einschließlich Roheisen aus Mandschukuo. — ⁶⁾ Nach Januar bis September Ergebnis geschätzt. ⁷⁾ Ohne Mandschukuo.

Zahlentafel 7. Ein- und Ausfuhr an Halbzeug von bedeutenden Eisenländern (in mt).

	Einfuhr			Ausfuhr		
	1929	1936	1937	1929	1936	1937
Deutschland ²⁾	128 616	48 201	66 749	467 886 ¹⁾	190 997	111 007
England	1 054 847	555 710	541 295	22 614	23 295	44 417
Frankreich ^{3) 4)}	969	3 148	15 751	493 873	291 367	284 459
Belgien-Luxemburg	215 680	42 236	21 029	494 913	362 880	447 274
Vereinigte Staaten	26 917	1 283	2 346	43 259	21 742	340 809
Summe der Haupteisenländer	1 427 029	650 578	647 170	1 522 545	890 281	1 227 966
Oesterreich	3 086	600	294	17 491	33 584	64 411
Tschecho-Slowakei	1 081	267	935	51 467	7 509	13 924
Schweden	66	—	—	29 100	24 617	28 729
Polen	39 197	36 933	26 870	2 074	7	892
Italien	40 220	24 714	39 830	76	2	0
Niederlande	1 885	2 800	802	14 179	13 812	952
Rußland	5 000 ⁵⁾	—	7 068	—	4	4 393
Ungarn	513	191	396	63 071	43 152	27 783
Japan	166 303	207 714	300 000 ^{5) 6)}	243	12 048	14 000 ^{5) 6)}
Mandschukuo	—	3 849	3 738	—	137 849	132 094
Britisch-Indien ⁶⁾	9 621	18 445	35 970	—	—	—
Kanada	45 790	6 848	8 000 ⁸⁾	931	63 093 ⁶⁾	65 500 ⁸⁾
Insgesamt	1 739 791	952 939	1 071 073	1 701 177 ⁷⁾	1 225 958	1 580 644

¹⁾ Einschließlich der Reparations-Sachlieferungen. — ²⁾ Ab 17. Februar 1935 einschließlich Saarland. — ³⁾ Ohne Platinen, diese in Stab- und Formstahl. — ⁴⁾ Ab 18. Februar 1935 ohne Saarland. — ⁵⁾ Statistik in Japan erscheint nicht mehr ab Juli 1937. — ⁶⁾ Wirtschaftsjahre endend am 31. März. — ⁷⁾ Ohne Mandschukuo. — ⁸⁾ Geschätzt.

Zahlentafel 8. Einfuhr an Grobeisenerzeugnissen in die IRG.-Länder von 1933 bis 1937 (in 1000 mt).

Jahr	Deutsches Zollgebiet	England	Frankreich	Belgien-Luxemburg	Oesterreich	Tschecho-Slowakei	Polen	Ungarn	Insgesamt
1933	903,7	925,1	239,4	311,2	40,0	27,7	27,5	6,2	2480,8
1934	1342,3	1319,3	178,6	320,9	39,5	30,3	34,9	5,7	3271,5
1935	625,9 ¹⁾	1104,9	151,0 ²⁾	302,1	52,0	27,3	48,3	69,8	2381,3
1936	501,9	1423,7	156,5	404,9	50,8	42,7	57,6	99,6	2737,7
1937	532,5	1943,8	148,4	409,4	56,4	61,3	54,1	21,9	3227,8

¹⁾ Ab 17. Februar einschließlich Saarland. — ²⁾ Ab 18. Februar ausschließlich Saarland.

Sieht man von der Bewegung einzelner Erzeugnisse wie Roheisen und Halbzeug ab, und richtet man den Blick wieder auf das Ganze, so lohnt es, der Frage nachzugehen, welches die Haupteinfuhrländer in Grobeisenerzeugnissen sind. Wie

groß ist vor allem die Einfuhr der großen Eisenländer, namentlich der IRG.-Länder? (Siehe Zahlentafel 8 und Bild 2.)

Die sogenannten IRG.-Länder, die 1933 zwischenstaatliche Kartellvereinbarungen über die Ausfuhr geschlossen haben, führten zusammen in der Zeit von 1933 bis 1937 zwischen 2,4 und 3,2 Mill. t Grobeisenerzeugnisse ein. Die Zeiten, in denen — wie im Jahre 1927 — England allein 4,2 Mill. t eingeführt hat, dürften ein für allemal vorbei sein. Auch die Einfuhr Deutschlands ist seit der Rückgliederung des Saarlandes zusammengeschrunft. Etwa 80% der Welt handelsmenge, nämlich 9,1 (1933) und 15 Mill. t 1937 sind außerhalb der IRG.-Länder in der Welt abgesetzt worden. Diese riesigen Jahresmengen an Eisen- und Stahlerzeugnissen stehen im Kampf um den Weltabsatz. Daran kann man die hohe Bedeutung internationaler Kartelle und Syndikate ermessen, die sich um eine Regelung des Weltmarktes, vor allem um die Beseitigung des zügellosen Wettbewerbs und der Preisschleuderei, bemühten. Es kann keinem Ausfuhrland gleichgültig sein, ob — wie es noch 1933 der Fall war —

die Tonne Stabstahl 3 Goldpfund oder das Doppelte einbringt wie 1937.

An der in Bild 3 beigegebenen Uebersicht über die Weltmarktpreise mag man ermessen, welch segensreiches Werk die internationalen Kartelle für alle beteiligten Länder, ihre Hüttenwerke und Arbeiterschaft verrichtet haben. Die Preislage ist im Vergleich zum Tiefstand im Krisenjahr 1932 so erfreulich verbessert worden, daß 1937 der Höchststand der Preise in der Zeit der Scheinblüte von 1928/29 wieder erreicht worden ist. Das Hauptverdienst der internationalen Eisen- und Stahlkartelle ist jedoch darin zu erblicken, daß es ihnen gelungen ist, den während des Bedarfsrückganges stets zu erwartenden Preisrückschlag in engen Grenzen zu halten, obwohl es an Außenseitern und Störenfriedern in der Welt nicht fehlt.

Da die Vorräte in den Abnehmerländern nicht groß sind und die Nachfrage während der politischen Krise nachgelassen hat, darf nach Sicherung des Friedens in der Welt mit einer baldigen Besserung des Geschäfts auf dem Weltmarkt gerechnet werden.

Das Verkehrsband Rhein—Elbe—Oder.

Eine Großtat deutscher Wasserstraßenpolitik.

Von Wilhelm Ahrens in Düsseldorf.

Wer die Geschichte des Mittellandkanals zurückverfolgt, muß feststellen, daß sie mindestens bis zum Weltkrieg ein getreues Spiegelbild der überwundenen deutschen Kleinstaaterei gewesen ist. Wenn sich auch schon Napoleon I. mit Gedanken trug, die in der Südnordrichtung verlaufenden deutschen Ströme durch eine künstliche Wasserstraße in der Westostrichtung zu verbinden, so wurde doch erst um die Mitte des 19. Jahrhunderts auf Grund von Vorschlägen und Wünschen aus dem Ruhrgebiet ernstlich an die Erörterung einer solchen Wasserstraßenverbindung herangetreten. Dieser Plan des Mittellandkanals wurde mit der gleichen Leidenschaftlichkeit von der einen Seite bekämpft, wie er auf der anderen Seite befürwortet und verfochten wurde. Jahrzehnte hielten die Meinungsverschiedenheiten über die Frage an, ob die künstliche Wasserstraße überhaupt gebaut werden sollte. Es wurde befürchtet, daß der Kanal die Eisenbahneinnahmen sehr empfindlich schmälern würde, wodurch die Staatsfinanzen erschüttert werden könnten. Von anderer Seite wurde eingewandt, daß die künstliche Wasserstraße nur einem kleinen Teil der nordwestlichen Industrie zugute kommen und erhebliche Wettbewerbsverschiebungen zu Lasten anderer deutscher Wirtschaftsgebiete auslösen würde. Als sich die Beteiligten später endlich überwiegend zugunsten dieses Kanalbaues aussprachen, begann der hartnäckige Kampf um die Linienführung, der letztlich noch durch Meinungsverschiedenheiten über die Finanzierung abgelöst wurde.

So war es unter den früheren politischen Verhältnissen verständlich, daß der Kanalbau in der Richtung von Westen nach Osten erst allmählich vorgetrieben werden konnte, wengleich es unter dem heutigen Gesichtswinkel kaum faßbar ist, wie die an sich doch naheliegende und einleuchtende Verbindung des westlichen und des östlichen deutschen Wasserstraßennetzes so lange hinausgezögert werden konnte. Schon der Bau des Dortmund-Ems-Kanals war der erste Schritt zur Ausführung des Mittellandkanals und von vornherein als Teil derjenigen großen künstlichen Wasserstraße vorgesehen, die den Rhein mit der Elbe verbinden soll. Denn bereits im Gesetz vom 9. Juli 1886 betreffend den Bau

neuer Schifffahrtskanäle und die Verbesserung vorhandener Schifffahrtsstraßen wurden Mittel für den Dortmund-Ems-Kanal zur Verfügung gestellt, und zwar zwecks „Ausführung eines Schifffahrtskanals, welcher bestimmt ist, den Rhein mit der Ems und in einer den Interessen der mittleren und unteren Weser und Elbe entsprechenden Weise mit diesen Strömen zu verbinden“.

Nach Fertigstellung des Dortmund-Ems-Kanals 1899 konnten weitere Teilstücke der Mittelland-Wasserstraße nur in mehr oder weniger großen Zwischenräumen in Angriff genommen werden. Noch das „Wasserwirtschaftliche Programm“ von 1904 sah den Mittellandkanal nur für die Strecke vom Rhein bis Hannover vor, während im Osten des Reiches die als Ausgleich gedachten Wasserstraßenbaupläne erweitert wurden. Dementsprechend wurde 1906 der westliche Teil des Mittellandkanals als „Rhein-Weser-Kanal“ in Angriff genommen. Der Rhein-Herne-Kanal wurde 1914 dem Betrieb übergeben. Die Strecke bis Minden an der Weser wurde im Februar 1915 und bis Hannover im Herbst 1916 betriebsfertig. In dieser Zeit des Weltkrieges brach, auch bei den bisherigen Kanalgegnern, immer mehr die Erkenntnis durch, daß die Vollendung des Mittellandkanals einem dringenden Nationalbedürfnis entspreche. Denn bei der starken Belastung der Eisenbahnen durch Kriegstransporte trat das Fehlen einer geschlossenen und leistungsfähigen Ost-West-Binnenwasserstraßen-Verbindung sehr nachteilig in Erscheinung. Trotzdem vergingen aber noch viele Jahre, bis die entschlossene Fortführung des Kanalbaues in Angriff genommen werden konnte. Peine und Hildesheim wurden 1928 durch Häfen an den Mittellandkanal angeschlossen und Braunschweig im Jahre 1934.

Insbesondere nach dem politischen Umbruch 1933 war an einer beschleunigten Fertigstellung des Mittellandkanals nicht mehr zu zweifeln, zumal da dieser Bau im November 1933 von der Reichsverkehrsführung ausdrücklich als eine staatliche und wirtschaftliche Notwendigkeit bezeichnet wurde. Nunmehr ist diese riesige künstliche Binnenwasserstraße bis zur Elbe betriebsfertig. Nördlich von Magdeburg ist das Schiffshebewerk Rothensee am 30. Oktober 1938

feierlich eingeweiht und dem Betrieb übergeben worden. Durch dieses Hebewerk am Elbabstiegkanal wurde die erste Verbindung des Mittellandkanals mit der Elbe hergestellt. Auf der Elbe können die Schiffe einige Kilometer elbabwärts durch die Niegripper Schleuse über den Ihlekanal oder mehr nördlich über den Plauekanal nach Berlin gelangen, weiter über den Hohenzollernkanal in die Oder, über die Warthe, Netze und Weichsel nach Ostpreußen. Die unmittelbare und zusammenhängende Wasserstraßenverbindung zwischen dem Westen und Osten des Reiches ist geschaffen.

Allerdings ist damit der Mittellandkanal noch nicht endgültig fertiggestellt. Denn höchstwahrscheinlich wird im Jahre 1942 auf der rechten Seite der Elbe, bei Hohenwarthe, ein weiteres Schiffshebewerk dem Betrieb übergeben werden können, das den Ausgleich zwischen Mittellandkanal und Ihlekanal schaffen soll. Nach der Vollendung dieses Bauwerks werden dann die Schiffe die Elbe auf einer der größten und bedeutungsvollsten Brücken

Deutschlands, auf der 900 m langen Mittellandkanalbrücke, die etwa 17 bis 18 m über dem Elbewasserspiegel liegen wird, überqueren. Vorläufig müssen also die vom Osten kommenden Schiffe über den Ihlekanal elbabwärts fahren, um

durch Vermittlung der Rothenseeschleuse in den Mittellandkanal zu gelangen. Für die andere Richtung gilt der umgekehrte Weg. In einigen Jahren wird dieser Verkehr dadurch einfacher und schneller vor sich gehen, daß er, ohne die Elbe selbst befahren zu müssen, durch das Doppelhebewerk unmittelbar über die Kanalbrücke seinen Weg nimmt.

Vorwiegend aus dem ostdeutschen Wirtschaftsraum waren von jeher lebhaft Bedenken gegen die Auswirkungen des fertiggestellten Mittellandkanals geltend gemacht worden. Die Stettiner und Oder-Schiffahrtskreise befürchteten, daß ihr Verkehrsanteil durch den neuen Mittellandkanal geschmälert werde. Der oberschlesische Steinkohlenbergbau hatte Sorgen um die Aufrechterhaltung der Belieferung des wichtigen Berliner Marktes. Denn er befürchtete, daß die rheinisch-westfälische Steinkohle nicht nur ihr Einflußgebiet in und um Berlin auf Grund der billigen Verfrachtungsmöglichkeiten auf dem Mittellandkanal vergrößern, sondern auch ihre Wettbewerbsstellung bis nach Schlesien hinein verstärken könnte. Diesen Gründen hat die Reichsverkehrsführung nicht nur dadurch Rechnung getragen, daß der Ausbau der Oder kräftig gefördert wurde und neue Staubecken sowie der Adolf-Hitler-Kanal geschaffen wurden. Vielmehr wurde auch die Abgabepolitik auf dem Mittellandkanal in den Dienst eines gewissen Schutzes der ostdeutschen Wirtschaft und damit der Verhinderung unbilliger Wettbewerbsverschiebungen gestellt. Zu diesem Zweck wurde auf der Strecke zwischen Misburg

(östlich von Hannover) und Magdeburg durch eine Verdoppelung der Kanalabgaben ein tarifpolitisches Filter (Tarifbarre) eingebaut. Diese Tarifbarre ist von West- und Mitteldeutschland vielfach beanstandet worden, und zwar mit dem Hinweis darauf, daß sie die Wirtschaft hinderte, den neuen Kanalweg ausreichend zu benutzen. Wengleich für einige wenige Güter die Verdoppelung der Abgaben inzwischen rückgängig gemacht worden ist, so hat bisher das Reichsverkehrsministerium doch grundsätzlich an der Abgabenverdoppelung festgehalten, zumal da sich seiner Ansicht nach die Auswirkungen des Mittellandkanals noch keineswegs übersehen lassen. Um einen Ueberblick darüber zu geben, in welchem Maße diese Tarifbarre die Beförderungskosten auf dem Mittellandkanal verteuert, mag hervorgehoben werden, daß sich diese Verteuerung für Kohle auf 0,78 *R.M.* je t und für Stabstahl auf 1,32 *R.M.* je t beläuft. Diese Mehrbelastungen sind keineswegs unbeacht-

lich; denn sie haben zur Folge, daß die Abgaben auf der erheblich kürzeren Strecke von Misburg nach Magdeburg bedeutend höher sind als auf der längeren Strecke vom Industriegebiet nach Misburg. Es ist daher selbstverständlich, daß diese Tarifbarre in mancher Hinsicht der Inanspruchnahme des Mittellandkanals nicht för-

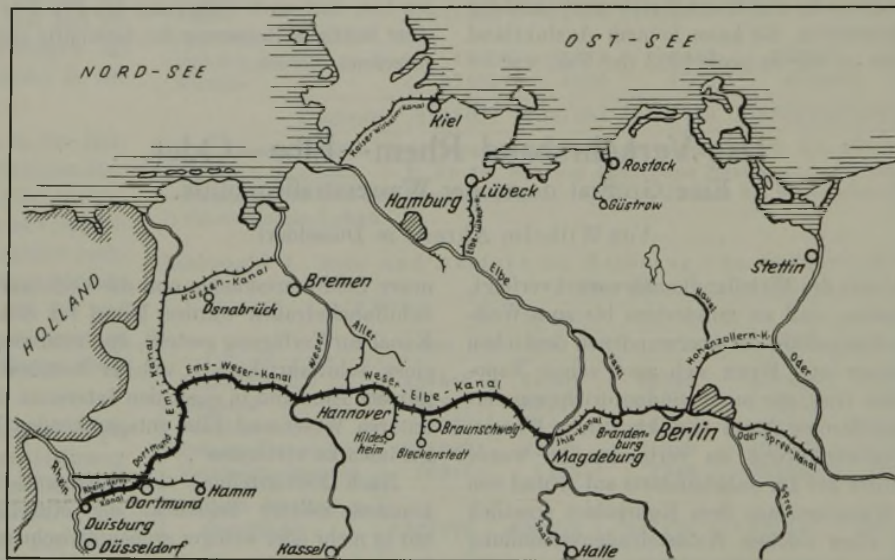


Bild 1. Rhein-Elbe-Kanal.

derlich ist. Denn zwischen dem Ruhrgebiet und Berlin besteht bisher schon — abgesehen vom unmittelbaren Bahnweg — der Binnenschiffahrts- und anschließende Seeweg über Rotterdam oder Emden und weiter über Hamburg oder Stettin nach Berlin und seinem Nachbarbereich.

Ein Beförderungskostenvergleich z. B. in der Verkehrsbeziehung von Duisburg-Ruhrort nach Berlin auf dem Bahnwege einerseits und auf dem Seewege oder Mittellandkanalwege andererseits ist für die letztgenannten Wege kaum genau durchführbar, da die Frachtsätze von zahlreichen Einzelumständen abhängen. Man wird jedoch annähernd und im Durchschnitt gesehen wohl das Richtige treffen, wenn man z. B. für Walzwerkserzeugnisse folgende Frachtsätze annimmt:

1. Frachtsatz Ruhrort/Berlin-Westhafen über Stettin etwa 11 *R.M.* je t.
 2. Frachtsatz auf dem Mittellandkanal Ruhrort/Berlin-Westhafen etwa 10,50 bis 11,50 *R.M.* je t.
- Demgegenüber stellt sich
3. die Eisenbahnfracht Ruhrort/Berlin-Westhafen (520 km Kl. D) auf 26,20 *R.M.* je t.

Dieser Vergleich zeigt, daß beim Eisenverkehr von Westen nach Osten mit Rücksicht auf die Tarifbarre des Mittellandkanals kaum frachtliche Unterschiede zwischen diesem neuen Weg und dem Seeweg über Stettin bestehen. Dabei ist allerdings hervorzuheben, daß das Gut bei Inanspruchnahme des Mittellandkanals keine Umladung erfordert,

während bei Verschiffung über Stettin mit einem zusätzlichen Umschlag gerechnet werden muß. Bei ungünstigem Wasserstand des Rheins wird unter Umständen in Rotterdam ein zweiter Umschlag in den Seedampfer erforderlich. Auf der anderen Seite ist aber die Beförderungsdauer über den Seeweg kürzer als die durchgehende Beförderung auf dem Mittellandkanal. Jedenfalls scheint nach dem bisherigen Ueberblick der Dinge der Mittellandkanal, soweit er auf dem gekennzeichneten Gebiet im Wettbewerb zum Seeweg steht, keine besondere Anziehungskraft auszuüben. Die Frage, ob nennenswerte Mengen etwa von dem Bahnweg auf den Mittellandkanal abwandern werden, ist zwar noch offen. Voraussichtlich wird sich aber auch hier ergeben, daß die Eisenbahn einen großen Teil ihres bisherigen Besitzstandes behalten wird, weil es sich meistens um kleinere und eilige Sendungen handelt. Das gilt insbesondere für alle die Fälle, in denen bei einer Inanspruchnahme des Mittellandkanals noch eine Vor- oder Nachbeförderung auf der Eisenbahn erforderlich ist, die durch den Staffeltarif in den vorherrschenden Nahentfernungen frachtlich besonders stark belastet wird. Allerdings werden wohl gewisse Sendungen aus dem östlichen Ruhrgebiet z. B. nach Magdeburg auf den Kanal abwandern. Sicher werden auch diejenigen Ladungen größtenteils diesen Weg einschlagen, die z. B. von Peine bisher auf dem Bahnwege nach Magdeburg befördert, dort umgeschlagen und mit Schiff weiter nach Berlin gefahren wurden. Immerhin sind auf dem Gebiete der Eisenwirtschaft im großen und ganzen gesehen unter den obwaltenden Umständen einschneidende Wettbewerbsverschiebungen als Folge der Eröffnung des durchgehenden Verkehrs auf dem Mittellandkanal nicht zu erwarten.

Der Vergleich zwischen den Beförderungskosten auf den verschiedenen Wegen gilt im Ergebnis im allgemeinen auch für den Steinkohlenverkehr von der Ruhr nach Berlin. Soweit bisher der Wasserweg über Rotterdam oder Emden und Stettin eingeschlagen wurde, wird kaum ein ausreichender frachtlicher Anreiz bestehen, künftig größere Mengen auf den Mittellandkanal zu verlagern. Natürlich liegt zur Zeit auch ein nicht unerheblicher Ruhrkohlenverkehr nach Berlin auf der Schiene. Da es sich hier um eisenbahntariflich bevorzugte Sonderverkehre handelt, wird abgewartet werden müssen, ob vielleicht ein gewisser Teil dieser Ladungen auf den Mittellandkanal abwandern wird. Mit größerer Wahrscheinlichkeit ist dies anzunehmen für gewisse Ruhrkohlesendungen nach Magdeburg.

Für die Westostrichtung wurden auf dem Mittellandkanal u. a. auch große Mengen Thomasmehl erwartet. In der Verkehrsbeziehung vom Ruhrgebiet nach Mittel- und Ostdeutschland spielt aber ebenfalls der Rhein-See-Weg eine bedeutende Rolle. Es ist daher sehr fraglich, ob und in welchem Umfange die neue künstliche Binnenwasserstraße diesen Wettbewerb aufzunehmen in der Lage ist. Ueberdies wird in einigen Jahren die Thomasmehlerzeugung der Reichswerke „Hermann Göring“ hinzukommen, die dann zunächst in Mittel- und Ostdeutschland Absatz finden wird.

In der Ostwestrichtung werden für den Mittellandkanal zunächst landwirtschaftliche Erzeugnisse, Grubenholz usw. von Bedeutung sein. Ob allerdings der Getreideverkehr in der Ostwestrichtung einen entscheidenden Umfang gewinnen wird, bleibt abzuwarten, weil auch hier der Küstenverkehr und der Rheinwasserweg ihre starke Anziehungskraft weiterhin ausüben werden.

Früher schätzte man den für den Mittellandkanal zu erwartenden Verkehr zunächst auf 9 Mill. t, später auf 12 oder noch mehr Mill. t. Dabei ging man davon aus,

daß auf die Westostrichtung etwa drei Viertel und auf die Ostwestrichtung etwa ein Viertel des Verkehrs oder noch weniger entfallen würden. Wie sich diese Annahmen in der Wirklichkeit auch bewahrheiten werden, so steht doch jetzt schon fest, daß in der jüngsten Zeit neue Umstände eingetreten sind, die in wenigen Jahren den Verkehr auf dem Mittellandkanal in einem bisher nicht erwarteten Maße anwachsen lassen werden. Der wichtigste neue Tatbestand ist der in Angriff genommene Bau der Reichswerke „Hermann Göring“ bei Braunschweig. Ein 15 km langer Stichkanal vom Mittellandkanal westlich Braunschweig bis an das bei Bleckenstedt-Hallendorf zu errichtende Hüttenwerk ist im Bau begriffen. Die Salzgitter-Erzgruben werden bereits in größtem Umfange aufgeschlossen. Während diese Erze bisher größtenteils auf dem Eisenbahnwege nach dem Ruhrgebiet befördert wurden, wird künftig allmählich der Hauptteil unmittelbar den Reichswerken zugeführt und der Rest dem Ruhrgebiet. Von den Erzmengen, die für das Ruhrgebiet übrig bleiben werden, wird der größere Teil sicherlich den Mittellandkanal befahren. Der Kohlenbedarf der Reichswerke aus dem Ruhrgebiet wird ebenfalls auf dem Weg des Mittellandkanals gedeckt werden. Nach dem vollen Ausbau der Reichswerke schätzt man die gesamten den Binnenschiffahrtsweg nehmenden Ladungsmengen allein dieses Werkes auf etwa 16 Mill. t jährlich, wovon je 6 Mill. t auf Erze und Kohlen und der Rest auf Thomasmehl, Schlacken usw. entfallen. Natürlich können aber diese Mengen nur allmählich in dem Grade erreicht werden, wie der geplante Ausbau der Reichswerke fortschreitet. Zieht man auch noch den späteren Empfang und Versand des im Bau befindlichen Volkswagenwerkes in Fallersleben in Betracht, dann läßt sich schon heute nicht nur ahnen, sondern mit Sicherheit voraussehen, daß der Mittellandkanal seine Anziehungskraft beweisen und die an ihn gestellten Erwartungen in denkbar größtem Maße erfüllen wird.

Früher wurde mehr als nötig und gerechtfertigt als einer der Hauptgründe für den Bau des Mittellandkanals immer hervorgehoben:

„Die großen Hüttenwerke und eisenverarbeitenden Betriebe des rheinisch-westfälischen Industriegebietes sowie die Gewinnungsstätten der Ruhrkohlen werden damit in die Lage versetzt, ihre Erzeugnisse zu verbilligten Frachtsätzen dem großen Verbrauchszentrum Berlin zuzuführen.“

Das waren auch zum großen Teil die Sorgen und Bedenken in Mittel- und Ostdeutschland. Die oben geschilderten Verhältnisse lassen demgegenüber aber erkennen, daß im Zusammenhang mit den notwendigen wasserwirtschaftlichen Maßnahmen in diesen Reichsteilen der Mittellandkanal keineswegs etwa als eine einseitige Begünstigung des Nordwestens aufgefaßt werden kann. Vermutlich wird das rheinisch-westfälische Industriegebiet sogar — soweit vorausgesehen ist — keinen besonderen unmittelbaren Nutzen aus der neuen künstlichen Wasserstraße ziehen können. Aber auch diese Annahme ist nicht in der Lage, das Gesamturteil über den Kanal irgendwie zu beeinträchtigen. Denn es handelt sich hier um den fertiggestellten Bau einer Wasserstraße, deren Aufgabe es keineswegs ist, diesem oder jenem Bezirk des Deutschen Reiches zu dienen. Sie soll, muß und wird vielmehr dem Reich und seiner Wirtschaft im ganzen förderlich sein.

Im übrigen spielen bei einem derart großen Werk kleine Sorgen um Wettbewerbsverschiebungen keine Rolle. Schon vor vielen Jahren ist Ministerialdirektor Dr.-Ing. Sympher in seinem Werk „Die wirtschaftliche Bedeutung des Rhein-Elbe-Kanals“ zu dem Ergebnis gekommen, daß

es bei Anlage eines Verkehrsweges von der Bedeutung und dem Einfluß des Mittellandkanals nicht möglich ist, alle Schädigungen zu vermeiden, daß aber die Befürchtungen Schlesiens weit übertrieben seien und sich durch Verbesserung der schlesischen Wasserwege wettmachen ließen. Tatsächlich erblickt auch heute Schlesien in der Fertigstellung des Mittellandkanals vorwiegend die Weiterführung einer der deutschen Volkswirtschaft dienenden Entwicklung. Wenn sich übrigens auf diesem oder jenem Teilgebiet die an den Mittellandkanal gestellten Erwartungen nicht erfüllen sollten, hat es die Reichsverkehrsführung in der Hand, schnell Wandel zu schaffen. Jedenfalls stellt der Mittellandkanal eine Großtat deutscher Wasserstraßenpolitik dar. Durch die Verbindung des westlichen mit dem östlichen

Wasserstraßennetz werden Verkehrsbeziehungen eröffnet, die bisher nicht bestanden haben. Alle wichtigen deutschen Seehäfen von Emden bis Stettin haben durch den Zusammenschluß der nach Norden fließenden Ströme eine schiffbare Verbindung mit den Hauptindustrie- und Verbrauchsgebieten erhalten. Die Schließung der bisherigen empfindlichen Lücke im deutschen Wasserstraßennetz ermöglicht auch der deutschen Binnenflotte eine bessere Ausnutzung des Schiffsraumes, die ebenfalls auf längere Sicht gesehen günstige Folgen für die deutsche Wirtschaft auslösen wird. Es ist ein wichtiger Markstein erreicht worden auf dem Wege, der uns zu dem einheitlichen zusammenhängenden Wasserstraßennetz Großdeutschlands führt.

Umschau.

Untersuchungen über die Bearbeitbarkeit von Eisen und Stahl in den Jahren 1936 und 1937.

Bei Betrachtung des Schrifttums, das seit dem letzten zusammenfassenden Bericht in dieser Zeitschrift¹⁾ erschienen ist, fällt auf, daß über die Vorgänge beim Spanablauf und damit im Zusammenhang über den Schneidansatz nichts Wesentliches mehr gesagt wird. Anscheinend werden diese Fragen als geklärt angesehen. Dagegen sucht man immer noch die für die Werkstatt wichtigen Werte wie die für 1 h Standzeit zulässige Schnittgeschwindigkeit (V_{60}) mit theoretischen, manchmal sogar sehr weitläufigen mathematischen Berechnungen zu finden. So will R. Woxén²⁾ auf Grund des Wärme-gleichgewichtes, das beim Drehen nach einiger Zeit eintritt, die Schnittgeschwindigkeit V_{60} berechnen. Von ihm aufgestellte Formeln für die Bearbeitung lauten:

Ohne Kühlung:

$$v = (t_y - t_0)^2 \cdot \left(\frac{C_b + C_c}{C_d} \right)^2 \cdot \frac{q + 2 \frac{C_t \cdot a}{C_b + C_c}}{1 + 2 C_0 \cdot q}$$

Mit Kühlung:

$$v = (t_y - t_0)^2 \cdot \left(\frac{C_b + C_c}{C_d} \right)^2 \cdot \frac{q}{1 + 2 C_0 \cdot q} + 2(t_y - t_0) \frac{C_t \cdot c}{C_d \cdot q^{0.5} (1 + C_0 \cdot q)}$$

Dabei ist v die Geschwindigkeit (in m/min), t_y die Temperatur an der Schneidenspitze ($^{\circ}$ C), t_0 die Raumtemperatur und q das Spanäquivalent, das ungefähr der weiter unten behandelten Schnittkennziffer oder Bogenspanndicke von W. Leyensetter³⁾ entspricht; die übrigen Werte sind „Konstanten“, die noch von verschiedenen Umständen abhängen. Solche verwickelten Rechnungen werden für den Betrieb kaum Anwendung finden, ganz abgesehen davon, daß die Schneidentemperatur allein, wie schon öfters ausgeführt wurde⁴⁾, für den Schneidenschleiß nicht allein maßgebend ist, wie Woxén wohl voraussetzt.

Um möglichst den Standzeitversuch zu sparen, befaßte man sich sehr eingehend mit Kurzzeitversuchen. Der Ausschuß für wirtschaftliche Fertigung beim Reichskuratorium für Wirtschaftlichkeit hat einen großangelegten Versuchsplan durchgeführt. Im Anschluß daran gab F. Rapatz eine Uebersicht über den Stand der Kurzzeitversuche⁵⁾. Wegen Einzelheiten und Ausführungen, warum diese Kurzprüfverfahren nicht allgemeingültig sein können, sei auf das Schrifttum verwiesen⁶⁾. Bei einem Großversuch mit Automatenstählen⁶⁾ ergab sich eine ungefähr übereinstimmende Wertung nach den angewendeten Kurzprüfverfahren, nämlich dem Schnittdruckversuch, der Messung der Schneidentemperatur und dem Leyensetter-Pendelverfahren. Eine Uebereinstimmung mit der Beurteilung der Werkstätten konnte allerdings noch nicht erzielt werden.

A. Wallichs und E. Voy⁷⁾ haben auf verschiedene Weise versucht, den Schnittdruck als Kurzprüfung auf die Zerspanbarkeit im Grobschnitt zu verwenden. Bei allen Verfahren zeigten sich aber so große Streuungen in der Bestimmung der Kennzahl V_{60} , daß der Schnittdruckversuch nicht brauchbar ist. Das sicherste und einfachste Kurzverfahren zur Prüfung der Zerspanbarkeit von Stählen im Grobschnitt bleibt daher die Härteprüfung mit der Entnahme der V_{60} -Kennzahl für die verschiedensten Spanquerschnitte aus der Aachener V_{60} -Bestimmungstafel⁸⁾.

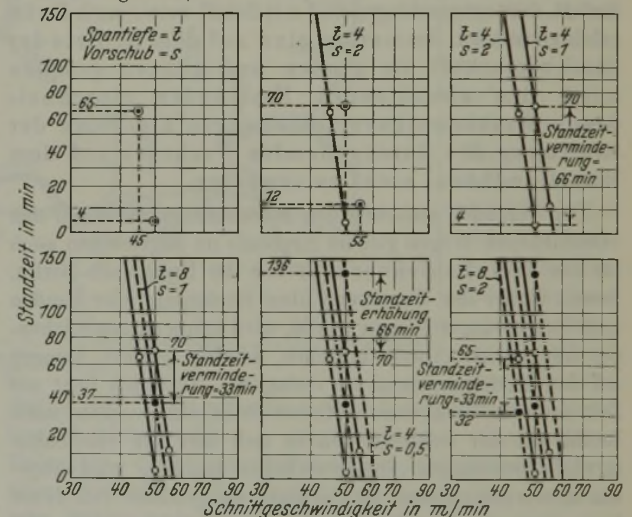


Bild 1. Ermittlung verschiedener Schnittgeschwindigkeits-Standzeit-Kurven aus zwei versuchsmäßig aufgestellten Kurven nach dem abgekürzten Verfahren von A. Wallichs.

Als Kurzversuch muß es auch gewertet werden, wenn H. Psille⁹⁾ aus der Einschnürung geseigerter Automatenstähle ihre Bearbeitbarkeit ableiten will. Da geringe Einschnürung ein Zeichen für größere Sprödigkeit ist und bei gleicher Festigkeit spröder Stahl leichter zerspanbar ist und eine bessere Oberfläche abgibt, ist die Auffassung, je geringer die Einschnürung sei, desto besser die Bearbeitung, nicht unbegründet. Die vor zwei Jahren durchgeführten Großversuche⁶⁾ lassen aber nach Ansicht des Berichterstatters noch keinen Zusammenhang mit der Zerspanbarkeit erkennen.

Wenn auch die Kurzversuche mehr oder weniger enttäuschten, so haben sich doch Zerspanungsgesetze gefunden, die aus einigen wenigen Versuchen die Aufstellung eines ganzen Zerspanungsschaubildes ermöglichten. So sind die Schnittgeschwindigkeits-Standzeit-Kurven bei doppeltlogarithmischer Auftragung Geraden, und nur zwei Werte genügen daher zu ihrer Festlegung. A. Wallichs und H. Dabringhaus fanden, daß die Verdoppelung des Vorschubs um eine bestimmte Größe die Schnittgeschwindigkeit doppelt so stark herabsetzt als die gleiche Erhöhung der Spantiefe⁸⁾. Es sind also nur zwei oder

⁷⁾ Techn. Zbl. prakt. Metallbearb. 46 (1936) S. 435/38, 440, 442, 507/10, 512, 514 u. 516.

⁸⁾ A. Wallichs und H. Dabringhaus: Masch.-Bau Betrieb 9 (1930) S. 257/62.

⁹⁾ Mix & Genest techn. Nachr. 9 (1936) S. 70/73.

¹⁾ Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 264/68.

²⁾ Ing. Vetensk. Akad. Handl. Nr. 142 (1937) S. 39.

³⁾ Grundlagen und Prüfverfahren der Zerspanung, insbesondere des Drehens. RKW.-Veröffentlichung Nr. 114. Berlin 1938.

⁴⁾ F. Rapatz: Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 617/22 (Werkstoffaussch. 341); 57 (1937) S. 445; AWF-Mitt. 18 (1936) S. 29/31, 39/46, 60/67 u. 69/71.

⁵⁾ AWF-Mitt. 18 (1936) S. 29/31, 39/46, 60/67 u. 69/71; vgl. auch Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 617/22 (Werkstoffaussch. 341).

⁶⁾ F. Rapatz: Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 617/22 (Werkstoffaussch. 341).

drei Standzeitgerade in doppeltlogarithmischer Auftragung festzustellen und die Werte für andere Spanquerschnitte abzuleiten (Bild 1).

W. Leyensetter³⁾ geht von der sogenannten Schnittkennziffer aus (Bild 2). Er setzt voraus, daß die Standzeit nur von der spezifischen Schneidenbelastung abhängt. Es ist

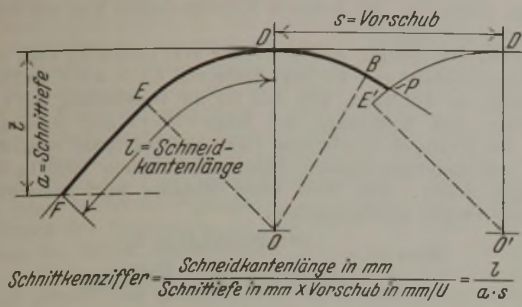


Bild 2. Schnittkennziffer nach W. Leyensetter.

also nach Bild 3 jede Schnittkennziffer bei gegebenem Werkstoff und Werkzeug einer bestimmten V_{60} , V_{60} - oder V_{120} -Zahl zugeordnet. Man hat mithin für die verschiedenen Schnittkennziffern die V_{60} -Werte ein für allemal festzustellen und kann dann bei einem gegebenen Span aus der Schnittkennziffer V_{60} bestimmen. Zwischen den Ergebnissen Leyenssetters und Wallichs besteht gute Uebereinstimmung.

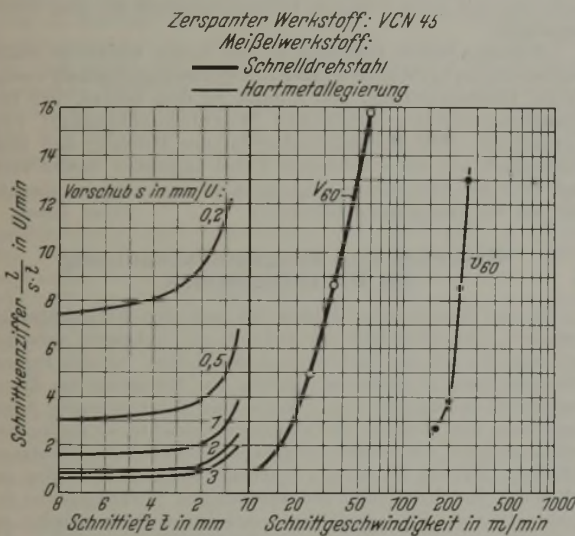


Bild 3. Ermittlung der Schnittgeschwindigkeiten (V_{60}) nach W. Leyensetter (vgl. Bild 2).

Die einfachen Gesetze, die bei der Zerspanbarkeit im Schrumpfen herrschen, ließen den Versuch als erstrebenswert erscheinen. auch beim Bohren ähnliche Gesetze zu finden. Man setzt hier bekanntlich nicht wie beim Drehen Standzeit und Schnittgeschwindigkeit in Beziehung, sondern Stand- oder Bohrlänge und Schnittgeschwindigkeit¹⁰⁾. Ebenso wie beim Drehen sind die Schnittgeschwindigkeits-Bohrlängen-Kurven bei doppeltlogarithmischer Auftragung Gerade. Eine einheitliche Bestimmungstafel ähnlich der beim Drehen aufzustellen, war deshalb schwierig, weil außer der Spanstärke noch der Bohrdurchmesser als Veränderliche dazukommt. Ferner schien es, als ob die Bohrbarkeit nicht allein von der Festigkeit abhängig war. H. Opitz und H. Jansen¹¹⁾ glauben aber auch, für das Bohren eine einheitliche Bestimmungstafel aufstellen zu können.

Beim Fräsen sind die Verhältnisse wegen der verschiedenen Fräsergrößen und Zahnformen noch viel verwickelter, so daß man mit der Aufstellung eines einheitlichen Schaubildes kaum rechnen kann. Für einzelne Fälle wurden Werte aufgestellt von H.-G. Schur¹²⁾. Aehnlich wie beim Bohren mit der Bohrlänge und Standzeit arbeitet man hier mit der Fräslänge und Standzeit. Schur kommt bei schwachen Scheibenfräsern zu der Feststellung, daß, ähnlich wie beim Bohren, mit zunehmender

der Schnittgeschwindigkeit die Fräslänge, noch stärker als die Standzeit, absinkt. Trotzdem scheint es nach Schur, als ob die wirtschaftliche Schnittgeschwindigkeit erheblich größer ist als diejenige, die man heute für Fräsarbeiten in den Werkstätten anwendet.

W. Reichel¹³⁾ faßt den Stand der Erkenntnisse zusammen, wobei er noch einmal auf die Bedeutung der Schneidentemperaturmessung beim Kurzversuch zurückkommt. Er glaubt, daß man in der zukünftigen Entwicklung das Schleifen, Honen und Läppen allmählich ausschalten und an ihrer Stelle die üblichen Spanabtrennungsverfahren mit Werkzeugschneiden setzen werde. Eine glatte Oberfläche ist infolge der hohen Schnittgeschwindigkeit, die man bei Hartmetall anwenden kann, beim Spanabtrennen leicht zu erreichen. Dieser üblichen Spanabtrennung könnte eine Kaltverformung der Oberflächenschicht durch eine Glättrolle folgen. Hierdurch würde auch die Anfangs-abnutzung herabgesetzt werden.

A. Wallichs und E. Voy¹⁴⁾ schließen die Versuche über die Zerspanbarkeit der deutschen und der amerikanischen Chrom-Nickel-Baustähle ab. Dabei wird, wie zu erwarten, der überragende Einfluß der Festigkeit der Stähle auf ihre Zerspanbarkeit erwiesen; in der Zerspanbarkeit amerikanischer und deutscher Einsatz- und Vergütungsstähle besteht kein grundsätzlicher Unterschied¹⁵⁾.

Besondere Aufmerksamkeit fand die Bearbeitbarkeit der Chrom-Molybdän-Baustähle und der nichtrostenden Stähle. Die Chrom-Molybdän-Baustähle sollen nach Ansicht verschiedener Werkstätten gegenüber den Chrom-Nickel-Stählen gleicher Festigkeitsstufe „schlecht bearbeitbar“ sein. Leider ist es oft sehr schwer, auf den Grund zu kommen, was darunter verstanden wird. Zur Behebung vorliegender Bearbeitungsschwierigkeiten muß bekannt sein, um welchen Arbeitsvorgang es sich handelt, ob das Werkzeug zu früh verschleißt oder ob die Oberfläche zu schlecht ist. Meist wird von den Werkstätten auf diese Fragen nicht klar geantwortet, so daß eine Stellungnahme nur schlecht möglich ist. Es scheint jedoch die Hauptursache darin zu liegen, daß die Chrom-Molybdän-Einsatzstähle im geglähten Zustand eine niedrigere Festigkeit haben als die Chrom-Nickel-Stähle und in diesem Zustand leichter schmieren und eine rauhe Oberfläche aufweisen. Ohne besondere Vorkehrungen hat nämlich der Chrom-Nickel-Einsatzstahl im geglähten Zustand eine um etwa 10 kg/mm² höhere Zugfestigkeit als der Chrom-Molybdän-Stahl. Bringt man den Chrom-Molybdän-Stahl durch Normalglühen oder Vergüten auf eine höhere Festigkeit, so kann man den größten Teil der Beschwerden beseitigen. Zweckmäßige Festigkeit und Werkzeugformen dürften sich in einzelnen Fällen in der nächsten Zeit von selbst noch ergeben. Bei der Zerspanung der nichtrostenden Stähle machte man anfänglich den Fehler, dieselben Schnittwinkel zu wählen wie bei den anderen gleich festen Stählen. Die Winkel sind im allgemeinen etwas spitzer zu nehmen; bemerkenswert sind die Empfehlungen des Amerikaners W. Buchanan¹⁶⁾.

Durch Schmier- und Kühlmittel läßt sich die wirtschaftliche Geschwindigkeit gegenüber dem trockenen Schnitt nach allgemeiner Ansicht um 40 bis 50 % erhöhen. O. W. Boston, W. W. Gilbert und C. E. Kraus¹⁷⁾ geben Verhältniswerte für diese Wirkung einiger Schmiermittel an.

Mit der Kräftemessung beschäftigten sich vorwiegend O. W. Boston und seine Mitarbeiter. O. W. Boston und C. E. Kraus¹⁸⁾ empfehlen einen Dreikomponenten-Kräftemesser, der etwa dem von A. Wallichs und H. Opitz¹⁹⁾ gebauten entspricht. O. W. Boston und W. W. Gilbert²⁰⁾ untersuchten die Vorschubkraft und das Drehmoment hauptsächlich in Abhängigkeit von dem Bohrwinkel und der Art des Stahles. Die Streuung ist hier ± 15 %. Eine genauere Bestimmung der Zerspanbarkeit bleibt aber nach wie vor dem werkstattgerechten Standzeitversuch vorbehalten.

Bei den Schnellarbeitsstählen ist eine entscheidende Aenderung durch die Einführung der Stähle mit niedrigem Wolframgehalt gekommen. Eine große Zahl von Drehversuchen bestätigt, daß die neuen Stähle im Durchschnitt sogar etwas schneidhaltiger sind als die früheren hochwolfram-

¹⁰⁾ Metallwirtsch. 16 (1937) S. 85/90 u. S. 114/18.

¹¹⁾ Techn. Zbl. prakt. Metallbearb. 46 (1936) S. 435/38, 440, 442, 507/10, 512, 514 u. 516.

¹²⁾ Vgl. A. Wallichs: Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 581/86 (Werkstoffaussch. 303).

¹³⁾ Metal Treatm. 2 (1936) S. 67/71.

¹⁴⁾ Trans. Amer. Soc. Met. 24 (1936) S. 186/212.

¹⁵⁾ Trans. Amer. Soc. mech. Engrs. 58 (1936) Nr. 1, S. 47/53.

¹⁶⁾ Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 1478/79.

¹⁷⁾ Trans. Amer. Soc. mech. Engrs. 58 (1936) S. 79/89.

¹⁰⁾ A. Wallichs und H. Beutel: Gießerei 19 (1932) S. 241/47.

¹¹⁾ Arch. Eisenhüttenw. 1 (1937/38) S. 385/91 (Werkstoffaussch. 397).

¹²⁾ Dr.-Ing.-Diss. Techn. Hochschule, Dresden. Schweidnitz 1936. Siehe auch F. Beckh: Masch.-Bau Betrieb 5 (1926) S. 497/504 u. 557/61.

haltigen²¹⁾. Für Spiralbohrer ergaben Versuche dasselbe Bild. Offen ist noch, wann die in der Grobherzeugung durch die Aenderung der Härtetemperatur und den engeren Härtetemperaturbereich auftretenden Uebergangsschwierigkeiten behoben sind; keine Frage ist, daß man die Schwierigkeiten überwinden wird.

Die Entwicklung bei den deutschen Hartmetallen²²⁾ geht dahin, neben den üblichen Arten noch zähere, aber dafür weniger schneidhaltige einzuführen. Bild 4 zeigt die Schneidleistung eines neuen Metalles mit 4 % TiC und 8 % Co. Der Vorteil dieser zäheren Legierungen zeigt sich darin, daß sie einen größeren Vorschub erlauben. Wieweit diese Metalle, die sich in ihrer Schneidhaltigkeit dem Schnellstahl nähern, den Schnellstahl zu ersetzen vermögen, müssen noch praktische Erfahrungen lehren. Wichtig ist auch, welche wirtschaftlichen Vorteile dieses Metall gegenüber dem Schnellstahl bietet.

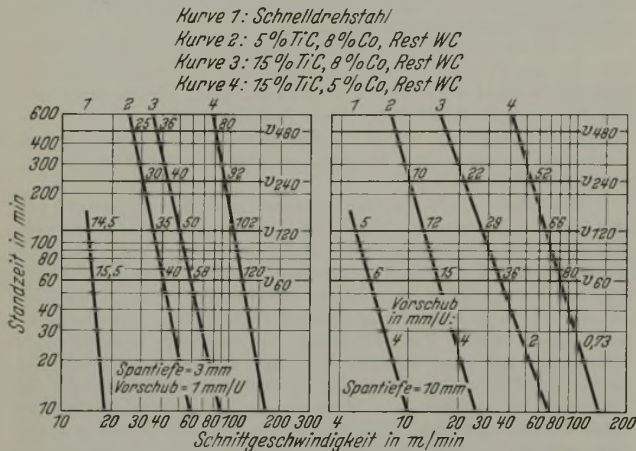


Bild 4. Schnittleistungen einiger Hartmetalle im Vergleich zu Schnelldrehstahl.

Mit der Behandlung und Verwendung der Karbid-schneidmetallegerungen befassen sich mehrere Aufsätze J. Holzbergers²³⁾. W. Kulikowski²⁴⁾ vergleicht die Leistungen der üblichen deutschen und schwedischen Schneidmetalle untereinander und mit Schnellstählen. Nach dem Bericht eines englischen Untersuchungsausschusses²⁵⁾ ähneln die englischen Karbidmetalle weitgehend den deutschen und haben auch ungefähr die gleichen Schneidleistungen. Der Untersuchungsausschuß empfiehlt Schneidwinkel, die zum Teil von den in Deutschland gebrauchten abweichen.

In Amerika setzt man bei stahlschneidenden Legierungen dem Wolframkarbid statt Titankarbid mitunter Tantal-karbid zu. Die Eigenschaften dieser Legierungen werden von P. M. McKenna²⁶⁾ im Vergleich zu Wolfram-Titankarbid-Metall ausführlich beschrieben.

McKenna geht auch auf den Begriff der Härte der Hartmetallegerungen näher ein. Bei den gesinterten Hartmetallen ist darauf Rücksicht zu nehmen, daß diese neben den Karbiden aus einer verhältnismäßig weichen Bindemasse bestehen, in die bei der Härtemessung z. B. nach Rockwell die Karbide durch Eindringen eines noch härteren Körpers hineingepreßt werden. Dies müßte sich um so auffälliger zeigen, mit je stärkerem Anpreßdruck bei der Härtemessung gearbeitet wird. Der Verfasser glaubt, daß bis zu 15 % Bindemasse kein Fließen der Karbide in die Bindemasse hineintritt, weil die Beziehung $R_C = R_A - 104$ (R_C = Rockwell-Härte bei 150 kg und R_A = Rockwell-Härte bei 60 kg Last) so lange gilt, wie die Bindemasse 15 % nicht übersteigt; bei höherem Gehalt an Bindemasse sind die R_C -Härten kleiner als berechnet. Nach Ansicht des Berichterstatters gibt dies einen Hinweis dafür, warum bei

höheren Gehalten an Bindemetallen, z. B. 13 %, die Schneidfähigkeit der Hartmetalle aufhört. Die Karbide haben eben oberhalb einer gewissen Grenze an den Bindemetallen keinen Halt mehr. Bei niedrigem Kobaltgehalt entsteht vermutlich beim Sintern eine Legierung aus Kobalt-Wolfram-Kohlenstoff, die verhältnismäßig hart ist und etwa den stelliähnlichen Legierungen entspricht. Bei höheren Kobaltgehalten wird die Bindemasse weich.

McKenna bemißt den Wert der Hartmetalle auch nach der Biegefestigkeit. Er biegt Stäbe von $5,1 \times 9,5 \times 14,2$ mm³ und stellt die Forderung auf, daß für die Bearbeitung von Glas, Porzellan und Kunstharz der Biege widerstand mindestens 1000, bei Grauguß mindestens 1300 und bei Stahl mindestens 1600, bei ununterbrochenem Schnitt mindestens 2000 kg/mm² betragen müßte. Der Wert eines Metalles wird dann durch folgende Formel wiedergegeben:

$$\text{Wert} = \frac{10 \times \text{Bruchlast in kg}}{5(93 - R_A) \left(47 - \frac{R_A}{2} \right) + 140}$$

Diese Formel scheint jedoch einen sehr eingeschränkten Wert zu haben.

Die Wärmeleitfähigkeit wird in reinem Wolframkarbidmetall mit 0,19 cal/cm · °C · s, in Metall mit 15 % Titankarbid mit 0,09 und in dem vom Verfasser als besonders vorteilhaft hingestellten Wolfram-Tantal-Karbid mit 0,065 cal/cm · °C · s gefunden. Ein tantalkarbidhaltiges Metall wird besonders für das Feinbohren hervorgehoben. Hierfür wird auch in Deutschland eine Legierung mit etwas höherem Titankarbidgehalt als sonst üblich hergestellt.

McKenna befaßt sich auch mit der Frage, warum für Stahlbearbeitung an das Werkzeug andere Anforderungen gestellt werden als bei Gußbearbeitung, und kommt zu dem Schluß, daß für Stahlbearbeitung schlechte Wärmeleitfähigkeit von Vorteil sei. Der Berichterstatter ist der Meinung, daß diese Eigenschaft nur als notwendiges Uebel angesehen werden kann und bloß bei Stahlbearbeitung nicht so nachteilig ins Gewicht fällt wie bei Graugußbearbeitung²⁷⁾. Franz Rapatz.

Gasdruck und Brennstoffausnutzung im Hochofenbetrieb.

In den letzten zehn Jahren hat man den Hochofenbetrieb technisch und wirtschaftlich dadurch zu verbessern versucht, daß man die bei der Verbrennung des Kokes vor den Formen erzeugten Gase in größerem Umfang zur Reduktion des Eisens heranzuziehen bestrebt war. Wenn man dabei einerseits Koksersparnisse und größere Ofenleistungen erreichte, so mußte man sich andererseits mit einem geringeren Heizwert des Gichtgases abfinden. Julian M. Avery¹⁾ schlägt einen anderen Weg zur Erhöhung des chemischen und thermischen Wirkungsgrades des Hochofens vor. Er knüpft an verschiedene ältere Arbeiten an und geht von der Annahme aus, daß der Wirkungsgrad zu der Brennstoffausnutzung in Beziehung steht, die durch Erhöhung des im Ofen herrschenden Druckes verbessert werden kann, wobei er von Gasdrücken an der Gicht in der Größenordnung von 0,7 bis 2 kg/cm² spricht.

Der theoretisch denkbare günstigste Hochofenbetrieb erfordert, daß die ganze Reduktion der Eisenoxyde durch Kohlenoxyd unter Bildung von Kohlensäure und wärmeerzeugend verläuft. Dabei soll der Wärmeverbrauch und die Verminderung des vorhandenen Kohlenstoffes durch die Reduktion der Kohlensäure und die direkte Erzreduktion vermieden werden. Das ist aber nur dann möglich, wenn die Reduktionsarbeit vollständig und so hoch wie möglich in den Schacht verlegt wird. Nach amerikanischen Untersuchungen werden durch die direkte Erzreduktion und die Kohlensäurereduktion je Tonne Roheisen 135 bis 138 kg Koks oder 15 bis 25 % des Koksatzes verbraucht. Durch eine zusätzliche Koksverbrennung vor den Formen muß dieser Wärmeentzug wieder ausgeglichen werden, so daß schließlich der Hochofen mehr als Gaserzeuger betrieben wird als zum Schmelzen von Eisen. Wenn man durch entsprechende Vorbereitung des Möllers und richtige Gichtenverteilung im Schacht viel zur Ersparnis von Koks beitragen kann, so kommt man damit aber doch der Frage der Brennstoffausnutzung nicht näher. F. M. Rich²⁾ hat festgestellt, daß die

²⁷⁾ Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 272/73.

¹⁾ Amer. Inst. min. metallurg. Engrs., Techn. Publ. Nr. 921, 10 S., Metals Techn. 5 (1938) Nr. 3.

²⁾ Amer. Inst. min. metallurg. Engrs., Techn. Publ. Nr. 617, 23 S., Metals Techn. 2 (1935) Nr. 3; vgl. Stahl u. Eisen 53 (1935) S. 1091/92.

²¹⁾ E. Houdremont und H. Schrader: Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 1317/22; Techn. Mitt. Krupp 5 (1937) S. 227/39; R. Scherer: Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 1355/59; F. Rapatz, H. Pollack und J. Holzberger: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 265/76 (Werkstoffaussch. 402). R. Scherer und H. Beutel: Techn. Zbl. prakt. Metallbearb. 48 (1938) S. 427/30.

²²⁾ Hartmetallwerkzeuge. Behandlung und Verwendung, 2. verb. Aufl. Berlin 1935.

²³⁾ Techn. Zbl. prakt. Metallbearb. 46 (1936) S. 10 u. 12, 86/88, 174/76 u. 178, 320/22 u. 443/46.

²⁴⁾ Przgl. mech. 3 (1937) S. 743/50.

²⁵⁾ Engineering 145 (1938) S. 430/32 u. 516/18.

²⁶⁾ Amer. Inst. min. metallurg. Engrs., Techn. Publ. Nr. 897, 12 S., Metals Techn. 5 (1938) Nr. 2.

Brennstoffausnutzung besser ist und Koks gespart werden kann, wenn man den Hochofen mit schwachem Winddruck betreibt, weil wegen der geringeren Strömungsgeschwindigkeit der Gase die indirekte Reduktion begünstigt wird; jedoch läßt sich diese Maßnahme nur in wirtschaftlich schlechten Zeiten durchführen. Nach Untersuchungen von E. Diepschlag¹⁾ wird durch Druckerhöhung die indirekte Reduktion des Eisens verstärkt, so daß bei einer Uebertragung in den Hochofenbetrieb eine Erhöhung des Gasdruckes im Ofen zu einer besseren Brennstoffausnutzung führen müßte. Indessen wird neben diesem stärkeren Angriff der Reduktionsgase auf das Erz infolge des höheren Druckes auch die Kohlenäurereduktion vermehrt und damit schließlich die Brennstoffausnutzung schlechter statt besser. Der beste Weg, einen Ueberblick über die zu erwartenden Verhältnisse zu gewinnen, dürfte wohl das Beispiel eines normalen Hochofens sein, von dessen Betriebsbedingungen nichts geändert wird außer einer Erhöhung des Gasdruckes an der Gicht und damit auch im Innern des Ofens. Offensichtlich muß durch diese Maßnahme der Anteil der indirekten Reduktion im oberen Schacht steigen. Damit gelangt aber weniger Sauerstoff als Eisen-Sauerstoff-Verbindung in tiefere Schachtzonen, und es wird hier auch weniger Kohlenäure gebildet. Andererseits wird aber in der Rast und dem

untersten Teil des Schachtes, wo das Verhältnis $\frac{\text{CO}}{\text{CO}_2}$ gewöhnlich geringer ist, als es dem Gleichgewicht in Gegenwart von Kohlenstoff entspricht, mehr Kohlenäure gebildet, die durch den Kohlenstoff zu Kohlenoxyd reduziert wird. Als selbständiger Vorgang betrachtet, deutet dies auf eine geringere Brennstoffausnutzung hin, jedoch wird eben dadurch in den oberen Schachtzonen die indirekte Reduktion verstärkt, und dadurch sinkt die Kohlenäuremenge im unteren Schachtteil wieder. Daraus folgt also, daß infolge der durch Druckerhöhung geschaffenen neuen chemischen Gleichgewichtsverhältnisse eine bessere Brennstoffausnutzung, eine geringere Gichtgasmenge von kleinerem Heizwert und schließlich, auf die Roheisenerzeugung bezogen, ein geringerer Koksverbrauch erreicht wird. Die Drucksteigerung

verschiebt aber auch das Gleichgewichtsverhältnis $\frac{\text{CO}}{\text{CO}_2}$ zugunsten einer geringeren Reduktion der Kohlenäure, so daß also eine bessere Brennstoffausnutzung eintritt. Schließlich gehen noch andere theoretische Erwägungen in gleicher Richtung. So wird bei Verlagerung der Erzreduktion in höhere Ofenzonen wegen des kürzeren Strömungsweges der Gase die Reduktion der Kohlenäure durch den Koks in geringerem Umfang erfolgen, als dem erhöhten Druck entsprechend zu erwarten wäre. Wenn man außerdem die Temperaturen in den verschiedenen Ofenzonen als die gleichen annimmt wie beim üblichen Ofenbetrieb, so entsteht Kohlenäure, im ganzen gesehen, in Gebieten niedriger Temperaturen, und damit geht eine bessere Brennstoffausnutzung nebenher, nicht nur wegen des unmittelbaren Einflusses der Temperatur auf den Umfang der Umsetzung, sondern auch, weil die niedrigere Temperatur das Gleichgewicht der Kohlenäurereduktion nach der Seite der größeren Beständigkeit der Kohlenäure verschiebt. Avery glaubt, mit diesen theoretischen Ueberlegungen die Vorteile eines höheren Druckes im Hochofen genügend begründet zu haben, muß allerdings zugeben, daß auch die sonstigen Betriebsbedingungen sehr großen Einfluß auf eine Verbesserung der Brennstoffausnutzung haben.

Auf die physikalischen Vorgänge muß eine Druckerhöhung ebenfalls Einfluß haben. Zunächst wird bei unveränderter Schmelzleistung des Ofens mit Rücksicht auf die größere Brennstoffausnutzung die erforderliche Windmenge kleiner. Ferner wird die Bildung von Kanälen in der Beschickungssäule zurückgedrängt, woraus wiederum geringere Verstaubungsverluste, Druckverluste und eine bessere Berührung zwischen Gas und Erz und dadurch eine weitergehende indirekte Erzreduktion folgen.

Der Wärmehaushalt des Hochofens muß durch jede mögliche Steigerung der Brennstoffausnutzung verbessert werden, da sich die dabei verminderte Kohlenäurereduktion hauptsächlich in der Rast vollzieht, deren Hauptaufgabe aber die Ueberhitzung der Beschickung und das Schmelzen von Eisen und Schlacke ist. Wenn durch die Druckerhöhung und die bessere Brennstoffausnutzung eine höhere Temperatur in der Rast erzielt wird, so muß sich dies in einer besseren Entschwefelung und höheren Güte des Roheisens bemerkbar machen, schließlich auch in einer größeren Schmelzleistung. Da man jedoch gewöhnlich keine übermäßig hohe Gastemperatur in der Rast benötigt, so ermöglicht eine bessere Brennstoffausnutzung eine Verminderung der Windtemperatur, wodurch man Heizgas für andere

Zwecke freimachen kann. Außerdem wird dadurch, daß mehr Koks vor den Düsen verbrannt, die Reduktionsfähigkeit des Gases vermehrt, ohne das Gas auf andere Weise anzureichern.

Schließlich muß sich auf Grund der bisherigen Ausführungen eine verbesserte Brennstoffausnutzung günstig auf die Leistungsfähigkeit des Hochofens auswirken, da man den Koksdurchsatz erhöhen kann; gleichzeitig kann aber auch mehr Erz durchgesetzt werden. Da das Innehalten eines größeren Gasdruckes im Hochofen größere Gebläsearbeit erfordert, wird vorgeschlagen, den Druck der abziehenden Gichtgase irgendwie hierfür auszunutzen.

Hans Schmidt.

Untersuchungen über den Eisenoxydul- und Gasgehalt von geschmolzenem Stahl.

Die hohen Ansprüche, die an die Güte der Stähle gestellt werden, verlangen ein eingehendes Studium und eine sorgfältige Ueberwachung aller Einflüsse, die während der Herstellung und Weiterverarbeitung auf die Güteeigenschaften des Stahles einwirken. Bei der Herstellung von Stählen ist es erforderlich, daß nicht nur die vorgeschriebene Zusammensetzung mit Sicherheit eingehalten wird, sondern auch die physikalischen Eigenschaften des Erzeugnisses dürfen nur in geringen Grenzen schwanken.

W. A. Hare und G. Soler¹⁾ benutzen die Bestimmung des Eisenoxydulgehaltes des Bades während des Schmelzverlaufs als ein weiteres Hilfsmittel für die Ueberwachung der Schmelzen. Für die Bestimmung des Eisenoxyduls wird mit Hilfe eines evakuierten Gefäßes eine Probe aus dem Bade genommen, das bei der Erstarrung entstehende Kohlenoxyd bestimmt und aus dessen Menge der Eisenoxydulgehalt errechnet. Für die Probenahme wurde die von W. A. Hare, L. Peterson und G. Soler²⁾ beschriebene Vorrichtung benutzt. Wie Vergleichsuntersuchungen zeigten, stimmt der auf diese Weise ermittelte Eisenoxydulgehalt gut mit dem durch Beruhigung mit Aluminium und Ermittlung der gebildeten Tonerde erhaltenen überein. Es hat gegenüber dem letzten Verfahren den Vorzug der schnelleren Durchführbarkeit, so daß die ermittelten Werte unmittelbar für die Schmelzföhrung und die Durchführung der Desoxydation ausgewertet werden können.

Die nach diesem Verfahren erhaltenen Gase bestehen hauptsächlich aus Kohlenoxyd und Wasserstoff. Die Menge der Kohlenäure und der Kohlenwasserstoffe (als Methan angenommen) ist nur sehr klein. Aber auch die Stickstoffgehalte sind gering, sie betragen 1 bis 2 % und wurden in einigen Fällen noch niedriger gefunden. Untersucht wurde der Gasgehalt von drei Siemens-Martin- und vier Schmelzungen aus dem Lichtbogenofen. Dabei wurde festgestellt, daß der Eisenoxydulgehalt vor der Desoxydation höher liegt als nach derselben, dagegen wurde der Wasserstoffgehalt vor der Desoxydation tiefer gefunden.

Die gefundenen Wasserstoffwerte liegen zwischen 0,0003 und 0,0011 %. Sie schwanken von Zeit zu Zeit und scheinen vom Feuchtigkeitsgehalt der Luft abhängig zu sein. In Zahlentafel 1 sind die Durchschnittsgehalte der Stähle an Wasserstoff in Abhängigkeit von der Jahreszeit angegeben.

Zahlentafel 1. Abhängigkeit des Wasserstoffgehaltes des Stahles von der Jahreszeit.

Jahreszeit	Zahl der Proben	Wasserstoffprozent Mittel
Dezember 1935 bis Februar 1936	24	0,00066
März bis Mai 1936	24	0,00090
Juni bis August 1936	31	0,00093
September bis November 1936	48	0,00078

Beachtlich sind die Versuchsergebnisse, die an zwei Schmelzen von Nickel-Molybdän-Stahl im Elektroofen erhalten wurden. Bei diesen Schmelzungen gelangte versehentlich Kühlwasser in die Schmelzen. Trotzdem stieg während des Kochens der Wasserstoffgehalt des Stahles nicht über das übliche Maß an. Hierdurch werden die schon früher gemachten Beobachtungen bestätigt, daß durch das Kochen der Wasserstoffgehalt des Stahlbades niedriggehalten wird. Unter der Reduktionsschlacke nahm der Stahl jedoch etwa die zehnfache Wasserstoffmenge gegenüber üblichen Schmelzen auf. Ein Einfluß dieser hohen Wasserstoffaufnahme während des Schmelzverlaufs auf die physikalischen Eigenschaften des Fertigerzeugnisses konnte nicht festgestellt werden, so daß angenommen werden muß, daß der größte Teil des Wasserstoffs beim Abstechen, während des Vergießens und beim Erstarren der Blöcke entweicht, ohne daß dadurch eine Schädigung des Werkstoffs erfolgt.

¹⁾ Trans. Amer. Soc. Met. 25 (1937) S. 1177/84.

²⁾ Trans. Amer. Soc. Met. 25 (1937) S. 889/903; vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 38/39.

¹⁾ Arch. Eisenhüttenw. 10 (1936/37) S. 179/81.

Zahlentafel 2. Menge der abgegebenen Gase je t und deren Zusammensetzung.

Versuchs-Nr.	Werkstoff	Zusammensetzung des Stahles					Gas-abgabe l/t	Mittlere Zusammensetzung der abgegebenen Gase		
		C %	Si %	Mn %	P %	S %		CO %	N ₂ %	H ₂ %
II	Thomasstahl sehr weich, nicht beruhigt	—	—	0,58	0,071	0,035	299,1	74,9	12,6	11,4
I	Thomasstahl weich, nicht beruhigt	—	—	0,55	0,074	0,034	207,2	62,3	23,0	3,2
VIII	Thomasstahl nicht beruhigt	—	—	0,47	0,056	0,034	189,8	78,8	16,9	3,3
VII	Thomasstahl beruhigt	0,09	—	0,63	0,082	0,033	69,2	11,6	62,4	25,0
III	Siemens-Martin-Stahl weich, nicht beruhigt	0,14	0,048	0,57	0,022	0,034	214,0	82,9	12,7	3,5
IV	Siemens-Martin-Stahl weich, beruhigt	0,10	0,13	0,56	0,022	0,031	35,7	5,9	87,8	0,5
VI	Thomasstahl hart	0,40	0,13	0,80	0,056	0,035	5,7	3,3	86,8	0,0
V	Siemens-Martin-Stahl hart	0,75	0,17	0,62	0,043	0,037	24,9	29,8	67,6	2,1

In einer besonderen Versuchsreihe wurde die Aufnahme von Eisenoxydul durch einen Chromstahl im Lichtbogenofen unter einer zweiten nichtreduzierenden Kalk-Sand-Schlacke (2:1) festgestellt. Es ergab sich dabei, daß unter diesen Bedingungen etwa 0,0025 %/min Eisenoxydul vom Stahl aufgenommen werden.

Bei der Stahlherstellung im Lichtbogenofen ist es üblich, die Schmelze unter der Karbidschlacke zu rühren. Wie durch Versuche festgestellt wurde, vermindert das Rühren den Eisenoxydul- und Wasserstoffgehalt des Bades, die gleiche Verminderung wurde erhalten, wenn Gase in die Schmelze eingeleitet wurden.

Während des Vergießens und der Erstarrung der Blöcke werden große Mengen Gase abgegeben. Untersuchungen über die Menge und Zusammensetzung dieser Gase wurden schon häufiger durchgeführt. Da der Einfluß der Gasabgabe während der Erstarrung auf die Ausbildung der Blöcke sehr groß ist, ist es von Wichtigkeit, daß die Bestimmung der Gase während der Erstarrung schnell und mit verhältnismäßig einfachen Mitteln erfolgen kann, damit die verschiedenen Einflüsse für die Gasabgabe und damit auch die Ausbildung der Blöcke festgestellt werden können. Zu diesem Zwecke benutzte G. Moressée¹⁾ die in Bild 1 wiedergegebene Vorrichtung. Die Sammlung der Gase erfolgt durch Aufsetzung einer Blechhaube auf die Kokille. Als Dichtungsmittel wird dabei Quecksilber verwendet. Das

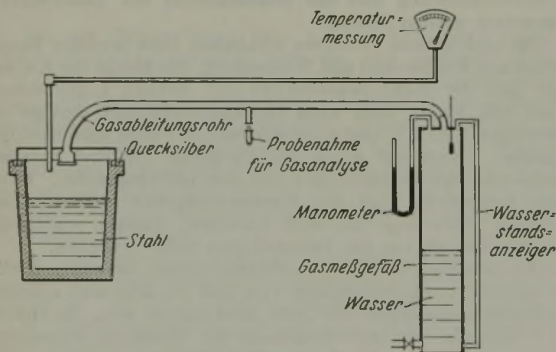


Bild 1. Vorrichtung zum Sammeln und Messen der Gase.

abgegebene Gas gelangt durch ein Gasableitungsrohr in das Sammelgefäß. Der Druck wird während der Gasabgabe dauernd auf etwa 1 at gehalten. Die Zusammensetzung und die abgegebene Gasmenge kann in jedem beliebigen Zeitpunkt bestimmt werden. Etwa 15 bis 20 s, nachdem die Kokille gefüllt ist, kann bereits mit dem Sammeln der Gase begonnen werden. Die Gasmenge, die während des Vergießens aus dem Block entweicht, wird bei diesem Verfahren nicht erfaßt. In Bild 2 sind die je t Stahl abgegebenen Gas mengen in Abhängigkeit von der Zeit angegeben, wie sie bei der Untersuchung einer Schmelzung mit 0,55 % Mn, 0,047 % P, 0,034 % S und sehr niedrigem Kohlenstoffgehalt erhalten wurden. In Zahlentafel 2 sind die Versuchsergebnisse von acht Versuchsschmelzen zusammengestellt. Die entweichenden Gase bestehen im wesentlichen aus Kohlenoxyd, Stickstoff und Wasserstoff, die Gehalte an Kohlenensäure und der Kohlenwasserstoffe wurden auch in diesem Fall sehr klein gefunden. In den unberuhigten Schmelzen überwiegt bei weitem der Kohlenoxydulgehalt, während in den beruhigten der Stickstoffgehalt am höchsten ist. Von Wichtigkeit ist noch die Zeit, in der die größte Menge der Gase je Minute abgegeben wird. Eine stürmische Gasabgabe ist besonders dann gefährlich, wenn der Stahl infolge der Abkühlung schon dickflüssig geworden ist. Dann besteht die Gefahr, daß die Blöcke steigen. Die Untersuchungen ergaben, daß die größte Gasabgabe je t Stahl bei den weichen Thomasstählen verhältnismäßig spät nach etwa 5 bis 9 min, bei den Siemens-Martin-Stählen dagegen schon nach 1 bis 1½ min erfolgt.

¹⁾ Rev. univ. Mines, 8. Sér., 14 (1938) S. 677/87.

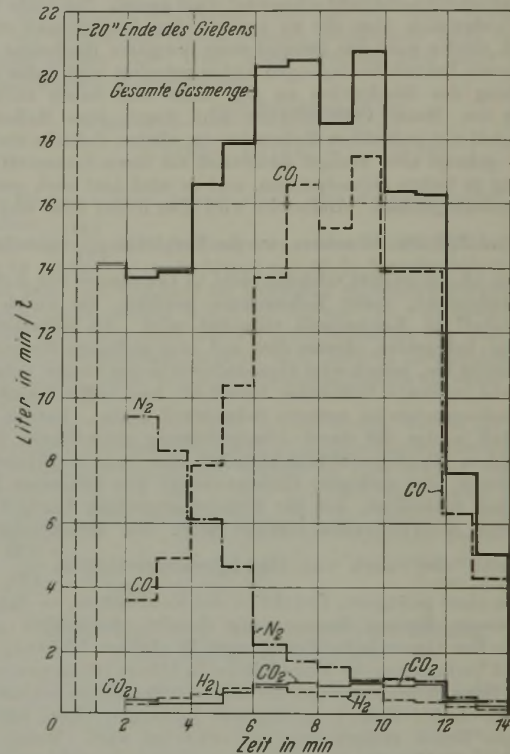


Bild 2. Gasabgabe je Tonne und Minute.

Auch K. C. McCutcheon und J. Chipman¹⁾ stellten die Gasentwicklung aus den erstarrenden Stahlblöcken nach ihrer Menge und Zusammensetzung fest. Sie benutzten dazu eine ganz ähnliche Vorrichtung, wie sie in Bild 1 dargestellt ist. Sie setzten jedoch die Haube nach dem Vollgießen der Kokille unmittelbar auf die Stahloberfläche. Auch bei dieser Untersuchung kann das schon während des Vergießens entweichende Gas nicht berücksichtigt werden. Bei den ersten Versuchen wurde die Gasmenge durch Verdrängung von Wasser ermittelt. Dieses Verfahren ist jedoch zu umständlich, da die abgegebenen Gas mengen zu groß sind. Gut haben sich Gasmesser üblicher Bauart für die Mengenmessung bewährt.

Die Blöcke, auf die die Haube zum Sammeln der Gase aufgesetzt wurde, erstarrten etwas langsamer als die üblichen. Auf diese Weise wurden nur weiche Stähle mit einem Kohlenstoffgehalt von 0,035 bis 0,090 % untersucht, bei denen der Mangan-gehalt zwischen 0,21 und 0,41 % schwankte. Die Blöcke hatten einen Querschnitt von etwa 460 × 990 mm² und ein Gewicht von etwa 5100 bis etwa 5500 kg. Die gesamte abgegebene Gasmenge lag zwischen 1100 und 2300 l. Die Gase bestanden hauptsächlich aus Kohlenoxyd mit kleineren Gehalten an Stickstoff, Wasserstoff und Kohlenensäure. Sauerstoff und Methan wurden nur in kleinen Mengen festgestellt. Ein Stahl mit 0,071 % C, 0,26 % Mn, 0,024 % S und 0,07 % P gab ein Gas ab, das etwa 90 % CO, 5 % CO₂ und 2 % N enthält. Das in den abgegebenen Gasen ermittelte Verhältnis von Kohlenensäure zu Kohlenoxyd fällt mit steigendem Kohlenstoffgehalt des Bades ab.

Zur Feststellung der Beziehungen zwischen der Gaszusammensetzung und der Analyse des Stahles wurden aus den gleichen Schmelzen von einem der nächsten Blöcke mit Hilfe eines zylindrischen Gefäßes, in das etwas Aluminium gebracht wurde, Proben genommen und in diesen der Sauerstoff- und Kohlenstoffgehalt bestimmt. Enthielt der zu untersuchende

¹⁾ Amer. Inst. min. metallurg. Engrs., Techn. Publ. Nr. 942, 24 S., Metals Techn. 5 (1938) Nr. 5.

Stahl schon etwas Tonerde, gebildet durch Zugaben kleiner Aluminiummengen zum Stahl, so wurde diese in einer besonderen Probenahme bestimmt und vom Gesamtgehalt der Tonerde, die in den mit Aluminium beruhigten Proben ermittelt wurde, abgezogen. Auf diese Weise konnte die Menge der reaktionsfähigen Oxyde ($\text{FeO} + \text{MnO}$) im Stahl ermittelt werden.

Das Produkt der Prozente Kohlenstoff und Sauerstoff lag in den weitaus meisten Fällen zwischen 0,0020 und 0,0028. Dies entspricht etwa den Gleichgewichtsbedingungen. Diese Feststellung wurde als Zeichen dafür gewertet, daß die Entkohlungsreaktion auch im Vergleich zur Verfestigung des Stahles sehr schnell verläuft.

Bei den Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Gas- und Stahlzusammensetzung mußte die Gasabgabe durch Extrapolation für die Zeit Null ermittelt werden. Bei der Untersuchung der Beziehungen zwischen den in den abgegebenen Gasen ermittelten Kohlensäure- und Kohlenoxydverhältnissen zu dem Sauerstoffgehalt des Stahles ergab sich, daß mit Ausnahme von zwei Proben alle Werte in dem Bereich, der den Gleichgewichtsverhältnissen im Temperaturgebiet von 1525 bis 1580° entspricht, liegen.

Es wurde weiter versucht, auf Grund der ermittelten Kohlenoxyd- und Kohlensäuregehalte der abgegebenen Gase den Druck, unter welchem die Gasentwicklung stattfinden kann, zu berechnen. Es wurde dabei mit einer gewissen Regelmäßigkeit ein Druck von etwa 1,4 at erhalten. Diese Berechnungen sind jedoch recht unsicher, weil einige Annahmen gemacht wurden und zum Teil die Meßergebnisse unsicher sind.

Den Schluß der Arbeit bilden Betrachtungen über die Entstehung der Blasen in den Stahlblöcken. Der festgestellte Druck von etwa 1,4 at bedeutet, daß von einer bestimmten Tiefe an im Block der Außendruck durch den darüberstehenden flüssigen Stahl so groß wird, daß keine Gasentwicklung eintreten kann. Aber auch in diesen Zonen wird durch die Kristallisation des reinen Eisens eine Anreicherung von Kohlenstoff und Eisenoxydul in der Restschmelze herbeigeführt und dadurch Konzentrationen geschaffen, bei denen eine Überwindung des äußeren Druckes möglich ist. Dies geschieht besonders zwischen den schnellwachsenden Eisenkristallen, die von der Wand ausgehen. Die Bildung der Randblasen ist die Folge dieses Vorganges. In der oberen Blockhälfte, in der der ferrostatische Druck klein ist, kann sich das Gas frei entwickeln, so daß Blasen Hohlräume nicht gebildet werden.

Die drei Untersuchungen haben das Bestreben gemeinsam, Verfahren zu entwickeln, die es ermöglichen, schnell und mit einfachen Mitteln die Bestimmung der Gase in der Stahlschmelze und die Gasabgabe in der Kokille zu bestimmen. Es soll dadurch erreicht werden, diese Bestimmungen laufend oder wenigstens immer dann verwenden zu können, wenn die Schmelzföhrung und die Gießbedingungen für die Herstellung einer bestimmten Stahlgüte festgelegt werden.

Gustav Thankeiser.

Prüfung der Tiefziehfähigkeit von Blechen.

Ueber die Eignung der Tiefziehprüfverfahren im Betrieb wurden von G. Oehler¹⁾ eingehende Untersuchungen durchgeführt und das vorhandene Schrifttum besprochen.

Der Verfasser bringt zunächst eine übersichtliche Darstellung über die beim Tiefziehen zu beachtenden Einzelheiten, wie Werkzeugausbildung, Schmierung, Abstufung der Züge usw., und behandelt dann neben dem Zugversuch, der Härteprüfung, der Biege- und Faltprobe besonders die eigentlichen Tiefziehprüfverfahren wie den TiefzugszerreiBversuch nach A. Pomp und E. Siebel²⁾, das Einbeulverfahren nach A. M. Erichsen³⁾, das AEG-Verfahren⁴⁾ und das Aufweitungsverfahren nach A. Pomp und E. Siebel⁵⁾. Die Verformungsverhältnisse bei diesen Prüfarten werden geometrisch und rechnerisch genau untersucht und mit den Verhältnissen beim Tiefziehen verglichen. Den Dehnungsbeanspruchungen der Blechproben bei den verschiedenen Prüfverfahren wird — durch eigene Versuche ergänzt — besondere Aufmerksamkeit geschenkt. Hierbei wird auf die grundlegenden Unterschiede zwischen dem Einbeul- und dem Auf-

weitungsverfahren gegenüber dem AEG-Verfahren hingewiesen, bei dem im Gegensatz zu den anderen Prüfverfahren das Blech in der gleichen Weise beansprucht wird wie beim Tiefziehen. Diese durch Versuchsergebnisse und Schaubilder erläuterte Feststellung Oehlers bietet jedoch nichts Neues, da es sich beim AEG-Verfahren um einen tatsächlichen Ziehvorgang handelt und deshalb auch dem Tiefzuge entsprechende Beanspruchungsverhältnisse von vornherein anzunehmen sind.

Beachtenswert sind die Feststellungen des Verfassers über den Einfluß der Probengröße auf die Tiefzugwerte beim Einbeulversuch nach Erichsen. Danach nimmt die Tiefzug gegenüber quadratischen Proben von 90 mm Seitenlänge bei runden Proben von 50 mm Dmr. um 20%, bei 40 mm Dmr. um 50% zu, was durch das Nachgeben und Einziehen des Probenrandes erklärlich ist. Oehler gibt auf Grund seiner Versuche als Mindestgröße der Blechproben für den üblichen Tiefzugsversuch $90 \times 90 \text{ mm}^2$ an und bemerkt, daß auch dieses Maß bei Werkstoffen höherer Zugfestigkeit nicht immer genügt. Da als Normprobengröße $70 \times 70 \text{ mm}^2$ üblich ist, wäre es richtiger gewesen, gerade diese Probengröße auf Tiefzugsabweichung gegenüber größeren Proben genauer zu untersuchen.

Den Ausführungen von Oehler über den von G. Sachs⁶⁾ angegebenen und von H. Kayseler⁷⁾, H. Lassek, W. Püngel und E. H. Schulz weiterentwickelten Keilziehversuch können die Berichtersteller nicht zustimmen. Da inzwischen an verschiedenen Stellen durchgeführte Versuche⁸⁾ mit dem Keilzugverfahren die Brauchbarkeit dieser Prüfmethode für Mehrfachzüge an Tiefziehblechen aus Stahl und Leichtmetallen erwiesen haben, sei auf dieses Verfahren etwas näher eingegangen.

Das Keilzugverfahren wurde bereits von Sachs als Verfahren zur Bestimmung der größtmöglichen Verformbarkeit, d. h. der „Ziehgrenze“, benutzt. Im Gegensatz zur Auffassung von Oehler ist hierbei die Zugfestigkeit im wesentlichen nur insofern von Bedeutung, als die bei der Umformung der keilförmigen Blechproben zu rechteckiger Form anwendbare Ziehkraft damit zusammenhängt. Die Höhe dieser, der Stempelkraft beim Tiefziehen entsprechenden Ziehkraft hängt aber von der zur Blechumformung erforderlichen Verformungsarbeit ab, die ihrerseits ein Maßstab für die Formänderungsfähigkeit bzw. Kaltverfestigung eines Bleches ist. Da ferner der keilförmige Teil der Keilziehprobe den Kreischnitt eines Rondennschnittes darstellt, der ja ebenfalls beim Einziehen in den Ziehring um ein dem Durchmesser Verhältnis von Zugschnitt und Ziehring entsprechendes Maß zugleich gestaucht und gedehnt wird, so liegen dem Ziehvorgang durchaus entsprechende Verhältnisse vor. Genau wie beim Tiefziehen die gesamte zur Umformung des Zugschnittes nötige Verformungskraft nur vom Querschnitt am Bodenrand des Ziehkörpers übertragen werden muß, ist dies auch beim Keilzugversuch für den die Ziehkraft übertragenden Blechquerschnitt am schmaleren Unterrand der Ziehdüse der Fall. Daher muß auch in beiden Fällen der Bruch in diesen Querschnitten eintreten, sobald der Blechzugschnitt und damit die Ziehkraft für die Zugfestigkeit des betreffenden Werkstoffes zu groß wird. Ganz abwegig ist die Auffassung Oehlers, daß durch den Keilzugversuch etwa die Neigung eines Bleches zu Längsrissen bei starken Stauchgraden geprüft werden solle.

Die durch den Keilzugversuch vorgenommene Umformung des keilförmigen Blechzugschnittes dient ferner nicht der Blechprüfung selbst, sondern nur der Vorbereitung der Blechproben für den nachfolgenden Tiefzugsversuch, wie sich aus den genannten Veröffentlichungen auch klar ergibt. Festgestellt wird die Abnahme der Tiefzug nach Kaltverformung gegenüber der Tiefzug des nichtverformten Bleches. Diese Tiefzugsabnahme gilt als Maß für die Verfestigung durch Kaltverformung und ist von besonderer Bedeutung für alle in mehrstufigen Zügen zu verarbeitenden Bleche.

Von allgemeiner Bedeutung sind die von Oehler durchgeführten Werkstatt-Ziehversuche und der Vergleich der hiernach praktisch ermittelten Blechgüte mit der nach verschiedenen Prüfverfahren zu erwartenden Brauchbarkeit dieser Bleche. Es wurden sieben verschiedene Bleche — fünf aus Stahl, die übrigen aus Messing und Aluminium — von je 0,5 mm Dicke untersucht. Auf einer Kurbelziehpressen wurden daraus drei verschiedene Ziehteile in je einem Zug hergestellt: runder Durchzug, Halbkugel mit Blechflansch und ein recht-

⁶⁾ Metallwirtsch. 9 (1930) S. 213/18.

⁷⁾ Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 993/98; vgl. Z. VDI 79 (1935) S. 1346; Techn. Zbl. prakt. Metallbearb. 47 (1937) S. 228/31. Werkstoff-Handbuch Stahl und Eisen. Hrsg. vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute, Düsseldorf 1937. Blatt Q 51.

⁸⁾ Metallwirtsch. 16 (1937) S. 1336; A. J. Stelljes und O. Weiler: Aluminium, Berl., 20 (1938) S. 109/17.

¹⁾ Die Beseitigung des Ausschusses beim Ziehen von Hohlkörpern aus dünnen Blechen unter besonderer Berücksichtigung der bisher bekannt gewordenen Tiefziehprüfverfahren. Berlin 1938. Auszug in Werkstatttechnik 32 (1938) S. 5/10.

²⁾ Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 11 (1929) S. 139/53; vgl. Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 951/53.

³⁾ Stahl u. Eisen 34 (1914) S. 879/82.

⁴⁾ G. R. Fischer: AEG-Mitt. 1929, S. 483/86.

⁵⁾ Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 11 (1929) S. 287/91; vgl. Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 1866/68.

eckiger Durchzug. Die Größe der gezogenen Hohlkörper wurde für jede Ziehform gleichgehalten, aber der Zuschnittsdurchmesser stufenweise vergrößert und festgestellt, in welchem Maße der durch Abreißen des Bodens entstehende Anteil an Ausschub mit wachsendem Rondendurchmesser zunahm. Dieser werkstattmäßig ermittelten Brauchbarkeit der verschiedenen Bleche wurden die Tiefziehgüten gegenübergestellt, die nach den Werten des Zerreißversuches, des Biegeversuches, der Faltprobe, des Tiefungsversuches nach Erichsen und nach Guillery, des AEG-Verfahrens und der Aufweitungsprobe nach Pomp und Siebel zu erwarten waren.

Als Ergebnis wird festgehalten, daß zwischen der nach der Dehnung beim Zerreißversuch, nach dem AEG-Verfahren und nach der Aufweitungsprobe zu erwartenden Blechgüte und dem Verhalten der Bleche unter der Ziehpresse eine gewisse Uebereinstimmung besteht. Stärkere Abweichungen gegenüber den Werkstattdaten zeigten die Tiefungswerte, deren Zahlenwerte zudem starke Streuungen aufwiesen, wobei zugleich die Art des Schmiermittels von erheblichem Einfluß war. Die Biegezahlen ergaben nur teilweise eine Uebereinstimmung mit den Werkstattdaten, während sich der Faltversuch als ganz unbrauchbar erwies. (Diese Bewertung des Biege- und Faltversuches für die Prüfung von Tiefziehblechen wird durch die Erfahrungen der Berichtersteller bestätigt.)

Ferner wird die Bedeutung der Blechdickenschwankungen besprochen und zum Teil durch Versuche und Dickenmessungen an gezogenen Hohlkörpern näher erläutert. Mit steigender Zuschnittgröße wird die zulässige Blechdickenabweichung kleiner.

Die Untersuchungen von Oehler geben im allgemeinen ein recht umfassendes und anschauliches Bild der bei der Verarbeitung und Prüfung von Tiefziehblechen im Einfachzug zu beachtenden Umstände. Allerdings wurden die Versuche nach Angabe des Verfassers bereits vor Bekanntwerden des Keilzugversuches bzw. des Keilzug-Tiefungsverfahrens abgeschlossen, so daß diese Prüfarten nicht mehr berücksichtigt werden konnten. Es wäre aber trotzdem wünschenswert gewesen, wenn der Verfasser in einigen ergänzenden Versuchsreihen auch diese neuen Prüfverfahren in den Rahmen seiner Untersuchungen einbezogen hätte, zumal da auch durch die hier besprochenen Versuche von Oehler noch keine restlose Klärung über die zweckmäßigste Prüfung von Tiefziehblechen geboten werden konnte. Obwohl das Keilzug-Tiefungsverfahren vorzugsweise für die Prüfung von in Mehrfachzügen zu verarbeitenden Blechen bestimmt ist, ist es doch von allgemeiner Bedeutung, wenn der Verfasser auch diese Prüfart in Zusammenhang mit den von ihm durchgeführten Werkstattdaten ebenfalls untersuchen würde, zumal da auch neuerdings wieder die Notwendigkeit einer zuverlässigeren Tiefziehprüfung hervorgehoben und dabei auf das neue Prüfverfahren hingewiesen wurde⁹⁾.

Wilhelm Püngel und Harry Kayseler.

Das Rechnungswesen in der Eisen schaffenden Industrie.

Wer die Entwicklung des deutschen Schrifttums über das Rechnungswesen der Eisen schaffenden Industrie rückblickend überschaut, dem drängt sich eine ganz wesentliche Erkenntnis auf: Hier hat es immer erfahrene Männer gegeben, die das rechnerische Abwägen zu einer lebenswichtigen Kunst entfalteten und die ihre erprobten Grundsätze und Maßnahmen den Berufsgenossen mitteilten, um ihre besten und tiefsten Einsichten dem Gemeinwohl dienstbar zu machen.

Im Anfang dieser Aufklärungsschriften steht das auch heute noch sehr lesenswerte Werk von Leopold Friedrich Fredersdorff: Praktische Anleitung zu einer guten Eisenhütten-Oeconomie¹⁾. Daraus ganz wenige Hinweise: „Das Betriebsrechnungswesen kann nicht in einer bestimmten Ordnung seyn, wenn der Betrieb nicht auf bestimmte Grundsätze gesetzt ist.“ Fredersdorff wendet sich scharf gegen alle, die „mit ihren kurzseitigen Augen nur einen Gesichtspunkt zu fassen fähig sind: nur den sinnlichen Nutzen klingenden Gewinnes, welcher in einem Klumpen Geldes besteht“. Er sieht schon ganz klar, daß „die Hüttenwerke eine Wohlthat für ein Land“ sind, wenn sie laufend Einkommen für viele Werkstätige schaffen, auch wenn sie einmal nur einen kleinen oder gar keinen Ueberschuß geben. „Hat man auch den besonderen Nahrungs-Zustand einer Provinz oder eines Landes vor Augen, so kann dieser die Motiv geben, daß man einen solchen Betrieb auch mit mindern Vortheile führen muß.“ „Es gehören genaue, große, sehr ins Einzelne gehende Kenntnisse

und eine darauf gegründete Uebersicht des Ganzen in allen seinen Theilen dazu, dergleichen besondere Combinationen zu fassen. Ein gewöhnliches Auge hat nicht Scharfblick genug und die Calkulationen gewöhnlicher Finanz-Verwalter, die nur nach baarem Ueberschusse in den Cassen fragen, sind unzureichend.“

Man darf feststellen, daß die Gedanken des deutschen Eisenhüttenmannes Fredersdorff — vor nunmehr 136 Jahren veröffentlicht — auch heute noch nichts an Wert eingebüßt haben, und daß sie wirksam geblieben sind im Kreise verantwortungsbewußter Eisenhüttenleute.

Der Vervollkommnung des Rechnungswesens der Eisen schaffenden Industrie dient seit gut anderthalb Jahrzehnten der Ausschub für Betriebswirtschaft des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute in mustergültiger Gemeinschaftsarbeit von Ingenieur und Kaufmann, von Hüttenmann und Kostenmann. Wer sich der ersten Verhandlungen dieses Ausschusses entsinnt, besonders der anfänglichen Schwierigkeiten, einander verständlich zu machen aus abgekapselter Werks-erfahrung und völlig uneinheitlicher Begriffsbildung und Bezeichnungsweise heraus, der weiß den außerordentlichen Fortschritt dankbar zu würdigen. Der ständig gepflegte Meinungsaustausch zwischen den Werken, dem Ausschub und dem Werkwirtschaftlichen Seminar der Universität Köln hat inzwischen dazu geführt, daß eine einheitliche, von jedem Beteiligten angewandte und verstandene Fachsprache sich entwickelt hat und vor allem, daß das in seiner Entwicklung nie stillestehende Rechnungswesen der Eisen schaffenden Industrie mustergültig und allen heutigen Anforderungen gewachsen ist.

Ein Blick in das Verzeichnis der mehr als hundertundvierzig Veröffentlichungen des Ausschusses für Betriebswirtschaft²⁾ zeigt deutlich, was hier im Laufe der Jahre in vorbildlicher Gemeinschaftsarbeit wissenschaftlich gründlich und praktisch wirkungsvoll geleistet worden ist. Von bahnbrechender Bedeutung war das, auf der Grundlage der Arbeiten des Selbstkostenausschusses gemeinschaftlich dargestellte Werk von K. Rummel: Das Selbstkostenwesen auf Eisenhüttenwerken³⁾. Es sei daran erinnert, daß in schwersten Tagen — am 26. November 1932 auf der Wissenschaftlichen Haupttagung des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute — der Vereinsvorsitzende, Generaldirektor Dr. A. Vögler, die außerordentliche praktische Wirksamkeit und den Segen dieser gemeinsamen Bestrebungen hervorhob⁴⁾.

Gleichzeitig, jedoch nicht beschränkt auf einen wichtigen Gewerbezug, wurden die Fragen einer einheitlichen Ausrichtung und Gestaltung des betrieblichen Rechnungswesens, wiederum in Gemeinschaftsarbeit zwischen führenden Männern der Wirtschaftspraxis und einigen Wissenschaftlern der „Kölner Schule“, behandelt und weitergetrieben durch einen westdeutschen Arbeitskreis und hernach durch den Fachausschuß für Rechnungswesen im Ausschub für wirtschaftliche Verwaltung des Reichskuratoriums für Wirtschaftlichkeit. Frucht dieser Gemeinschaftsarbeit war der sogenannte Schmalenbach'sche Kontenrahmen, der das Muster für alle umfassenden Bestrebungen und behördlichen Anordnungen unserer Zeit abgegeben hat.

Als ich vor zehn Jahren auf der Gemeinschaftssitzung der Fachausschüsse des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute⁵⁾ einen Gesamtüberblick über die damals wichtigen Gegenwartsaufgaben der Betriebswirtschaft vortrug, konnte ich wohl auf die Bestrebungen zur Verbesserung und Vereinheitlichung des betrieblichen Rechnungswesens und auch darauf hinweisen, daß wir in dieser Hinsicht mitten in einer Bewegung von umwälzender Bedeutung für die Entwicklung der Betriebswirtschaft stünden. Niemand aber vermochte damals vorauszu-sehen, zu welch umfassender Bedeutung diese Bestrebungen dereinst gelangen würden und daß zehn Jahre später diese betriebswirtschaftlichen Fragen als eine volkswichtige Angelegenheit von den behördlichen Organen der Reichsführung erkannt und aufgegriffen werden würden. Was früher ein in der Öffentlichkeit unbeachtetes Bestreben kleiner, verantwortungsbewußter Kreise weniger Gewerbezüge und im übrigen eine „akademische Angelegenheit“ war und blieb — trotz des Vorstoßes von diesen beiden Seiten z. B. auf der RKW.-Tagung im März 1932 —, bewegt derzeit im Dritten Reiche jedermann in Wirtschaftspolitik und Wirtschaftspraxis, in Wirtschaftswissenschaft und Wirtschaftsrecht. Reichswirtschaftsminister und Reichspreiskommissar bedürfen zur Durchführung ihrer umfassenden Aufgaben des Betriebsvergleichs und damit der Vereinheitlichung des Rechnungswesens innerhalb sämtlicher Gewerbezüge. Man hat ein-

²⁾ Verlag Stahl Eisen m. b. H., Düsseldorf.

³⁾ Düsseldorf 1927.

⁴⁾ Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 1238.

⁵⁾ E. Geldmacher: Stahl u. Eisen 48 (1928) S. 929/36 (Betriebsw.-Aussch. 23).

⁹⁾ E. J. Ritter: Dtsch. Luftwacht. Ausg. Luftwissen 5 (1938) S. 249/55.

¹⁾ Pymont 1802.

heitliche Richtlinien für Buchhaltung und Kalkulation als einen wesentlichen Bestandteil der Verfahrenstechnik in der gesteuerten Volkswirtschaft erkannt und in den Erlassen vom 12. November 1936 und 11. November 1937 verankert.

Die deutsche Eisen schaffende Industrie war schon kurz nach dem Bekanntwerden des Erlasses vom 12. November 1936 in der Lage, nach eingehender Durchberatung im Ausschuß für Betriebswirtschaft beim Verein Deutscher Eisenhüttenleute den Entwurf eines „Leitfadens für das Rechnungswesen“ dem Reichswirtschaftsministerium zur Billigung vorzulegen. Der vorliegende Band I „Kostenrechnung, Bewertung und Erfolgsrechnung“ fand am 1. Oktober 1938 die behördliche Billigung⁶⁾. Die Verfasser der Schrift, Heinrich Kreis, Klemens Kleine und Adolf Müller, sind durch zahlreiche fachwissenschaftliche Veröffentlichungen auf dem Gebiete der betrieblichen Abrechnung weithin bestens bekannt. Band II des Sammelwerks, in dem die einschlägigen Fragen der Buchhaltung und des Kontenplanes behandelt werden, befindet sich zur Zeit noch in Vorbereitung.

Es sind Männer der Wirtschaftspraxis, die dieses Buch geschrieben haben. Man erkennt aus allen Ausführungen, daß ein reicher Erfahrungsschatz, in vieljähriger beruflicher Zusammenarbeit gewonnen, in diesem Werke eine glückliche Auswertung gefunden hat. Wissenschaftlich gehören die drei Verfasser zur „Kölner Schule“. Wohl wegen der praktischen Zielsetzung, dem berufstätigen Kostenmann des Eisenhüttenwesens eine brauchbare, übersichtliche und abgewogene Anleitung zu geben, ist von einer umfassenden Bezugnahme auf das einschlägige Schrifttum, das aber in einer Uebersicht zum Schlusse angeführt wird, abgesehen worden. Gleichwohl entspricht das Werk in Aufbau und Gedankenführung auch allen fachwissenschaftlichen Anforderungen. Es handelt sich bei dieser Anleitung um ein Lehrbuch von hohem Wert. Niemand, der es liest, wird es ohne reichen Gewinn aus der Hand legen. Ueberall ist zu spüren, daß die Verfasser nicht alle möglichen, ihnen bekannten Verfahren wiedergeben, sondern daß sie bemüht waren, in sorgfältiger Abwägung jeweils den brauchbarsten und besten Weg zu weisen. Aus diesem Grunde wurde z. B. die Äquivalenzzifferrechnung als Kalkulationsform mit keinem Wort erwähnt, ebenso mußten ganze Sachgebiete, wie z. B. die Budgetrechnung, ausscheiden.

Es ist von besonderem Reize, zu beobachten, welche scharfe Ausdeutung und genaue Abgrenzung die Grundbegriffe und der Grundriß des betrieblichen Rechnungswesens⁷⁾, besonders der Kölner Schule, im Laufe der Zeit gewonnen haben. (Vgl. z. B. die Ausführungen auf S. 37/38 über den Begriff der Kostenarten.) Weiterhin sei auf die Abgrenzung des Kostenträgerbegriffs, die Herausarbeitung der Kostenzuteilungsverfahren, die Zusammenhänge von Verbrauchs- und Bestandsbewertung, die kontinuummäßige Verbindung von Geschäfts- und Betriebsbuchhaltung hingewiesen. Alle diese Dinge gehören an sich längst zum Begriff der kaufmännischen Betriebswirtschaftslehre und sind im Schrifttum schon oft abgehandelt worden; sie haben aber hier in Anwendung auf das vielgestaltige Gebiet der Eisen schaffenden Industrie eine vertiefte Darstellung und Systematik gefunden, die nur auf Grund ungewöhnlich reicher Berufserfahrung gewonnen werden konnte.

Der gesamte in der Schrift behandelte Stoff ist auf drei Hauptabschnitte verteilt, von denen der erste der Kontenführung gewidmet ist; denn am Anfang aller Kostenrechnung steht die richtige buchmäßige Grundlage, die den Bedürfnissen der Kostenrechnung gerecht wird. Zunächst wird die Verteilung des umfangreichen Buchungsstoffes, der in einem Hüttenwerke anfällt, auf die Geschäfts- und Betriebsbuchhaltung vorgenommen, wobei der Geschäftsbuchhaltung als Träger der Jahreserfolgsrechnung die Aufgabe zugewiesen wird, aus ihrem eigenen Kontenzusammenhang die jährliche Bilanz und Gewinn- und Verlustrechnung unter Berücksichtigung der aktienrechtlichen Vorschriften hinsichtlich des getrennten Ausweises gewisser Erfolgsэлементы zu entwickeln. Der Mechanismus, der beide Buchhaltungen verbindet, ist an Hand eines Schaubildes besprochen; hier ist eine Lücke im Schrifttum in geeigneter Weise ausgefüllt worden; denn während es nach den Veröffentlichungen häufig den Anschein haben könnte, als ob gewisse Konten nur in dieser oder in jener Buchhaltung geführt werden, wird hier deutlich dargetan, daß man die Mehrzahl der Konten zwar in beiden

Buchhaltungen führt, aber in ganz unterschiedlichem Ausmaß aufgliedert. Weiterhin ist die Behandlung der periodischen Aufwandsverteilung und der Abgrenzung von Zweckaufwand und -ertrag sowie der neutralen Posten erwähnenswert, zwei alte Fragen, für deren Verwirklichung die Kölner Betriebswirtschaftslehre Pionierdienste geleistet hat. Auch die Bildung der Abrechnungsbereiche bietet insofern neue Gesichtspunkte, als die tiefgegliederten Werke der Eisen schaffenden Industrie mit dem einfachen Begriff der Kostenstellen allein nicht mehr auskommen, sondern einer Dreiteilung in Werk, Betrieb und Kostenstelle — hier wieder in Hilfs- und Endkostenstelle — bedürfen. Diese Verwickeltheit hat auch eine Folge für die Abgrenzung des Kostenartenbegriffs; denn jeder Bereich hat nun auch seine eigene Kostenartenreihe nach Werks-, Betriebs- und Stellenkostenarten. Gemischte Konten werden grundsätzlich überall in reine Bestands- und Erfolgskonten aufgelöst. Einige Betrachtungen über die Verbuchung der Verkaufskosten und die Abrechnung der Neubauten schließen den ersten Teil ab.

Der zweite Hauptteil setzt sich mit den Fragen der eigentlichen Kostenrechnung auseinander. Es sind hier nicht alle Fragen des Kostenwesens behandelt, die im Schrifttum das Gebiet der Kostenrechnung umfassen, sondern lediglich die Kostenerfassung und Kostenverteilung innerhalb der monatlichen Abrechnung. Die Kostenauswertung, Untersuchungen über die Abhängigkeit der Kosten vom Beschäftigungsgrad usw. sind nur soweit gestreift, als sie für die Kostenverteilung von wesentlicher Bedeutung sind, z. B. bei der Verteilung der Aufwendungen von Hilfsbetrieben. Im einzelnen befaßt sich der zweite Teil zunächst mit der Klärung des Inhaltes der Kostenrechnung, d. h. erörtert, was Kosten sind. Die Herausschälung des Begriffs der Werkselebstkosten aus anderen Verbrauchsarten, wie Stillstands- und Verkaufskosten, ferner neutralen Aufwendungen und umsatzabhängigen Erlösschmälerungen entspricht durchaus den theoretischen Forderungen der Betriebswirtschaftslehre. Dann kommt die formale Seite des Kostenproblems eingehend zur Sprache, vor allem hinsichtlich der Verteilungsgesetze der Kosten und der Abgrenzung des Kostenträgers. Aus den Versuchen, geeignete Zuschlagsgrößen zu finden, hat sich im Laufe der Zeit das Gesetz der Proportionalität herausgebildet⁸⁾, das nun dem Kostenmann bewußt hinter allen Kostenverteilungsvorgängen steht. Den einzelnen Kostenarten sind ausführliche Erörterungen gewidmet; besonders klar und wertvoll sind die Darlegungen über die kalkulatorischen Zinsen und Abschreibungen sowie über die Kalkulationsstufen durch Verwendung des Begriffes der Werksumlage. Von besonderem Wert und wichtig für das Rechnungswesen der Eisenhütten ist die Behandlung der einzelnen Hilfs- und Hauptbetriebe, vom Hochofen bis zum Fertigwalzwerk.

Die Grundsätze der Bewertung der verbrauchten Kostengüter und der Bestände sind gemeinsam mit der Darstellung der monatlichen Erfolgsrechnung im dritten Teil behandelt. Wenn auch an allgemeinen Ausführungen über die Bewertung der Kostengüter grundsätzlich nur soviel zu sagen ist, daß die Wertbeziehung immer vom Wertungszweck abhängig ist, so wird doch die Bewertung in den mehrstufigen Werken der Eisenindustrie sehr verwickelt: Es gibt hier Leistungen von Fremden, von eigenen Vorbetrieben, von anderen Konzerngesellschaften, welche selbständige Bilanzeinheiten sind und Lieferungen an Verfeinerungsbetriebe, die nicht mehr zum engeren Bereich der Eisen schaffenden Industrie gehören. Alle diese Lieferungen und Leistungen erfordern eine unterschiedliche Bewertung, die wiederum Auswirkungen auf die Verbrauchs- und die Bestandsrechnung hat. Die Frage der Erfolgsstufenabgrenzung ist zugunsten der Reindurchrechnung entschieden worden, um beim Enderzeugnis die tatsächlichen buchmäßigen Kosten nachzuweisen. Diese Entscheidung ist nicht nur aus der Entwicklung zu einheitlichen Großbildern in der Eisenindustrie zu verstehen; ihre Wirksamkeit wird auch stark begünstigt durch die Beruhigung im Gesamtgefüge der deutschen Preisbildung in den letzten Jahren. Wenn die Leistungen eigener Betriebe mit Istkosten abgerechnet werden, d. h. fixe Kostenbestandteile im Ausmaß der jeweiligen Beschäftigung enthalten, so bedarf es bei der monatlichen Bilanzierung einer Abwertung der Bestände auf Inventurfestpreise. Diese Umwertungen der Bestände an Werkstoffen und Erzeugnissen, die einem bilanzmäßig-statischen Gesichtspunkt, dem Grundsatz der Vorsicht, ihr Dasein verdanken, werden als selbständiger Erfolgsbestandteil ausgewiesen. Die meist in der Betriebsbuchhaltung aufgestellte monatliche Fabrikaterfolgsrechnung weist für die wichtigsten Gruppen von Erzeugnissen den Reinerfolg auf, den die Geschäftsbuchhaltung nur summarisch

⁶⁾ Kleine, Klemens, Heinrich Kreis und Adolf Müller: Leitfaden für das Rechnungswesen in der Eisen schaffenden Industrie. Bd. I: Kostenrechnung, Bewertung und Erfolgsrechnung. Hrsg. im Auftrage der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie vom Ausschuß für Betriebswirtschaft des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute. (Mit 2 Anlagen.) Düsseldorf: Verlag Stahleisen m. b. H. 1937. (97 S.) 8°. Geb. 4,50 *R.M.*

⁷⁾ E. Geldmacher: Z. handelsw. Forschg. 23 (1929) S. 1/27.

⁸⁾ Vgl. besonders K. Rummel: Grundlagen der Selbstkostenrechnung. Düsseldorf 1934.

ermittelt. Sie enthält für die einzelnen Erzeugnisse die Bestandsverrechnung sowie die Erlöse, Ausführungsverrechnungen, Nachverrechnungen der Verbände, Berichtigungen und Umwertungen. Von diesem Fabrikatreinerfolg führt eine Brücke zum Werksreinerfolg, in dem alle bisher nicht berücksichtigten Erfolgsbestandteile zusätzlich im Schlußbogen zusammengefaßt werden. Hiermit erfahren die gleichfalls von der Universität Köln geförderten Bestrebungen um die Durchführung der monatlichen Erfolgsrechnung einen gewissen systematischen Abschluß. Während man früher im allgemeinen die kurzfristige Erfolgsrechnung nur als Sonderrechnung in mehr oder minder lose verbundener Form mit dem übrigen Rechnungswesen kannte, ist hier die Einbeziehung in die buchmäßige Grundlage lückenlos vollzogen.

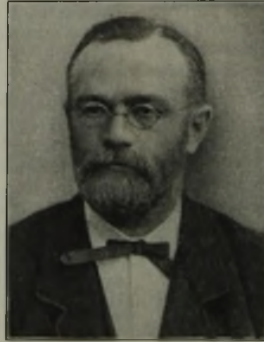
Die Schrift schließt vorläufig die Reihe der größeren Veröffentlichungen über das betriebliche Rechnungswesen, auf welche die Eisenhüttenindustrie im Laufe ihrer langen Geschichte mit Befriedigung zurückblicken darf, und legt Zeugnis ab für den

hohen Stand der Abrechnung, die in diesem großen und vielseitigen Industriezweig gepflegt wird. Es ist ein sehr tüchtiges Buch. Dieser Leitfaden ist wichtig nicht nur für den Kostenmann der Eisenhüttenindustrie, sondern auch für jeden, der verantwortliche Entscheidungen treffen muß und dazu des Rüstzeuges der Klarstellung durch ein zweckentsprechendes Rechnungswesen bedarf. Es ist wohl zu bedenken, daß kalkulatorisches Denkvormögen nicht nur in den Betrieben und Werksleitungen, sondern auch bei den Behörden eindringlicher und umfassender entwickelt werden muß als in der Vergangenheit. Wer die Fruchtbarkeit des wechselseitigen Zusammenarbeitens von Ingenieur und Kaufmann, von volksverbundener Wissenschaft und berufstätiger Anwendung, wie sie im Ausschuß für Betriebswirtschaft beim Verein Deutscher Eisenhüttenleute eine Heimstätte von bleibendem Wert gefunden hat, erkennt und bejaht, hat keinen Grund, um die Zukunft des Rechnungswesens besorgt zu sein.

Erwin Geldmacher.

100. Geburtstag von Hermann Brauns.

Der Name Hermann Brauns tritt uns sogleich entgegen, wenn wir den ersten Band (1881) unserer Vereinszeitschrift „Stahl und Eisen“ aufschlagen. Damals wirkte Brauns als Berichterstatter der „Commission zur Revision der Classifications-Bedingungen für Eisen und Stahl“ und leitete die Besprechungen ein, die sich später zu den bekannten „Lieferungsvorschriften“ verdichteten. Diese sind daher auch in der Hauptsache sein Werk. Aber darüber hinaus gehört Brauns zu den Pionieren des Windfrischverfahrens. Aus der Schule eines Alfred Krupp hervorgegangen, wo er die Kinderzeit der Bessemerstahlerzeugung in Deutschland miterlebte, kam er nach Osnabrück zur Georgs-Marien-Hütte, die damals — wie nur ganz wenige deutsche Werke — in der Lage war, gutes Bessemerroheisen aus eigenen Erzen zu erblasen. 1877 übernahm er die „Dort-



munder Union“, die er rund ein Vierteljahrhundert leitete. Hier wandelte er sich zum Thomas-Stahlwerker. Seine ungewöhnliche Wendigkeit des Geistes ließ ihn auch nicht zur Ruhe kommen, als er im Jahre 1902 aus dem aktiven Dienst ausschied. Als Mitglied des Vorstandes unseres Vereins in steter Verbindung mit dessen Arbeiten, richtete er noch kurz vor seinem Tode auf der ersten Sitzung des Stahlwerksausschusses als damals ältester der anwesenden Stahlwerker mahnende Worte an die jüngere Generation, auf dem nun einmal beschrittenen Wege der Gemeinschaftsarbeit rüstig fortzuschreiten zum Wohle aller. Nur wenigen der Lebenden ist sein Name noch geläufig. Die 100. Wiederkehr seines Geburtstages am 19. Oktober 1938 gibt willkommene Veranlassung, auf ihn als einen der Besten erneut hinzuweisen.

Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung zu Düsseldorf.

Einfluß der Abkühlungsgeschwindigkeit auf die Umwandlungen und die Eigenschaften der Vanadinstähle.

Als Fortsetzung der planmäßigen Arbeiten über den Einfluß der Abkühlungsgeschwindigkeit auf die Umwandlungen der Stähle untersuchten Franz Wever und Adolf Rose¹⁾ mit den schon früher beschriebenen Verfahren²⁾ zwei Reihen von Stählen mit 0,5 und 1,0% V und Kohlenstoffgehalten von 0,3 bis 1,7% bei gesteigerter Abkühlungsgeschwindigkeit. Die Ergebnisse sind in Unterkühlungsschaubildern wie Bild 1 zusammengefaßt.

Bei Abkühlungsgeschwindigkeiten bis ungefähr 20°/s werden danach die Umwandlungstemperaturen von der Lage bei Gleichgewicht (0) schnell zu den Temperaturen der Unterkühlungsstufe I herabgesetzt. Eine Ausscheidung von Vanadinkarbid ist thermisch nicht mehr festzustellen, die Ferritausscheidung ist bis zu Kohlenstoffgehalten von 0,5% C unterdrückt, die Zementitausscheidung der übereutektoidischen Stähle ist jedoch im Gegensatz zu reinen Kohlenstoffstählen von 1,4% C an deutlich festzustellen. Die Perlittemperatur wird bis auf 600° erniedrigt.

Bei weiterer Erhöhung der Abkühlungsgeschwindigkeit tritt bei den Vanadinstählen keine weitere Erniedrigung der Perlittemperatur wie bei den Kohlenstoffstählen ein, sondern schon von Abkühlungsgeschwindigkeiten von ungefähr 15°/s an ist, zunächst noch zusammen mit der Perlitumwandlung, eine von dieser gänzlich verschiedene Umwandlungsstufe bei etwa 500° zu beobachten (Unterkühlungsstufe II, Zwischenstufe). Nach völliger Unterdrückung der Perlitreaktion geht die Umwandlung der Stähle in einem gewissen Bereich der Abkühlungsgeschwindigkeiten nur durch die Umwandlung in der Zwischenstufe vollständig zu Ende. Die Temperatur der Umwandlung in der Zwischenstufe ist unabhängig von der Abkühlungsgeschwindigkeit; steigende Kohlenstoffgehalte bewirken ein Sinken der Umwandlungstemperatur bis auf 450°. Die voreutektoidische Ferritausscheidung in dieser Stufe ist völlig unterdrückt, die Zementitausscheidung bei übereutektoidischen Stählen kann aber noch deutlich festgestellt werden.

Wird die Abkühlungsgeschwindigkeit weiter gesteigert, so tritt zu der Umwandlung in der Zwischenstufe die Martensit-

umwandlung, welche von bestimmten Abkühlungsgeschwindigkeiten an den gesamten Umwandlungsablauf übernimmt (Unterkühlungsstufe III). Die Temperatur der Martensitumwandlung ist unabhängig von der Abkühlungsgeschwindigkeit und auch vom

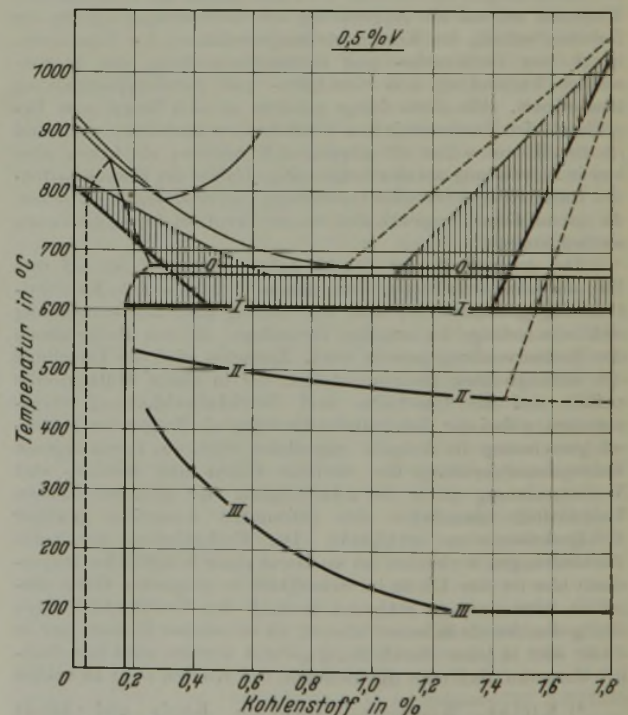


Bild 1. Unterkühlungsschaubild der Stähle mit 0,5% V.

Vanadinegehalt, falls vor dem Abschrecken das gesamte Vanadin in Lösung gebracht wird.

Das Gefüge der Vanadinstähle, die in der ersten und dritten Unterkühlungsstufe umgewandelt sind, unterscheidet sich nicht von dem der unlegierten Stähle. In der Zwischenstufe umgewandelte Stähle zeigen jedoch ein Gefüge, das sich deutlich vom Perlit

¹⁾ Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 20 (1938) Lfg. 16, S. 213/27.

²⁾ Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 19 (1937) S. 289/98; 20 (1938) S. 55/60; vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 39; 58 (1938) S. 553.

der ersten Unterkühlungsstufe unterscheidet; es ist nadelig, martensitähnlich und ist mit leicht angelassenem Martensit vergleichbar.

Die Härte der untersuchten Stähle steigt mit zunehmender Abkühlungsgeschwindigkeit bis zum Ende der Perlitstufe sehr schnell stark an (400—500 VE.). In der Zwischenstufe fallen die Härtewerte wieder ab; nur bei übereutektoidischen Stählen geht der in der Perlitstufe begonnene Anstieg weiter, da sich Stähle mit Kohlenstoffgehalten über 1,5% C nicht in der Zwischenstufe umwandeln. Mit dem Erreichen der Martensitstufe steigt die Härte mit wachsender Abkühlungsgeschwindigkeit wieder an und erreicht bei eutektoidischen Stählen einen Höchstwert von etwa 900 bis 950 Vickers-Einheiten. Bei sehr hohen Abkühlungsgeschwindigkeiten tritt wieder ein Härteabfall ein, als Folge der zunehmenden Anteile von nichtumgewandeltem Austenit.

Die Natur der Umwandlung der Vanadinstähle in der ersten Stufe ist der Perlitreaktion der Kohlenstoffstähle ähnlich; allerdings bedingt bei den Vanadinstählen die Ausscheidung des Vanadinkarbides einen Unterschied der Umwandlung in der ersten Stufe gegenüber der Perlitumwandlung bei den reinen Kohlenstoffstählen. Auf diesen Unterschied weist auch der starke Härteanstieg in der ersten Umwandlungsstufe hin, den man mit einer Ausscheidungshärtung des Ferrits durch nachträglich gebildetes Vanadinkarbid erklären muß. So ergibt sich die Vorstellung, daß sich die Ausscheidung von Vanadinkarbid und die Umwandlungsvorgänge in der Perlitstufe in der Weise überlagern, daß die Karbidausscheidung bei sehr kleinen Geschwindigkeiten den Umwandlungsvorgang einleitet, mit steigender Abkühlungsgeschwindigkeit aber an das Ende der Umwandlung rückt und hier eine Härtung des vorher gebildeten Ferrits bewirkt. Ueber das Wesen der Umwandlung in der zweiten Unterkühlungsstufe kann eine sichere Erklärung noch nicht gegeben werden. Aus dem Härteabfall beim Erreichen der Zwischenstufe ist zu schließen, daß die Natur der Umwandlung in der Zwischenstufe von der Perlitumwandlung völlig verschieden ist. Die Martensitumwandlung der Vanadinstähle unterscheidet sich nicht von der Martensitumwandlung der unlegierten Stähle. Die kritischen Abkühlungsgeschwindigkeiten sind bei den Vanadinstählen wesentlich geringer als bei den Kohlenstoffstählen (Bild 2), die Härten sind größer.

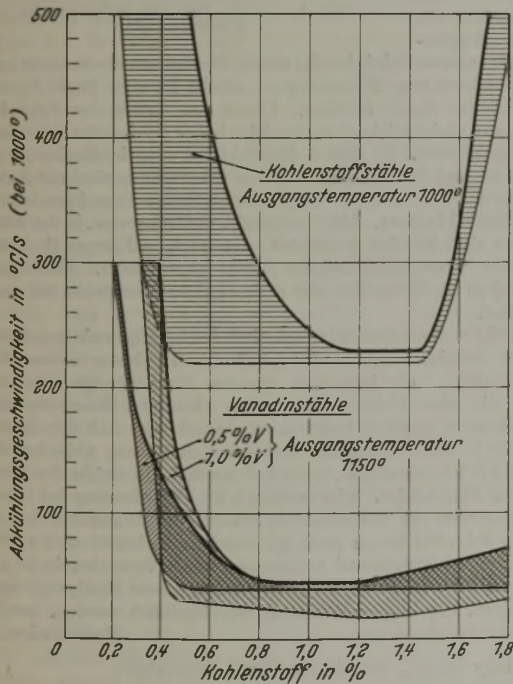


Bild 2. Der Bereich der kritischen Geschwindigkeiten in Abhängigkeit vom Kohlenstoffgehalt für unlegierte Stähle und Vanadinstähle.

Anlaßversuche bestätigen die Vorstellungen über die Natur der Umwandlungen der Vanadinstähle. Einige Stähle wurden mit verschiedenen Abkühlungsgeschwindigkeiten abgeschreckt und dann stufenweise bis 750° 1/2 h angelassen. In der Perlitstufe umgewandelte Stähle zeigten einen deutlichen Härteanstieg bei etwa 400°, der um so geringer war, je größer die Härte im Ausgangszustand war, je schneller also die Probe abgeschreckt wurde, da durch die schnellere Abkühlung ein Teil der Ausscheidungshärtung schon vorweggenommen wurde. Stähle, die in der Zwischenstufe umgewandelt wurden, zeigten keine Ausscheidungs-

härtung, sondern nach einem langsamen Härteanstieg bei 400° einen plötzlichen Härteabfall. Dieser Unterschied gegenüber den in der Perlitstufe umgewandelten Stählen ist ein weiterer Beweis dafür, daß die beiden Umwandlungsgrundsätzlich verschieden sind. Bei Anlassen eines martensitischen Stahles tritt bei 400° nach anfänglichem starken Abfall der Härte wieder Ausscheidungshärtung auf, bei weiterer Erhöhung der Anlaßtemperatur sinkt die Härte wieder ab.

Zusatzversuche an Stählen mit größeren Vanadinegehalten bis zu 5% V ergeben, daß bei einem bestimmten Kohlenstoffgehalt die Steigerung des Vanadinzusatzes über einen günstigsten Betrag hinaus lediglich zur Bildung von Vanadinkarbid führt, welches nicht mehr in Lösung zu bringen ist und durch Kohlenstoffzug die Härte wieder herabsetzt, wie Bild 3 zeigt.

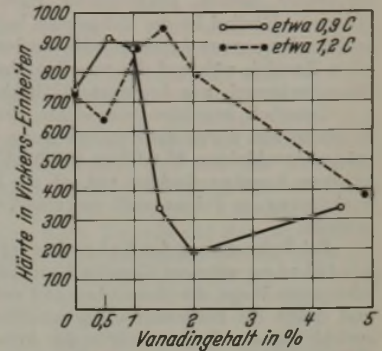


Bild 3. Höchst härten in Abhängigkeit vom Vanadinegehalt (Abschrecktemperatur 1100°).

Wilhelm Schütter.

Aus Fachvereinen.

Iron and Steel Institute.

Die Herbstversammlung des Iron and Steel Institute, die ursprünglich in New York stattfinden sollte, wurde nunmehr am 26. Oktober 1938 in London abgehalten. Ueber die erstatteten Vorträge wird nachstehend auszugsweise berichtet.

D. F. Campbell, London, gab einen Ueberblick über Die Elektroöfen in europäischen Stahlwerken.

Er zeichnet kurz die Elektrohochofen und bringt ausführlich Stand und Entwicklungsrichtung der neuzeitlichen Lichtbogen- und kernlosen Induktionsöfen und ihre Arbeitsweise.

Die gute Wirtschaftslage hat die Entwicklung der elektrischen und mechanischen Einrichtungen außerordentlich begünstigt. An die Stelle der in den Anlagekosten teureren Schacht-Elektrohochofen treten Niederschacht-Elektro-Rundöfen in Norwegen, Schweden, Finnland und Italien, von denen zur Zeit 11 Öfen von 6000 bis 12000 kVA mit Söderbergelektroden und gasdichter Beigichtungseinrichtung in Betrieb sind. Der Koksverbrauch beträgt 400 kg, der Elektrodenverbrauch bei Verhüttung von 50prozentigem Eisenerz etwa 9 kg/t Roheisen. Der Stromverbrauch ist mit 2600 kW noch derselbe wie beim ersten Niederschacht-Elektro-Hochofen von Héroult im Jahre 1907.

Bei Betrachtung der großen Zahl der in den letzten fünf Jahren in Europa neuerstellten Lichtbogenöfen kommt Campbell zu dem Schluß, daß für den üblichen Héroultöfen mit drei Elektroden für kalten Einsatz ein 20-t-Ofen die zweckmäßigste Größe ist. Dies deckt sich auch mit den Erfahrungen an den deutschen Elektroöfen von 25 bis 35 t Fassung. Der Umformer von 10 000 kVA für den 20-t-Ofen erscheint für deutsche Verhältnisse reichlich groß. Für flüssigen Einsatz (Duplex) hält Campbell einen 30- bis 40-t-Ofen für den geeigneten. Europäische Fachleute zeigen jedenfalls keine Neigung zu größeren Öfen; erinnert sei nur an den 100-t-Ofen bei Timken (Ohio). Elektrische und hydraulische Regelung wird bei entsprechender persönlicher Erfahrung als gleichwertig bezeichnet. Sehr viel Aufmerksamkeit verdient die Herabsetzung der Leitungsverluste, um die Umformleistung weitestgehend in Lichtbogenleistung umzusetzen. In Zahlentafel 1 sind die Hauptzahlen der von Campbell aufgeführten drei Öfen genannt. Es wäre wissenswert gewesen, zu erfahren, ob der 23-t-Ofen mit 280 V betriebs- und unfallsicher arbeitet.

Zahlentafel 1. Neuzeitliche europäische Lichtbogenöfen.

	A	B	C
Ofengröße	30 t	12 t	23 t
Umformer	6000 kVA	3500 kVA	9000 kVA
Spannungsstufen	200 bis 140 V	200 bis 140 V	280 bis 150 V
	120 bis 85 V	120 bis 85 V	162 bis 86 V
Höchstbelastung	19 500 A	11 200 A	23 000 A
Elektroden Durchmesser	400 mm	700 mm	700 mm
	Graphit	amorph	Söderberg

Als wichtigste bauliche Entwicklung der Lichtbogenöfen der letzten Jahre werden im einzelnen aufgeführt: Ausfahrbare oder ausschwenkbare Deckel mit Korbbeschickung verschiedener Bauart, ausfahrbarer Herd, Drehbewegung des Herdes. Hierbei ist der Zeitgewinn beim eigentlichen Einsetzen und das bequemere Arbeiten beim Vorbereiten der Schmelze außer allem Zweifel, während der von Campbell angeführte Gewinn an Stromverbrauch nur begrenzte Gültigkeit hat.

Campbell berichtet von einem Einschmelz-Zeitgewinn von 25 bis 30 min durch die Drehbewegung (um 60°) eines mit Drehspänen beschickten 25-t-Ofens (6000 kVA). Es liegen keine endgültigen Angaben darüber vor, ob die Drehbewegung auch eine Verkürzung der Feinungszeit und eine Verbesserung der Stahlgüte bewirkt.

Bei Betrachtung der Schmelzverfahren und der Schlackenführung erinnert Campbell an die von R. Perrin vorgeschlagenen Wege, die chemischen und metallurgischen Reaktionen und damit die Schmelzführung erheblich zu beschleunigen. Er spricht von der Umwälzung in der Arbeitsweise der Lichtbogenöfen in einigen europäischen Stahlwerken. Hierbei läßt er die Frage offen, ob diese Schnellverfahren eine allen Ansprüchen genügende Stahlgüte sichern. Er ist jedoch der Meinung, daß für manche Stähle vorzügliche Ergebnisse erzielt worden sind im Hinblick auf Reinheitsgrad, chemische Gleichmäßigkeit, physikalische Eigenschaften, und daß der Stahl nach diesen neuen Verfahren ebenso rein in bezug auf nichtmetallische Einschlüsse sein kann, als wenn er nach einer der alteingeführten Verfahren behandelt wurde. Für austenitische Chrom-Nickel-Stähle soll sich dieses Verfahren nicht eignen.

Bei der Besprechung der Ofenzustellung berichtet Campbell über abschließende Erfahrungen mit Dolomitsteinen, die vollständig zerfallsicher hergestellt sein sollen. Nach Erfahrungen des Berichterstatters mit englischen Steinen ist diese Zerfallsbeständigkeit jedoch noch nicht für alle Sendungen und Brände gesichert.

In der Elektrodenfrage bezeichnet Campbell die Söderbergelektrode mit Recht als die billigste. Er glaubt sogar, daß die amorphe Elektrode allmählich verschwinden, die Söderbergelektrode für große Ofen und die Graphitelektrode für Sonderstähle bei kleiner Ofenzahl und kleinen Ofen benutzt werden wird. Er ist der Meinung, daß sich die bei Söderbergelektroden notwendigen Nebeneinrichtungen nur bei einer größeren Zahl und bei größeren Ofen lohnen würde. Auf einem Werk hat sich die Söderbergelektrode mit 500 bis 700 mm Dmr., bei acht Ofen auch bei beweglichem Deckel und drehbarem Herd bewährt. Diese guten Erfahrungen kann der Berichterstatter für einen 30-t-Ofen mit Söderbergelektroden (700 mm Dmr.), im Wettbewerb gegen amorphe Elektroden (700 mm) bestätigen. Die Herstellung und Verwendung solch großer Elektrodendurchmesser aus amorpher Kohle bereitet zur Zeit tatsächlich große Schwierigkeiten. Für kleine und mittlere Ofen hat sich die amorphe Kohle jedoch lange Jahre ausgezeichnet bewährt.

Die Entwicklung des aus den Vereinigten Staaten von Nordamerika¹⁾ kommenden kernlosen Induktionsofens hat in nur 10 Jahren mehr als 300 Stahlwerksöfen und zusätzlich mehr als 200 Versuchsofen auf den Plan gebracht. Von den ersten in Holzrahmen eingebauten Ofen sind heute noch zwei Ofen in üblichen Stahlwerken in Betrieb. Die Entwicklung zu größeren Ofen brachte den bekannten Uebergang zum eisernen Rahmen und die notwendig gewordene Abschirmung durch Eisenbleche (*Bild 1*) oder, merkwürdigerweise nur in Deutschland, durch Kupferbleche. Die Ofengröße wechselt von $\frac{1}{4}$ bis 8 t bei einer Maschinenstärke von 100 bis 1600 kW. Das Nebeneinander von großen und kleinen Ofen zur bestmöglichen Ausnutzung für große und kleine Aufträge von Stahlguß und Blöcken ist allgemein. Die beste Ofengröße bei gegebener Maschinenstärke ist jedoch umstritten. Nach Campbell erzielte ein 2-t-Ofen bei etwa 2 h Schmelzzeit ein um 14 % höheres Ausbringen als ein 1-t-Ofen mit 1 h Schmelzzeit bei der gleichen 650-kW-Maschine. Oft wird, wie auch in Deutschland z. B. beim Gießen von schweren Blöcken, mit einer Maschine nacheinander auf zwei Spulen gefahren.

Für die saure Zustellung (Blechsablone) gibt Campbell eine Haltbarkeit von 60 bis 300 Schmelzen an bei regelmäßigem Nachfrühen nach 40 bis 50 Schmelzen. Mit basischer Zustellung aus Mischungen von Magnesia und Magnesia-Tonerde wurden im 2-t-Ofen gute Haltbarkeiten erzielt. Auch in größeren Ofen bis zu 5 bis 6 t soll man mit der basischen Zustellung in England Fortschritte gemacht haben. Es wäre wissenswert zu erfahren, welches Werk gemeint ist. Der Plan, außerhalb des Ofens Tiegel herzustellen, ist vollständig verlassen worden.

¹⁾ Pionierpatent E. F. Northrup, Ajax Electrothermic Corp., Trenton, 24. XI. 1924.

In der metallurgischen Schmelzföhrung des kernlosen Induktionsofens hat sich die Erkenntnis durchgesetzt, den heruntergeschmolzenen Stahl eine bestimmte Zeit unter einer reaktionsfähigen Schlacke bei zweckmäßigen Temperaturen arbeiten zu lassen, wozu der kernlose Induktionsofen besonders geeignet ist, da örtliche Ueberhitzungen hier vollständig ausgeschaltet werden. Der Konstrukteur der kernlosen Induktionsofen hat die Erfordernisse bester elektrischer Ausnutzung neben den Forderungen des Metallurgen und der Anlagekosten zu berücksichtigen. Die Badbewegung ist abhängig von der Periodenzahl und der zugeführten Energie, während die baulichen Schwierigkeiten und Anlagekosten von der gewählten Spannungs- und Periodenzahl abhängen.

Campbell beschreibt jeweils ohne Namensnennung der betreffenden Werke kennzeichnende, große europäische Anlagen, wahrscheinlich von Schoeller-Bleckmann in Ternitz, Cogne in Aosta²⁾ und Samuel Fox in Stocksbridge.

Die Furcht vor Durchbrüchen und damit das Suchen nach Sicherheits- und Anzeigeräten ist allgemein. Die Kupferspulen der englischen Ofen haben nach der Ofenseite hin eine dickere Wand. Das Erden der Schmelze und ein mit der Kupferspule verbundenes Relais bewirken ein Abschalten des Stromes und ein Aufleuchten von Warnlampen, sobald flüssiger Stahl irgendeinen Teil der Spule berührt. Durch das Erden der Schmelze erreicht man gleichzeitig, daß ein elektrischer Schlag den Schmelzer weniger gefährdet. In dieser Hinsicht ist man in England vorsichtiger als auf dem Festlande. Alle Ofenbühnen sind mit feuerfesten Stoffen oder Asbest- und Zementplatten oder irgendeinem anderen Mittel isoliert. Alle Stahlteile, Geländer usw. in der Nähe der Ofen sind ähnlich geschützt. Im übrigen Europa sind entsprechende Vorsichtsmaßnahmen kaum anzutreffen. Günstigenfalls arbeiten die Schmelzer mit Holzschuhen oder stehen auf einer Holzbühne.

Gekühlte Kondensatoren sind heute allgemein gebräuchlich und betriebssicher. Campbell macht leider keine Angaben darüber, ob irgendwo neuere Vorrichtungen benutzt werden, die eine Ueberwachung der einzelnen Kondensatoren ermöglichen. Campbell weist noch darauf hin, daß der Stromverbrauch je nach Stahlgüte und Schmelzföhrung zwischen 600 und 800 kWh/t schwankt, und daß hierbei die Größe des Ofens kaum von Einfluß ist. Eine wesentliche Verbesserung des hohen Wirkungsgrades der neuzeitlichen Maschinen für kernlose Induktionsofen sei wohl kaum noch zu erzielen. Erinnert wird an die mit großem Geldaufwand unternommenen Versuche, in hoch-, nieder- oder doppelrequenten Ofen lebhaftere Badbewegungen zu erzeugen, die in der Hoffnung durchgeführt wurden, metallurgisch voranzukommen.

Hans Redenz.

Quincy Bent, Bethlehem (Pa.), behandelte

Das neuzeitliche Walzwerkswesen in Amerika

mit Ausnahme der kontinuierlichen Streifen- und Bandblechstraßen. Nach einer zusammenfassenden Uebersicht über den behandelten Gegenstand, d. h. die Umwandlung des Blockes in das fertige Walzwerkzeugnis, beschäftigte er sich im zweiten Teil seiner Ausführungen etwas eingehender mit den verschiedenen Walzwerksarten, die er an Grundrissen einiger Walzwerksanlagen erläuterte, ohne jedoch sämtliche Walzwerksarten, z. B. auch für Rohre, Radreifen, Radscheiben, Achsen usw., einzubeziehen. Dabei behandelte er die Gestalt und das Anwärmen der Blöcke, verschiedene Ofenbauarten, ihre Beheizungsweise und Ueber-

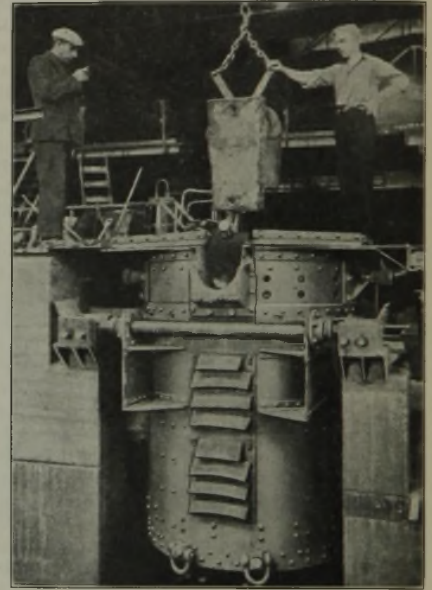


Bild 1. Großer kernloser Induktionsofen mit Eisenschild.

²⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 520/23.

wachung, Walzwerke für Blöcke, Halbzeug, Formstahl, Stabstahl usw. und ging auch auf die maschinentechnischen Einrichtungen wie Walzwerksantriebe, Walzenlager, Schmierung der Lager, Zusammensetzung der Walzen, Zerteilen des Walzgutes in fertige Längen, die metallurgische Prüfung usw. ein. Zahlreiche Bilder von Walzwerkseinrichtungen und Pläne dienen zur Erläuterung von Walzwerksanlagen neuester Bauart und großer Leistungsfähigkeit in den verschiedenen Walzzeugnissen, über die jedoch in dieser Zeitschrift wiederholt berichtet worden ist. *H. Fey.*
(Schluß folgt.)

American Iron and Steel Institute.

Hauptversammlung vom 26. Mai 1938 in New York.

J. T. Whiting, Conohocken (Pa.), legte einen Bericht vor über **Mikroskopische und petrographische Untersuchungen der Hochofenbeschickung,**

die Aufschluß geben sollten über die Veränderungen des aufgegebenen Erzes in den verschiedenen Zonen des Ofens bis zum Roheisen. Veranlaßt wurden die Untersuchungen durch die auffallende Tatsache, daß bei einem pennsylvanischen Hochofenwerk der Koksverbrauch um so höher stieg, je größer der Anteil an Magnetiters aus dem Staate New Jersey war. Auch traten bei der Verhüttung dieses Erzes noch andere erhebliche Betriebsschwierigkeiten ein. Allerdings ist der genannte Magnetit im Rohzustand außerordentlich sauer; selbst durch Anreicherung konnte das Kalk-Kieselsäure-Verhältnis nicht wesentlich verbessert werden, wie folgende Analysen zeigen:

	Fe %	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	CaO %	MgO %	TiO ₂ %
Roheisen	35,90	45,00	4,50	0,75	0,57	
Aufbereitet I	60,52	13,90	1,27	0,49	0,27	0,59
Aufbereitet II	66,50	5,60	2,32	0,24	0,12	0,35

Der Koksverbrauch war bei 30% Magnetitanteil im Möller etwa 770 kg je t Roheisen, bei 50% aber 900 kg. Alle Versuche, durch Maßnahmen beim Sintern des Erzes einen besseren Ofengang herbeizuführen, waren erfolglos. Schließlich blieben nur noch die Reduzierbarkeit des Erzes und der Wirkungsgrad des Hochofens als den Koksverbrauch bestimmende Gründe übrig. Bei den ersten Untersuchungen des Hochofens in dieser Richtung ergab sich ein Verhältnis des Kohlenoxyds zur Kohlsäure von 4 bis 6:1 statt 2 bis 3:1, die aufsteigenden Gase konnten also nicht genügend auf die Eisen-Sauerstoff-Verbindungen einwirken, sei es nun infolge der Bildung von Gaskanälen oder infolge einer die indirekte Reduktion verhandelnden physikalischen Beschaffenheit des Möllers.

Während man durch physikalische Möllierung und andere Maßnahmen den Betrieb zu verbessern suchte, führte man im Laboratorium Reduktionsversuche mit reinem Eisenoxyd, Roteisenerzsinter, Magnetitsinter und einem Mischsinter mit 60% Magnetit im Kohlenoxydstrom durch. Dabei ergab sich, daß bei einer Temperatur von 815° die Reduktion jedes Magnetit enthaltenden Sinters langsamer vor sich ging als die des Eisenoxyds. Dies wurde darauf zurückgeführt, daß sich im Sinter das Eisensilikat Fayalit (Fe₂SiO₄) gebildet hatte, das, wie alle Eisensilikate, wahrscheinlich unreduziert ins Gestell gelangt oder auf den Magnetitkörnern eine Silikathaut bildet, die die Reduktion behindert. Darauf wurden Versuche mit verschiedenen Magnetitsintern durchgeführt, deren Kieselsäuregehalt zwischen 3 und 20% abgestuft war. Bei diesen Versuchen ergab sich, daß mit steigendem Kieselsäuregehalt der Anteil des Fayalits sehr schnell zunahm, da 1 Teil Kieselsäure 3,40 Teile Fayalit bilden kann. Indessen waren die im Sinter festgestellten Mengen von Fayalit zu gering, um den schlechten Ofengang zu erklären, selbst wenn sie unreduziert ins Gestell gelangten. Es mußten also besondere Beziehungen zwischen den physikalischen Eigenschaften der Eisensilikate und dem übrigen Sinter bestehen. Man fertigte daher Dünnschliffe an, deren petrographische Untersuchung nicht nur sehr klar die Silikate selbst und ihre räumliche Ausdehnung zeigte, sondern auch ihre physikalischen Beziehungen zu den vorliegenden reinen Eisenoxyden. Neben kleineren Mengen anderer Verbindungen wurden erhebliche Mengen eines durch Eisen verfarbten Glases und große Mengen Fayalit festgestellt. Selbstverständlich treten außer dem Fayalit mit Rücksicht auf den Kalk- und Tonerdegehalt des Erzes noch geringe Mengen von Trikalziumsilikat und Tonerdesilikaten auf, jedoch überwiegt der Fayalit so stark, daß die genannten Silikate praktisch kaum in Betracht kommen. Neben der für den Betrieb umständlichen Anfertigung und Untersuchung von Dünnschliffen versuchte man auch Anschliffe herzustellen und unter dem üblichen Metallmikroskop zu untersuchen. Auch hierbei erhielt man brauchbare Ergebnisse. In solchen Fällen, in denen das Erz größere Mengen Kieselsäure

enthielt, wurde festgestellt, daß die Eisensilikate die Wände der Sinterporen mit einer emallartigen Schutzschicht überzogen hatten. Auch konnte hierbei wieder festgestellt werden, daß ein ganz bestimmtes Verhältnis besteht zwischen dem Kieselsäuregehalt und dem Anteil an Fayalit. Wenn man die Entstehung dieser Silikate verfolgt, so stellt man fest, daß sich zuerst die in der Gangart befindliche Kieselsäure und Tonerde zu einem Tonerdesilikat vereinigen; als nächstes folgt dann das Kalksilikat und schließlich ein Mangansilikat. Da nun Kalk-Tonerdesilikate bekanntlich ein Bestandteil der Hochofenschlacke sind, so muß man annehmen, daß sie keinen Einfluß auf die Reduktion der Eisenoxyde im Hochofen haben, und daß das Verhältnis zwischen Kieselsäure und Eisensilikaten bei jedem Erz oder Sinter ein anderes sein kann, das nicht nur vom Kieselsäuregehalt, sondern auch vom Gehalt an Kalk, Tonerde und Mangan abhängt. Nach allen Untersuchungen konnte geschlossen werden, daß schon ein Ueberschuß von 3 bis 4% Kieselsäure über den Anteil, der sich

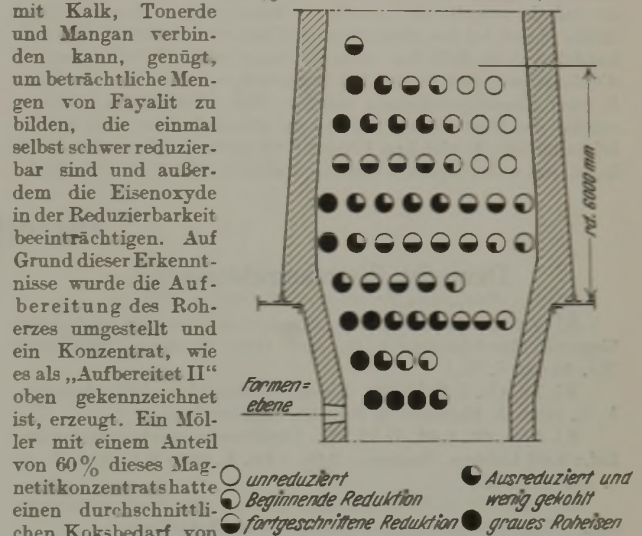


Bild 1. Reduktionsverhältnisse im Unterschlacht und in der Bast des Hochofens. 220° und im Gichtgas das Verhältnis CO:CO₂ = 2,0.

Neben diesen Untersuchungen ergab sich die Möglichkeit, beim Ausblasen von zwei Hochofen die Veränderungen der Beschickung auf ihrem Wege von der Gicht bis ins Gestell zu verfolgen. Der Schlußmöller dieser beiden Hochofen bestand aus 6500 kg Koks, 10 000 kg Sinter, 900 kg Oxydschlämme aus Anilinwerken, 900 kg Siemens-Martin-Schlacke und 1100 kg Kalkstein. Zuletzt wurde der Ofen mit 23 000 kg Oxydschlämmen abgedeckt. Dieser Oxydschlamm ließ sich im Ofen sehr gut feststellen durch sein Aussehen und dadurch, daß sein Kupfergehalt erheblich höher ist als der der übrigen Hochofenbeschickung. Nach dem Stillsetzen und Erkalten des Ofens wurde die Beschickung durch die Öffnungen für die Windformen herausgezogen und dabei unter Berücksichtigung der Schichtenfolge in drei Hauptgruppen aufgeteilt. Die erste Hauptgruppe enthielt die Stoffe, die überwiegend eisenhaltig waren, unterteilt in mehrere Untergruppen, deren erste noch unreduzierte Stoffe enthielt, die noch porig waren und keinerlei Schmelzfluß zeigten. Die zweite Untergruppe waren die Stoffe, die noch porig waren, aber schon den Beginn eines Schmelzflusses aufwiesen. In der dritten Gruppe waren die Stoffe schon so weit geschmolzen, daß das porige Gefüge verwischt war. Die vierte Untergruppe waren vollkommen geschmolzene Proben, die ein hohes spezifisches Gewicht hatten und sich im Bruchgefüge als ein niedriggekohltes Eisen erwiesen, während die letzte Untergruppe glänzende harte Roheisenstücke enthielt. Die zweite Hauptgruppe waren die vorwiegend schlackenartigen Bestandteile. Die dritte Hauptgruppe umfaßte Stoffe, die ein Gemisch aus den beiden anderen Hauptgruppen darstellten. Gleichzeitig wurde durch Auftragung in ein schematisches Schaubild (Bild 1) die Verteilung der einzelnen Stoffe im Hochofenschacht festgehalten. Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, daß das Schaubild nur die mengenmäßige Verteilung der einzelnen Reduktionsgruppen darstellt und nicht etwa einen einseitigen Ofengang veranschaulicht. Die unmittelbare Bestimmung im Ofen herrschender Temperaturen und damit ein Schluß auf die Reduktions-temperatur der einzelnen Stufen war nicht mehr möglich, jedoch konnten die Schmelzpunkte bekannter Verbindungen herangezogen werden, um mit ihrer Hilfe ungefähr auf die Temperatur zu

schließen, der die Probe jeweils ausgesetzt war. Das Hauptaugenmerk wurde natürlich auf das Verhalten des Eisens gerichtet, und es ist dabei bemerkenswert, festzustellen, wie die Wirkung der Oberflächenspannung in den einzelnen Reduktionsstufen ist. In der ersten Untergruppe, wo also der Schmelzvorgang gerade eben begonnen hat, sind die Eisenkristalle noch gut ausgebildet und zeigen, daß sie noch nicht in einen solch bildsamen Zustand gekommen waren, daß sie der Oberflächenspannung hätten folgen können. In den beiden nächsten Stufen ist das Eisen schon mehr in Form von Kugeln zusammengeschmolzen. In der letzten Stufe haben die runden Oxydteilchen ein bemerkenswertes Aussehen. Man stellte an ihnen eine halbmondförmige Verformung fest, die stets nach der gleichen Seite hin lag. Eine Probe zeigte deutlich die Schwierigkeiten der Reduktion des Sinters beim Vorhandensein von Fayalit; hier zeigten sich nämlich ausgesprochene Dendriten in einer dunklen Grundmasse. Bei starker Vergrößerung waren die Dendriten weniger hell glänzend als das sie umgebende metallische Eisen. Allem Anschein nach dürfte es sich bei den Dendriten um Eisenoxydul-Fayalit-Kristalle handeln. Jedenfalls hat diese Deutung mehr Berechtigung als die Annahme, daß es sich um Dendriten von metallischem Eisen in einer Eisenoxydullösung handelt. Bei reflektiertem Licht erscheint die Grundmasse am Rande etwas dunkler und stärker kristallin als die gleichen Flächen, die mehr im Kern der Probe liegen und wahrscheinlich Eisenoxydul sind. Da an der Oberfläche

die Oxyde mehr mit den Gasen in Berührung kommen, werden sie auch leichter reduziert. Das verhältnismäßig größere Korn der Fayaliteinschlüsse kann also als Maß für seine geringere Reduzierbarkeit angesehen werden. Es muß angenommen werden, daß der Fayalit eher ursprünglich im Sinter vorhanden war, als daß er im Hochofen erst gebildet worden ist. Es besteht nämlich eine größere Wahrscheinlichkeit dafür, daß der Fayalit durch die Verbindung von Eisenoxiden und Kieselsäure in der oxydierenden Atmosphäre des Sinters gebildet wird als durch eine Vereinigung von Eisen, Silizium und Sauerstoff unter den ausgesprochenen reduzierenden Verhältnissen im Hochofen. Der schnelle Uebergang der letzten Spuren Eisenoxyd zu oxydfreiem und teilweise aufgekohltem und phosphorhaltigem Eisen ist an den Proben der Untergruppen 3 und 4 deutlich zu sehen. Die letzte Gruppe zeigt schließlich noch das fertig erblasene Roheisen, bei dem der Graphit verschieden stark ausgebildet ist, was aber wohl auf die Abkühlungsbedingungen zurückgeführt werden muß. Die überwiegend schlackenhaltigen Stoffe ließen sich nicht so gut in Gruppen einteilen. Die chemische Analyse gibt nicht ohne weiteres Aufschluß über die Art der in der Schlacke bestehenden Verbindungen. Die petrographische Untersuchung ist für ein Hüttenlaboratorium sehr schwierig, da die Bestandteile sowohl als kristalline Körper als auch als Glasflüsse erscheinen und schwer festzustellen sind.

Hans Schmidt.

(Fortsetzung folgt.)

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

(Patentblatt Nr. 43 vom 27. Oktober 1938.)

Kl. 7 a, Gr. 25, S 424 244. Kantvorrichtung für Walzstäbe. Siegener Maschinenbau-A.-G. und Otto Moedder, Dahlbruch (Kr. Siegen i. W.).

Kl. 7 c, Gr. 4, F 79 703. Blechrichtmaschine. Maschinenbau-A.-G. vormals Ehrhardt & Sehmer, Saarbrücken.

Kl. 10 a, Gr. 5/04, O 22 729. Unterbrennervorbundkoksofen. Erf.: Karl Lübben, Bochum. Anm.: Dr. C. Otto & Comp., G. m. b. H., Bochum.

Kl. 18 c, Gr. 2/29, H 154 235. Härten von Werkzeugschneiden. Philipp Hilsheimer, Dossenheim b. Heidelberg.

Kl. 18 d, Gr. 2/20, E 48 323. Die Verwendung von stickstoffhaltigen, ferritischen Chromstählen. Electro Metallurgical Company, New York.

Kl. 18 d, Gr. 2/30, C 49 161. Eisenlegierung für weiß erstarre Gußstücke. Climax Molybdenum Company, New York.

Kl. 31 c, Gr. 18/02, P 75 770. Verfahren und Vorrichtung zum Herstellen von Schleudergußkörpern. Georg Pemetzrieder, Berlin-Tempelhof.

Kl. 40 a, Gr. 11/70, K 145 074. Verfahren zur Vorbereitung von höher oxydierten Manganerzen für die Verhüttung. Erf.: Dipl.-Ing. Richard Kreide (†) und Dipl.-Ing. Alfred Riedel, Bobrek-Karf I. Anm.: Maria Kreide, geb. Schunk, Wiesbaden-Bierstadt, Dr. Ursula Kreide, Frankfurt a. M., und Dipl.-Ing. Alfred Riedel, Bobrek-Karf I.

Kl. 40 c, Gr. 16/01, S 124 987. Deckelabdichtung für Lichtbogenöfen. Erf.: Otto Rönitz, Berlin-Siemensstadt. Anm.: Siemens & Halske, A.-G., Berlin-Siemensstadt.

Deutsche Gebrauchsmuster-Eintragungen.

(Patentblatt Nr. 43 vom 27. Oktober 1938.)

Kl. 7 a, Nr. 1 448 331. Blockkipper. Fried. Krupp Grusonwerk, A.-G., Magdeburg-Buckau.

Kl. 18 c, Nr. 1 448 068. Vorrichtung zum Abschrecken von zu härtenden Gegenständen. Hoesch, A.-G., Dortmund.

Deutsche Reichspatente.

Kl. 40 a, Gr. 11₁₅, Nr. 663 559, vom 4. Juli 1937; ausgegeben am 9. August 1938. Mannesmannröhren-Werke in Düsseldorf. (Erfinder: Dr. Hermann Steffe in Huckingen und Dr. Gerhard Naeser in Düsseldorf.) *Verfahren zur Desoxydation von Metallschmelzen mittels Wasserstoffes.*

Zum Erzeugen des Wasserstoffes fügt man der Schmelze eine Mischung von Metallhydroxyden, z. B. Kalziumhydroxyd, und kohlenstoffreichen Zusätzen, z. B. Holzkohle, hinzu.

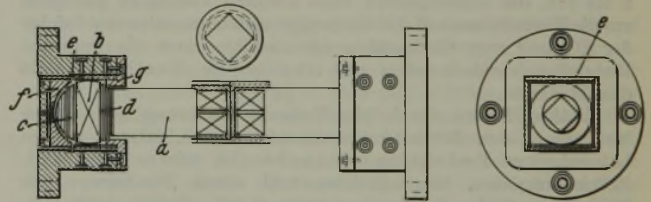
Kl. 18 d, Gr. 2₁₀, Nr. 663 572, vom 30. September 1933; ausgegeben am 9. August 1938. Siemens & Halske, A.-G., in Berlin-Siemensstadt. (Erfinder: Franz Noll in Schönwalde büer Velten, Mark.) *Die Verwendung einer kohlenstoffarmen Aluminium-Kupfer-Eisen-Legierung als Werkstoff für Krarupleiter oder für die Bewehrung von Kabeln.*

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

Die magnetisierbare Legierung enthält unter 0,08% C, 0,3 bis 5% Al, 0,3 bis 2% Cu, Rest Eisen; sie wird bei einer Temperatur unter 800°, vorzugsweise bei 400 bis 750°, in einer kohlenstoffarmen oder den Kohlenstoffgehalt der Legierung vermindernenden Atmosphäre geglüht.

Kl. 7 a, Gr. 20, Nr. 663 625, vom 24. Juli 1936; ausgegeben am 10. August 1938. Gontermann-Peipers A.-G. für Walzen- und Hüttenbetrieb und Anton Penzenleitner in Siegen (Westf.). *Gelenkkupplung, besonders beim Antrieb der Walzen von Walzwerken.*

Das eine Ende des Gestänges a zum Uebertragen der Bewegung hat einen Knopfansatz b, dessen Vierkantflächen in Achs-



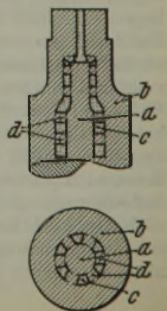
richtung des Antriebsgestänges abgerundet sind. Vorderseitig und auch rückseitig geht der Gestängekopf in Kugelflächen c und d über. Die Aufnahmekammer e ist von gleicher Vielecksgestalt wie der Gestängekopf, hat aber ebene Gleitflächen, auf denen sich die gewölbten Flächen des Gestängevielecks abwälzen. Die vorderseitige Gestängekugel c ruht in einem Widerlager f und die rückseitige Gestängekugel d in einem als Lager ausgebildeten Ringstück g.

Kl. 21 h, Gr. 30₁₆, Nr. 663 699, vom 18. Juni 1929; ausgegeben am 11. August 1938. Amerikanische Priorität vom 29. Juni 1938. Siemens-Schuckertwerke A.-G. in Berlin-Siemensstadt. *Elektrode zum Verbindungsschweißen von Eisenwerkstoffen mittels des elektrischen Lichtbogens.*

Sie besteht aus einer Legierung, die außer dem Eisen und den üblichen Verunreinigungen annähernd $\frac{1}{3}$ bis $\frac{2}{3}$ Nickel enthält, wobei jedoch der Nickelgehalt so gewählt wird, daß der Elektrodenwerkstoff einen geringeren Ausdehnungsbeiwert hat als das Werkstück.

Kl. 7 a, Gr. 19, Nr. 663 736, vom 4. August 1936; ausgegeben am 12. August 1938. August Breitenbach in Siegen, Westf. *Walze, besonders für Walzwerke.*

Vor dem Gießen wird in einem Streifen zwischen Kern a und Schale b ein Mantel c aus Formwerkstoff eingelegt, der derartige Öffnungen hat, daß als Verbindung zwischen Walzenkern und Walzenschale nur einzelne radiale Tragsäulen d entstehen, wodurch Walzenballen, Zapfen, Kern und Tragsäulen ein Ganzes bilden und sich in Ausdehnung und Schrumpfung gleichartig verhalten.



Statistisches.

Der Außenhandel Deutschlands in Erzeugnissen der Bergwerks- und Eisenhüttenindustrie im September 1938 (ohne Einfuhr aus und Ausfuhr nach Oesterreich).

Die in Klammern stehenden Zahlen geben die Positions-Nummern der „Monatlichen Nachweise über den auswärtigen Handel Deutschlands“ an.	Einfuhr		Ausfuhr	
	September 1938 t	Januar bis September 1938 t	September 1938 t	Januar bis September 1938 t
Steinkohlen, Anthrazit, unbearbeitete Kennelkohle (238 a)	415 180	3 642 274	2 110 442	23 642 953
Koks (238 d)	43 911	429 421	427 653	3 942 540
Steinkohlenpreßkohlen (238 e)	8 786	69 828	93 459	886 883
Braunkohlenpreßkohlen (238 f)	4 793	56 127	115 582	787 142
Eisenerze (237 e)	1 893 603	16 761 853	470	3 711
Manganerze (237 h)	15 444	354 944	28	417
Schwefelkies (Eisenkies, Pyrit), Markasit und andere Schwefelerze (237 l)	154 549	1 117 852	3 815	22 690
Eisen- oder manganhaltige Gasreinigungsmasse; Schlacken, Kiesab- brände (237 r)	138 105	1 372 311	15 160	157 590
Bruch Eisen, Alteisen, Eisenfeilspäne, Stabstahl-Enden (842/43) ¹⁾	115 157	848 844	1 141	11 540
Roheisen (777 a) ¹⁾	47 097	174 590	6 345	40 427
Ferrosilizium mit einem Siliziumgehalt von 25% oder weniger; Ferro- mangan mit einem Mangangehalt von 50% oder weniger; Ferrochrom, -wolfram, -titan, -molybdän, -vanadin mit einem Gehalt an Legierungs- metall von weniger als 20%; Ferroaluminium, -nickel und andere nicht schmelzbare Eisenlegierungen, vorherrschend Eisen enthaltend (777 b) ¹⁾	145	1 761	12	517
Ferrosilizium mit einem Siliziumgehalt von mehr als 26%; Silizium; Kalziumsilizium (317 O)	949	14 807	—	27
Ferromangan mit einem Mangangehalt von mehr als 50% (869 B 1)	11	157	328	3 053
Ferrochrom, -wolfram, -titan, -molybdän, -vanadin mit einem Gehalt an Legierungsmetall von 20% oder darüber (869 B 2)	466	4 555	18	711
Halbzeug (784)	4 239	51 912	3 446	69 584
Eisen- und Straßenbahnschienen (796 a)	—	—	7 709	81 060
Eisenbahnschwellen (796 b)	1 997	13 292	4 766	48 225
Eisenbahnlaschen, -unterlagsplatten (796 c)	—	—	468	7 247
Eisenbahnoberbau-Befestigungsteile (820 a)	—	—	562	8 087
Träger mit einer Steghöhe von 80 mm und darüber (785 A 1)	4 385	49 350	10 675	91 656
Stabstahl; anderer Formstahl, nichtgeformter Stabstahl (785 A 2)	12 609	141 806	43 885	394 664
Bandstahl (785 B)	2 579	23 609	8 121	80 880
Grobbleche 4,76 mm und mehr (786 a)	36	1 277	13 000	144 567
Bleche, 1 mm bis unter 4,76 mm (786 b)	143	1 858	4 986	41 157
Bleche, bis 1 mm einschließlich (786 c)	1 292	17 044	3 931	28 560
Bleche, verzinkt (Weißblech) (788 a)	19	2 380	8 482	86 149
Bleche, verzinkt (788 b)	106	1 292	909	9 190
Bleche, abgeschliffen und mit anderen unedlen Metallen überzogen (787, 788c)	68	614	33	316
Well-, Riffel- und Warzenbleche (789 a, b)	—	68	1 079	6 732
Bleche, gepreßt, gebuckelt, geflanscht usw. (790)	2	184	255	2 228
Draht, warmgewalzt oder geschmiedet, roh (791)	388	4 878	3 009	27 180
Schlangenhöhren, Röhrenformstücke, gewalzt oder gezogen (793)	4	19	291	2 392
Andere Röhren, gewalzt oder gezogen, roh (794)	109	2 196	4 926	50 477
Andere Röhren, gewalzt oder gezogen, bearbeitet (795)	93	238	14 850	153 218
Eisenbahnradsätze, -radsätze, -radsätze (797)	—	—	3 630	39 420
Guß- und Schmiedestücke (798 a bis e)	201	1 676	2 037	20 784
Walzwerkserzeugnisse zusammen (784 bis 791, 793 bis 798 e, 820 a)	28 270	313 693	141 050	1 393 773
Draht, kaltgewalzt oder gezogen, nicht weiterbearbeitet (792 a)	335	2 670	4 225	36 837
Draht, kaltgewalzt oder gezogen, weiterbearbeitet (792 b)	73	916	4 553	32 453
Stacheldraht (825 b)	1	7	2 397	16 881
Drahtstifte (826 a)	—	—	1 654	11 505
Brücken, Brückenbestandteile und Eisenbauteile (800 a/b)	—	17	2 383	43 448
Andere Eisenwaren (799, 801 a bis 819, 820 b bis 825 a, 825 c bis g, 826 b bis 841 c)	706	4 762	36 303	332 749
Weiterbearbeitete Erzeugnisse zusammen (792 a, b, 799 a bis 819, 820 b bis 841 c)	1 115	8 372	51 515	473 873
Eisengießereierzeugnisse (778 a bis 783 h)	145	1 314	16 997	136 035
Eisen und Eisenwaren insgesamt, Abschnitt 17 A (777 a bis 843 d)	191 929	1 348 574	217 060	2 056 165
Maschinen (Abschnitt 18 A)	583	6 806	30 156	310 640
Elektrotechnische Erzeugnisse (Abschnitt 18 B)	257	2 640	10 298	87 331
Fahrzeuge (Abschnitt 18 C)	584	15 973	11 178	134 480

¹⁾ In Eisen und Eisenwaren (Abschnitt 17 A) enthalten.

Belgiens Bergwerks- und Eisenindustrie im September 1938.

	Juli 1938	August 1938	Sept. 1938
Kohlenförderung t	2 232 820	2 234 480	2 386 650
Kokserzeugung t	372 120	363 120	355 770
Brikettherstellung t	125 270	124 740	139 460
Hochöfen in Betrieb Ende des Monats	35	35	35
Erzeugung an:			
Roheisen t	198 500	195 710	197 490
Robstahl t	179 280	176 070	180 360
Stahlguß t	5 250	5 580	6 630
Fertigerzeugnisse t	151 640	151 390	158 770

Großbritanniens Eisenerzförderung im zweiten Vierteljahr 1938¹⁾.

Bezeichnung der Erze	Förderung in t zu 1000 kg	Durchschnittlicher Eisengehalt in %	Wert je t zu 1016 kg		Be-schäftigte am 30. 6. 38
			sh	d	
Westküsten-Hämatit	213 202	52	22	11	2073
Jurassischer Eisenstein	2 936 590	28	4	2	6679
„Blackband“ und Ton-eisenstein	45 070	32	—	—	519
Andere Eisenerze	36 400	—	—	—	433
Insgesamt	3 231 262	30	5	9	9704

¹⁾ Iron Coal Tr. Rev. 137 (1938) S. 623.

Herstellung an Fertigerzeugnissen aus Fluß- und Schweißstahl in Großbritannien im August 1938¹⁾.

	Juli 1938 ²⁾	August 1938
	1000 t zu 1000 kg	
Flußstahl:		
Schmiedestücke	26,6	25,8
Grobbleche 4,76 mm und darüber	83,0	85,6
Mittelbleche von 3,2 bis unter 4,76 mm	8,1	6,7
Bleche unter 3,2 mm	39,3	35,9
Weiß-, Matt- und Schwarzbleche	51,6	40,8
Verzinkte Bleche	19,7	17,9
Schienen von rd. 20 kg/m und darüber	35,8	33,7
Schienen unter rd. 20 kg/m	2,8	3,0
Rillenschienen für Straßenbahnen	2,3	1,8
Schwellen und Laschen	2,7	2,9
Formstahl, Träger, Stabstahl usw.	173,3	166,7
Walzdraht	32,6	35,6
Bandstahl und Röhrenstreifen, warmgewalzt	33,2	33,4
Blankgewalzte Stahlstreifen	5,4	4,8
Federstahl	5,2	5,8
Zusammen	521,6	500,4
Schweißstahl:		
Stabstahl, Formstahl usw.	7,8	8,8
Bandstahl und Streifen für Röhren usw.	1,6	2,0

¹⁾ Nach den Ermittlungen der British Iron and Steel Federation. — ²⁾ Teilweise berichtigte Zahlen.

Die Roheisen- und Stahlerzeugung der Vereinigten Staaten von Nordamerika im September 1938.

Die amerikanische Roheisenerzeugung hat auch im September ihre Aufwärtsentwicklung beibehalten. Insgesamt wurden im September 1 700 840 t Roheisen oder 181 398 t gleich 12 % mehr als im Vormonat (1 549 442 t) erzeugt. Die arbeitstägliche Gewinnung stieg auf 56 695 (49 014) t oder um 15,7 % Gemessen an der Leistungsfähigkeit der amerikanischen Hochofenwerke stellte sich die tatsächliche Roheisenerzeugung auf 40,2 (34,8) %. Die Zahl der in Betrieb befindlichen Hochofen nahm von 88 am 31. August auf 98 am 30. September 1938 zu; von insgesamt 237 vorhandenen Hochofen waren also rd. 41 % in Tätigkeit.

In den Monaten Januar bis September dieses Jahres

Die Eisenerzförderung der Welt im Jahre 1937.

Die Eisenerzförderung der Welt kann für das Jahr 1937 auf rd. 245 Mill. t geschätzt werden (s. *Zahlentafel 1*). Gegenüber dem Jahre 1936 hat die Förderung um 42 Mill. t oder um fast ein Viertel zugenommen und damit erstmals die bisherige Höchstleistung des Jahres 1929 von 200 Mill. t um 6,5 % übertroffen.

Zahlentafel 1. Die Eisenerzförderung der Welt nach Erdteilen und Ländern (in 1000 mt).

	1933	1934	1935	1936	1937 ¹⁾
Europa	65 565	83 012	94 945	107 509	120 443
Deutsches Reich ²⁾	2 592	4 343	6 044	7 570	9 792
Oesterreich	266	464	775	1 024	1 885
Luxemburg	3 370	3 894	4 134	4 896	7 766
Belgien	106	117	141	191	
Frankreich	30 245	32 015	32 046	33 302	37 850
davon Elsaß-Lothringen ³⁾	13 139	13 671	13 656	14 155	15 628
Griechenland	85	147	204	167	
Großbritannien	7 581	10 756	11 070	12 905	14 442
Italien	526	502	569	825	975
Norwegen	474	567	765	847	1 060
Polen	161	247	332	461	772
Portugal	5	3	1	4	4
Rumänien	14	83	94	108	110
Rußland	15 100	21 800	27 062	29 800	28 000
Schweden	2 699	5 253	7 933	11 250	14 953
Spanien	1 815	2 094	2 633	2 419	
Südslawien	47	179	219	430	652
Tschecho-Slowakei	429	539	731	1 090	1 867
Ungarn	50	69	192	220	315
Nordamerika	18 160	25 497	31 647	50 374	74 805
Kanada (Verschiffungen)	—	2	2	5	6
Neufundland	326	514	673	800	1 478
Vereinigte Staaten ⁴⁾	17 834	24 981	30 972	49 569	73 321
Mittelamerika	247	287	323	575	589
Kuba	169	181	228	452	449
Mexiko	78	106	95	123	140
Südamerika	595	1 003	879	1 405	
Brasilien	30	30	30	50	
Chile	565	973	849	1 355	1 527
Afrika	1 639	2 930	3 651	4 172	
Algier	763	1 326	1 675	1 884	2 336
Spanisch-Marokko	516	825	1 168	1 200	
Französisch-Marokko	—	—	—	—	67
Südafrikanische Union	69	233	304	365	455
Tunis	291	546	504	723	957
Asien	5 249	6 598	6 428		
China ⁴⁾	1 280	1 360			
Britisch-Indien	1 248	1 948	2 402	2 500	
Japan	321	432	516	620	
Korea	523	571	598	629	
Mandschukuo	1 098	1 133	1 478	1 905	
Malalische Staaten	779	1 154	1 434	1 681	2 500
Australien	748	1 284	1 904	1 920	
Gesamtförderung	92 203	120 611	139 777	173 290	rd. 215 000

¹⁾ Zum Teil vorläufige oder geschätzte Angaben. ²⁾ Einschl. manganhaltiges Eisenerz. ³⁾ In Frankreich enthalten. ⁴⁾ Ausschl. Mandschukuo.

Unter den europäischen Eisenerz-Förderländern behauptete Frankreich mit einer Förderung von 37,9 Mill. t im Jahre 1937 nach wie vor die erste Stelle; den führenden Platz in der Weltförderung mußte es jedoch im Jahre 1936 wieder an die Vereinigten

wurden 12 510 763 t Roheisen erzeugt oder rd. 60 % weniger als in der gleichen Zeit des Vorjahres (30 792 530 t).

Die Stahlerzeugung verzeichnete gegenüber dem August wieder eine Steigerung um 4,3 %. Nach den Ermittlungen des „American Iron and Steel Institute“ wurden im September 2 700 272 t Flußstahl (davon 2 489 059 t Siemens-Martin- und 211 213 t Bessemerstahl) hergestellt gegen 2 587 740 (2 387 802 und 199 938) t im Vormonat. Die Erzeugung betrug damit im September 46,28 (August 42,85) % der geschätzten Leistungsfähigkeit der Stahlwerke. Die wöchentliche Leistung betrug bei 4,28 (4,43) Wochen im Monat 630 905 gegen 584 140 t im Vormonat.

Die Stahlerzeugung belief sich in den Monaten Januar bis September 1938 auf 18 294 033 t gegen 43 162 319 t in der gleichen Zeit des Vorjahres.

Frankreichs Anteil an der Weltförderung, der 1933 noch rd. ein Drittel betrug, ging im Jahre 1937 auf 17,6 % zurück. Die Eisenerzausfuhr Frankreichs stieg von 18,3 Mill. t im Jahre 1936 um 1 Mill. t auf 19,3 Mill. t im Jahre 1937.

Großbritanniens Eisenerzförderung war im Jahre 1937 mit 14,4 Mill. t um 1,5 Mill. t oder 12 % größer als im Jahre vorher. Sein Anteil an der Weltförderung war in beiden Jahren mit rd. 7 % ungefähr gleich groß.

Im deutschen Eisenerzbergbau wurden im Jahre 1937 rd. 2,2 Mill. t oder 29 % mehr gewonnen als im Jahre 1936. Die Förderung betrug mit 9,8 Mill. t mehr als das Siebenfache des Tiefstandes vom Jahre 1932. Der Anteil des Reiches an der Welt-Eisenerzförderung hat im Jahre 1937 mit 4,4 % gegenüber dem Vorjahre keine wesentliche Änderung erfahren. Die Einfuhr an Eisenerzen ist von 18,5 Mill. t (Wert: 168 Mill. *RM*) im Jahre 1936 auf 20,6 Mill. t (222 Mill. *RM*) um 11 % (32 %) im Jahre 1937 gestiegen. Während die Lieferungen aus Frankreich von 6,9 Mill. t im Jahre 1936 auf 5,7 Mill. t im Jahre 1937 zurückgingen, haben die Bezüge aus fast allen übrigen Ländern weiter zugenommen. In dem nunmehr zum Reich gehörenden Land Oesterreich wurden 1937 insgesamt 1 885 000 t Eisenerze mit einem Eiseninhalt von 672 000 t gefördert. Mengenmäßig gesehen betrug die österreichische Förderung damit rd. 20 % und dem Eiseninhalt nach fast ein Viertel der Förderung des alten Reichsgebietes.

Die schwedische Eisenerzförderung war im Jahre 1937 um 3,7 Mill. t oder um rd. ein Drittel größer als im Jahre vorher. Mit einer Leistung von 15,0 Mill. t stieg der Anteil Schwedens an der Weltförderung auf 7 % gegenüber 6,5 % in 1936. Dieser Anteil ist wegen des bekannt hohen Eisengehaltes der Schwedenerze noch entsprechend höher zu bewerten. Die schwedische Eisenerzausfuhr hat in gleichem Maße zugenommen, nämlich von 11,2 Mill. t auf 14 Mill. t im Jahre 1937. Hauptabnehmer für Schwedenerze ist nach wie vor das Deutsche Reich.

Die Eisenerzförderung Rußlands wird für das Jahr 1937 mit 28 Mill. t gegenüber 29,8 Mill. t im Vorjahre angegeben. An der Weltförderung war Rußland 1936 mit 17 % beteiligt. Im Jahre 1937 ging dieser Anteil auf 13 % zurück.

Die luxemburgischen Eisenerzgruben konnten im Jahre 1937 ihre Förderung gegenüber dem Vorjahre um 58,6 % erhöhen. Neben erhöhtem Selbstverbrauch der Hochofenwerke nahm vor allem die Ausfuhr erheblich zu, und zwar von 1,9 Mill. t auf 3,6 Mill. t.

Die Vereinigten Staaten haben im Jahre 1937 mit einer Förderung von 73,3 Mill. t fast wieder ihre Höchstförderung vom Jahre 1929 mit 74,2 Mill. t erreicht, während vergleichsweise ihre Roheisen- und Flußstahlerzeugung des Jahres 1937 noch um 13 und 10 % unter der Leistung des Jahres 1929 liegen. Mit einem Anteil an der Weltförderung von 34 % im Jahre 1937 stehen die Vereinigten Staaten weitaus an der Spitze aller Eisenerz-Förderländer.

Die Nichteisenmetalle im Jahre 1937.

Der Verbrauch der Nichteisenmetalle Aluminium, Blei, Kupfer, Zink und Zinn hat im Jahre 1937 weiter kräftig zugenommen, wie die Metallgesellschaft, A.-G., Frankfurt a. M., in dem soeben erschienenen 39. Jahrgang ihrer Zusammenstellungen über Nichteisenmetalle ausführt (s. *Zahlentafel 1*). Die Verbrauchszahlen für die Welt insgesamt haben nunmehr bei sämtlichen Metallen den seinerzeitigen Höchststand des Jahres 1929 überschritten.

Ganz besonders auffallend ist die Entwicklung bei Aluminium, dessen Verbrauchsmengen sich von etwa 7000 t im Jahre 1900 auf über eine halbe Million Tonnen im Jahre 1937 erhöht haben. An zweiter Stelle steht Kupfer, dessen Verbrauch

sich seit der Jahrhundertwende vervierfacht hat. Es ergibt sich hier ein Anstieg von rd. einer halben Million Tonnen im Jahre 1900 auf etwa 2 Mill. t im Jahre 1937. Der Zinkverbrauch in der Welt erhöhte sich auf etwas mehr als das Dreifache, und zwar von etwa 475 000 t auf beinahe 1,6 Mill. t. Die Erhöhung des Zinnverbrauches in der Welt erreichte knapp das Zweieinhalbfache von rd. 80 000 t auf etwa 190 000 t, und endlich beim Bleiverbrauch ist eine Verdoppelung von etwa 870 000 t auf 1,7 Mill. t festzustellen.

Auch für die Erzeugung der verschiedenen Metalle brachte das Jahr 1937 neue Höchstzahlen, die beträchtlich über dem Stand des Jahres 1929 liegen und bei Blei diesem Stand sehr nahe-

kommen. In den Vereinigten Staaten von Amerika liegt die Metallherzeugung, abgesehen von Aluminium, allerdings noch weit unter dem im Jahre 1929 erreichten Stande. Um so bemerkenswerter ist die Zunahme in der übrigen Welt.

Die bei weitem größte Steigerung der Erzeugung ergibt sich für Aluminium. Das Bestreben, den nationalen Rohstoffbedarf im eigenen Lande zu decken, war für die Entwicklung der Aluminiumherzeugung in den letzten Jahren von ganz besonderer Bedeutung. So betrug die Aluminiumherzeugung derjenigen Länder, die vornehmlich Aluminium für ihren eigenen Verbrauch herstellen, also der Länder wie Deutschland, Großbritannien, Frankreich, Italien, der Vereinigten Staaten von Amerika, Japan und Rußland, im Jahre 1929 rd. 187 600 t und im Jahre 1937 rd. 395 900 t. In diesen Ländern hat sich die Erzeugung mehr als verdoppelt. Dagegen zeigt die Aluminiumherzeugung in Norwegen, der Schweiz, Kanada und Oesterreich, also in Ländern, die im wesentlichen auf die Ausfuhr von Aluminium eingestellt sind, nur eine unbedeutende Zunahme, und zwar von rd. 94 500 t im Jahre 1929 auf 94 700 t im Jahre 1937. Der Anteil dieser Ausfuhrländer an der Aluminiumherzeugung der Welt ist von 34 % im Jahre 1929 auf 19 % im Jahre 1937 gesunken.

Die Förderung von Bauxit, dem immer noch wichtigsten Ausgangsrohstoff für die Aluminiumgewinnung, hat sich von rd. 1,9 Mill. t im Jahre 1929 auf rd. 3,7 Mill. t im Jahre 1937 erhöht. Der zusätzliche Bauxitbedarf der Welt wurde in den letzten Jahren nicht so sehr durch den Ausbau der Förderung derjenigen Länder gedeckt, die früher schon Bauxit erzeugten, als vielmehr durch die Aufnahme der Bauxitförderung in Gebieten, die früher entweder gar nicht oder nur in unbedeutendem Umfange an der Bauxitversorgung der Welt beteiligt waren. Während z. B. die alten Bauxit liefernden Länder, wie Frankreich, British- und Niederländisch-Guyana, die Vereinigten Staaten von Amerika und Italien, im Jahre 1929 zu rd. 87% an der Bauxitförderung der Welt beteiligt waren, entfielen im Jahre 1937 auf diese Länder nur noch 60%. Dagegen stieg der Anteil Ungarns, Südslawiens, Rußlands, Niederländisch-Indiens, Griechenlands und aller übrigen Länder von 13% im Jahre 1929 auf 40% im Jahre 1937.

In dem Zeitraum von 1929 bis 1937 ist die Zinkgewinnung wesentlich stärker gestiegen als die Bleigewinnung, was mit der Entwicklung des Verbrauches der beiden Metalle ungefähr übereinstimmt. Ausschlaggebend für die Entwicklung des Bleiverbrauches ist die Bauindustrie, der bedeutendste Abnehmer für Bleierzeugnisse. Die anderen Nichteisenmetalle dagegen werden in weit größerem Maße in solchen Industriezweigen benötigt, die seit der Jahrhundertwende eine wesentlich stärkere Aufwärtsbewegung zu verzeichnen hatten als die Bauindustrie. Dieser relativen Bedarfsverminderung bei Blei stehen in gewissem Sinne ausgleichende, geologische Verhältnisse gegenüber, die ein langsames Ansteigen der Bleierz- als der Zinkerzförderung bedingen, denn der weitaus größte Teil der Bleierze und Zinkerze stammt aus Lagerstätten, die komplexe Erze führen, deren Bleigehalt im allgemeinen mit fortschreitendem Abbau der Vorkommen abnimmt, während der Zinkgehalt steigt.

Die Entwicklung der Kupfergewinnung in der Welt in den letzten Jahren wurde wesentlich beeinflusst durch das Abkommen, das die wichtigeren Hersteller zur Regelung des Kupfermarktes getroffen haben. Die Gewinnung der dem Abkommen beigetretenen Gesellschaften war im Jahre 1937 bis einschließlich November frei. Ab 1. Dezember 1937 wurde die Gewinnung auf 105% der Grundzahlen begrenzt. Da diese Maßnahme noch keinen Ausgleich zwischen Gewinnung und Verbrauch schuf, wurde mit Wirkung vom Juli 1938 die erlaubte Gewinnung auf 95% der Grundzahlen festgesetzt. Gleichzeitig gingen eine Reihe bedeutender Kupfergruben und -hütten in den Vereinigten Staaten von Amerika dazu über, ihre Betriebe ganz oder teilweise stillzulegen.

Der weitaus größere Teil der Zinngewinnung entfällt auf diejenigen Länder, die dem International Tin Committee beigetreten sind. Die Entwicklung der Zinngewinnung wird also im wesentlichen durch das Restriktionsabkommen bestimmt.

Zahlentafel 1. Metallgewinnung und -verbrauch in der Welt.

In 1000 t	1936						1937					
	Europa	Afrika	Amerika	Asien	Australien	Welt	Europa	Afrika	Amerika	Asien	Australien	Welt
Bergwerksgewinnung												
Bauxit	1904,2	—	791,1	137,4	0,8	2833,5	2302,7	—	1132,9	216,8	1,0	3653,4
Blei	279,3	19,1	806,4	143,3	233,0	1481,1	287,4	47,6	922,0	151,5	250,0	1658,5
Kupfer	216,4	249,4	1083,5	121,0	18,9	1694,2	229,6	377,9	1523,5	138,2	19,4	2288,6
Zink	442,6	27,3	903,4	117,7	194,3	1691,3	488,2	32,8	973,5	123,2	206,7	1824,4
Zinn	3,2	19,1	26,1	131,9	3,4	183,7	3,4	22,0	28,1	152,2	3,7	209,4
Hüttenerzeugung												
Aluminium	230,0	—	128,2	7,5	—	365,7	490,6	—	175,4	10,5	—	490,6
Blei	359,8	21,3	761,4	127,5	198,7	1468,7	418,3	29,6	874,7	140,3	228,8	1691,7
Kupfer	228,0	249,1	1076,0	101,4	16,0	1670,5	245,9	373,2	1505,8	113,2	19,0	2257,1
Zink	691,4	21,1	615,6	77,3	71,6	1477,0	777,0	14,3	685,7	87,3	70,9	1635,2
Zinn	69,1	2,0	0,8	111,7	2,8	186,4	74,8	2,2	1,1	124,3	3,0	205,4
Rohmetallverbrauch												
Aluminium	244,7	0,1	135,4	18,5	0,6	399,3	314,7	0,1	162,7	23,5	0,7	501,7
Blei	937,6	5,0	485,2	126,5	24,9	1579,2	1008,4	5,0	544,5	139,1	25,0	1722,0
Kupfer	960,9	4,5	666,1	142,8	10,1	1784,4	1116,9	4,5	716,2	206,7	17,7	2062,0
Zink	849,1	4,5	624,2	107,7	28,0	1513,5	887,9	5,0	552,5	121,0	29,0	1595,4
Zinn	78,0	1,4	78,9	13,4	2,4	174,1	83,3	1,4	87,6	16,6	2,5	191,9

Zahlentafel 2. Deutschlands Erzeugung, Außenhandel und Verbrauch an Metallen.

In 1000 t	1933	1934	1935	1936	1937
Blei					
Bergwerksgewinnung, Bleiinhalt	52,0	56,2	59,1	63,5	71,2
Hüttenerzeugung	116,6	120,0	122,3	139,0	162,4
Einfuhr von Rohmetall ¹⁾	46,6	45,6	50,5	59,7	62,8
Ausfuhr von Rohmetall ¹⁾	27,0	8,8	4,5	1,2	0,4
Rohmetallverbrauch ²⁾	144,2	162,3	172,7	198,7	224,8
Raffinadegewinnung ⁴⁾	133,0	132,4	140,9	153,6	174,6
Einfuhr von raffiniertem Blei ¹⁾	46,0	44,6	50,0	59,2	62,4
Ausfuhr von raffiniertem Blei ¹⁾	27,0	8,8	4,5	1,2	0,4
Verbrauch von raffiniertem Blei ³⁾	160,0	173,7	190,8	212,8	236,6
Kupfer					
Bergwerksgewinnung, Kupferinhalt	31,5	28,0	30,2	29,8	32,8
Hüttenerzeugung ⁵⁾	49,8	53,0	56,6	61,6	65,5
Einfuhr von Rohmetall ²⁾	154,6	180,2	163,4	127,5	169,9
Ausfuhr von Rohmetall ²⁾	34,5	11,8	1,2	3,9	7,2
Rohmetallverbrauch	169,9	221,4	208,8	185,2	228,2
Raffinadegewinnung ⁶⁾	200,7	203,9	237,1	257,0	270,4
Einfuhr von raffiniertem Kupfer ²⁾	72,2	101,9	38,7	22,8	50,7
Ausfuhr von raffiniertem Kupfer ²⁾	34,5	11,8	1,2	3,9	7,2
Verbrauch von raffiniertem Kupfer ³⁾	238,4	302,0	294,6	290,9	344,3
Zink					
Bergwerksgewinnung, Zinkinhalt	107,0	130,7	139,4	162,8	184,9
Hüttenerzeugung ⁷⁾	50,9	72,9	124,2	136,4	163,3
Einfuhr von Rohmetall ⁸⁾	100,4	107,2	75,9	72,8	70,6
Ausfuhr von Rohmetall ⁸⁾	17,4	10,2	1,3	0,2	0,1
Rohmetallverbrauch ⁹⁾	148,0	182,0	203,0	209,0	228,0
Zinn					
Bergwerksgewinnung, Zinninhalt	—	0,025	0,03	0,05	0,1
Hüttenerzeugung ¹⁰⁾	6,0	7,0	6,5	6,7	7,0
Einfuhr von Rohmetall	14,9	13,5	11,8	9,2	10,3
Ausfuhr von Rohmetall	3,6	2,5	0,8	0,7	0,1
Rohmetallverbrauch ¹⁰⁾	17,1	17,0	17,0	15,3	16,8
Aluminium					
Hüttenerzeugung	18,9	37,2	70,8	97,5	127,5
Einfuhr von Rohaluminium	0,5	5,3	13,5	3,9	2,7
Ausfuhr von Rohaluminium	3,0	0,7	0,2	0,2	1,3
Einfuhr von Alt- und Abfallaluminium	2,3	3,7	2,8	1,9	3,5
Ausfuhr von Alt- und Abfallaluminium	0,12	0,004	0,003	0,002	—
Verbrauch	28,3	52,5	87,0	104,2	132,0

¹⁾ Einschließlich Alt- und Abfallmengen. — ²⁾ Ohne Alt- und Abfallmengen. — ³⁾ Unter schätzungswegiger Berücksichtigung der Vorratsveränderungen. — ⁴⁾ Einschließlich Umschmelzblei. — ⁵⁾ Ohne die aus Altkupfer gewonnenen Mengen. — ⁶⁾ Einschließlich der aus Altkupfer gewonnenen Mengen. — ⁷⁾ Ohne Umschmelzblei. — ⁸⁾ Einschließlich gewisser Mengen Altkupfer. — ⁹⁾ Einschließlich gewisser Mengen Altkupfer. — ¹⁰⁾ Geschätzt.

Das Jahr 1937 war nicht nur ein Jahr des Höchststandes der Verbrauchs- und Erzeugungsmengen bei den verschiedenen Nichteisenmetallen, auch die Metallpreise haben in abgelaufenen Jahre einen weiteren starken Anstieg erfahren. Die tiefsten Jahresdurchschnittskurse lagen in den Jahren 1931 bis 1934. Die Bewegung war bei den einzelnen Metallen verschieden. Einheitlich aber war dann die im Jahre 1935 einsetzende Erholung der Märkte, die gegen Ende des Jahres 1936 zu einem kräftigen Aufstieg der Preise führte. Gegen das Frühjahr 1937 erfolgte dieser Preisanstieg immer stürmischer und die Preise erreichten im März 1937 den höchsten Stand. Seitdem sind sie, abgesehen von einem erneuten lebhaften Anziehen im August 1937, ständig gesunken.

Wirtschaftliche Rundschau.

Der deutsche Eisenmarkt im Oktober 1938.

I. RHEINLAND-WESTFALEN. — Nennenswerte Aenderungen der wirtschaftlichen Gesamtlage sind nicht zu verzeichnen gewesen. Die Mehrzahl der deutschen Wirtschaftszweige steht nach wie vor im Zeichen einer festen und durchaus stetigen Entwicklung der Beschäftigungslage.

Der Arbeitseinsatz war im September infolge der europäischen Krise äußerst angespannt. Dadurch wurden große Veränderungen in der Beschäftigung hervorgerufen, die nur teilweise durch Ersatzkräfte ausgeglichen werden konnten. Das Ergebnis des Arbeitseinsatzes war die weitere Verringerung der Zahl der Arbeitslosen um 23 000 auf 156 000. Damit wurde in der Arbeitslosigkeit ein bisher nicht gekannter Tiefstand erreicht. Gegenüber Ende September 1937 beträgt der Rückgang der Arbeitslosenzahl 313 000. Demgegenüber hat z. B. in England die Zahl der Arbeitslosen von Mitte August bis Mitte September um 39 000 auf 1,8 Millionen zugenommen; sie liegt damit um 460 000 über dem Stand zur gleichen Zeit des Vorjahres.

Unter den Arbeitslosen gab es noch 12 000 voll einsatzfähige Kräfte, die nur ganz vorübergehend infolge Wechsels der Arbeitsstelle arbeitslos sind. Zahlreiche sudetendeutsche Flüchtlinge fanden im Reich Beschäftigung. Ferner konnten Ersatzkräfte aus den Kreisen herangezogen werden, die bisher nicht oder nicht mehr als Arbeiter oder Angestellte tätig waren. Die Metallindustrie forderte in großer Zahl Hilfskräfte an. Um sie zu stellen, mußte auf Personen zurückgegriffen werden, die bisher noch nicht als Arbeiter oder Angestellte tätig waren. Der Kräftebedarf in der Landwirtschaft konnte zum Teil durch den Einsatz von Erntehelfern gedeckt werden.

In der Ostmark ging die Arbeitslosigkeit weiter zurück. Zum erstenmal wurde der Stand von rd. 100 000 Arbeitslosen leicht unterschritten. Davon sind drei Viertel zwar voll einsatzfähig, jedoch kommen nur 26 000 Arbeitskräfte für Arbeit außerhalb ihres Wohnortes in Betracht. Diese kleine Zahl erklärt sich daraus, daß die noch gemeldeten Arbeitslosen im Gegensatz zum Altreich überwiegend Frauen sind. Seit der Eingliederung ins Reich ist die Arbeitslosigkeit in der Ostmark, die im März 1938 rd. 600 000 betragen hatte, auf ein Sechstel gesunken.

Ueber den Stand der Arbeitslosigkeit in Deutschland (ohne Oesterreich) unterrichtet im übrigen nachfolgende Uebersicht:

	Arbeit-suchende	Unterstützte der Reichsanstalt
Ende Januar 1938	1 223 065	737 589
Ende Februar 1938	1 125 796	649 666
Ende März 1938	702 570	300 230
Ende April 1938	605 614	237 125
Ende Mai 1938	506 613	183 214
Ende Juni 1938	448 848	152 747
Ende Juli 1938	363 379	114 859
Ende August 1938	310 939	87 910
Ende September 1938		73 419

Im deutschen Außenhandel

entsprech die Entwicklung, wie nachstehende Zahlentafel ausweist, im allgemeinen der des Vormonats.

	Deutschlands		
	Gesamt-Wareneinfuhr	Gesamt-Warenausfuhr (alles in Mill. <i>R.M.</i>)	Gesamt-Warenausfuhr-Ueberschuß
Monatsdurchschnitt 1934	370,9	347,2	— 23,7
Monatsdurchschnitt 1935	346,6	355,8	+ 9,2
Monatsdurchschnitt 1936	351,5	397,5	+ 46,0
Monatsdurchschnitt 1937	455,7	492,6	+ 36,9
Dezember 1937	531,2	552,3	+ 21,1
Januar 1938	483,7	445,9	— 37,8
Februar 1938	453,2	436,2	— 17,0
März 1938 ¹⁾	455,0	466,5	+ 11,5
April 1938 ¹⁾	429,5	422,5	— 7,0
Mai 1938 ¹⁾	456,8	427,1	— 29,7
Juni 1938 ¹⁾	429,5	402,8	— 26,7
Juli 1938 ¹⁾	417,3	439,4	+ 22,1
August 1938 ¹⁾	457,0	419,3	— 37,6
September 1938 ¹⁾	450,1	415,9	— 34,2

¹⁾ Ohne den Warenverkehr mit Oesterreich.

Die Einfuhr des Altreiches ging um 1,5 % zurück. Bei den einzelnen Warengruppen war die Entwicklung sehr verschieden. Abgenommen hat nur die Einfuhr der gewerblichen Wirtschaft, und zwar vor allem von Rohstoffen (— 28,7 Mill. *R.M.*), deren Bezug im Vormonat beträchtlich gestiegen war. Auch bei Fertigwaren wurde das Vormonatsergebnis unterschritten, während sich die Halbwareneinfuhr auf dem im Vormonat erreichten Stand hielt. Im Bereich der Ernährungswirtschaft ist die Einfuhr weiter gestiegen, und zwar war die Zunahme mit insgesamt 25,3 Mill. *R.M.* erheblich größer als im August (+ 8 Mill. *R.M.*).

Die Warenbezüge aus Europa sind um 13,8 Mill. *R.M.*, aus Australien um 4 Mill. *R.M.* und aus Afrika um 2 Mill. *R.M.* gesunken. Dagegen waren die Lieferungen Asiens um 7,9 Mill. *R.M.* und Amerikas um 5,9 Mill. *R.M.* höher als im Vormonat. Im letztgenannten Fall sind die Bezüge aus den Vereinigten Staaten stark gestiegen, während aus den übrigen Ländern meist weniger Waren bezogen wurden.

Die Ausfuhr des Altreiches war im September um nicht ganz 1 % geringer als im August. Abgenommen hat gegenüber dem Vormonat die Ausfuhr von Rohstoffen (Kohle) sowie — wertmäßig — von Halbwaren und Vorerzeugnissen. Der Absatz von Enderzeugnissen war dagegen etwas höher als im August. Von den einzelnen Erdteilen war lediglich Asien (— 6,9 Mill. *R.M.*) an der Verminderung der deutschen Ausfuhr von August zu September nennenswert beteiligt. Die Ausfuhr nach den übrigen überseeischen Erdteilen hat sich kaum verändert. Der europäische Absatz hat leicht zugenommen. Infolge des stärkeren Rückgangs der Einfuhr war der Einfuhrüberschuß um rd. 3½ Mill. *R.M.* geringer als im August; er ermäßigte sich von 37,6 auf 34,2 Mill. *R.M.* Für die ersten neun Monate dieses Jahres überstieg die Einfuhr die Ausfuhr um 156 Mill. *R.M.* (i. V. 311 Mill. Reichsmark Ausfuhrüberschuß).

Von verhältnismäßig günstigem Einfluß auf die Außenhandelsentwicklung des letzten Monats war die Preisgestaltung. Zwar hat sich der Ausfuhrdurchschnittswert weiter ermäßigt, indes war auch der Durchschnittswert der Einfuhr gegenüber dem Vormonat etwas geringer. Der Menge nach war die Einfuhr gegenüber August wenig verändert, die Ausfuhr allerdings etwas größer. Immerhin liegt in der gleichmäßig nach unten gerichteten Preisbewegung, obgleich das Ausmaß des Rückgangs in Einfuhr und Ausfuhr etwas voneinander abweicht, schon eine Wendung zum Besseren, wenn man sich daran erinnert, daß noch im August nur der Durchschnittswert der Ausfuhr zurückging, während die Einfuhrpreise im Durchschnitt stiegen.

Der Außenhandel Großdeutschlands wird wieder nur in Gesamtzahlen erfaßt. Danach ist die Einfuhr Großdeutschlands (altes Reichsgebiet und Oesterreich) gegenüber dem Vormonat um 16,9 auf 492,7 oder um 3,3 %, die Ausfuhr um 3,2 auf 441,8 Mill. *R.M.* oder um 0,7 % zurückgegangen. Die Handelsbilanz Großdeutschlands schließt demnach mit einem Einfuhrüberschuß von 50,8 (im Vormonat 64,5) Mill. *R.M.* ab. Daß die Abtrennung des Sudetenlandes von der Tschecho-Slowakei die deutsche Außenhandelsstatistik noch in keiner Weise berührt hat, soll nur der Deutlichkeit halber erwähnt werden.

Die Entwicklungstendenzen der internationalen Eisenwirtschaft im letzten Jahrzehnt

werden von Georg Mahnke im neuesten Hefte des Instituts für Konjunkturforschung¹⁾ untersucht. Zu den wichtigsten Ergebnissen der Arbeit gehört die Feststellung, daß sich die Wachstumsgeschwindigkeit der Eisengewinnung in den vergangenen Jahren stark verlangsamt hat. So ist von 1929 bis 1937 z. B. die Rohstahlherstellung in der Welt nur um rd. 11 % gestiegen, während im Durchschnitt der fünf Konjunkturabschnitte von 1873 bis 1913 der Zuwachs von einem Hochkonjunkturjahr zum nächsten 57 % betragen hatte.

In dieser Verlangsamung der Eisengewinnung spiegeln sich zum Teil Wandlungen im Eisenverbrauch wider. Einmal gilt auch beim Eisen die allgemeine Grundhaltung der Wirtschaft zu sparsamerem Werkstoffeinsatz. Die Fortschritte der Eisenhüttentechnik, die zahlreichen Legierungsverfahren und die in wachsendem Umfang auf Zweckmäßigkeit ausgerichteten Konstruktionspläne haben es ermöglicht, daß heute bestimmte Anlagen mit einer geringeren Menge Eisen bewältigt werden können als früher. In gleicher Richtung wirken die Verschiebungen, die sich zwischen den einzelnen Walzwerkserzeugnissen vollzogen haben. Die Geschichte der Walzwerkserzeugung ist durch ein Vordringen der feineren Erzeugnisse gegenüber den gröberen (z. B. Eisenbahnoberbaustoffe) gekennzeichnet.

Entscheidende Bedeutung kommt den allgemein veränderten Wachstumsbedingungen zu, die heute die Gesamtentwicklung der Weltwirtschaft maßgebend beeinflussen. In der Industrieerzeugung der Welt im ganzen läßt sich deutlich beobachten, daß das rasche Wachstum, wie es in der Vorkriegszeit festzustellen war, einer sehr viel langsameren Erzeugungszunahme Platz gemacht hat. Diese Verlangsamung hängt zum Teil

¹⁾ Vierteljahrshefte zur Wirtschaftsforschung 11 (1938/39) Heft 2.

mit dem geringeren Bevölkerungswachstum in der Welt zusammen. Ferner spielt eine wichtige Rolle, daß die früheren Träger der industriellen Entwicklung in der Welt, die alten Industriestaaten, die eigene Volkswirtschaft so weit ausgebaut haben, daß eine gewisse Sättigung ihrer Märkte eingetreten ist. Ihr Eisenbedarf wächst daher nicht mehr in dem Maße an wie derjenige der jungen, im wesentlichen halb- und neukapitalistischen Länder.

Kennzeichnend für das vergangene Jahrzehnt ist ferner die Tatsache, daß der Welthandel in Eisen unter starken Hemmungen leidet. Die Eisenausfuhr, die sich vor dem Weltkrieg in ihrer Grundrichtung ungefähr im Gleichtakt mit der Erzeugung entwickelt hatte, ist in den Nachkriegsjahren verhältnismäßig hinter dieser zurückgeblieben. Die über die Landesgrenzen versandten Mengen umfassen gegenwärtig rd. ein Zehntel der Erzeugung gegenüber einem Sechstel in 1929. Das Zurückbleiben des Welthandels in Eisen ist vor allem auf die Autarkiepolitik zahlreicher Volkswirtschaften zurückzuführen. Bestrebungen weitgehender Eigenversorgung mit Eisen in jungen Industriestaaten liegen mit den Bemühungen der größten Eisenländer um den Wiederaufbau ihrer Ausfuhr im Kampf.

Der Eisen- und Stahlverbrauch der Welt hat sich im Jahre 1937 zum erstenmal wieder über den im letzten Hochkonjunkturjahr 1929 erreichten Stand erhoben. Nach vorsichtigen Berechnungen dürfte er etwa 9% höher gewesen sein als damals. Während aber der Verbrauch in den fünf großen Eisenerzeugungsländern (Vereinigte Staaten von Nordamerika, Deutsches Reich, Großbritannien, Frankreich, Belgien-Luxemburg) zusammengenommen 1937 noch etwas geringer war als 1929, ist er in den übrigen Teilen der Welt bedeutend rascher gestiegen.

Auch heute noch reicht die Höhe des Verbrauchs in den jungen Ländern in keiner Weise an den Stand in den alten Eisenerzeugungsländern heran. Hier werden mindestens zehnmals soviel Mengen Eisen je Kopf der Bevölkerung verbraucht als dort. Daß dabei noch starke Unterschiede innerhalb der alten Länder bestehen, ist selbstverständlich. Diese hängen zum Teil mit der Eigenart der metallverarbeitenden Industrie zusammen. Außerdem sind die verschiedenen hohen Verbrauchszahlen auch durch den unterschiedlichen Stand der allgemeinen Wirtschaftstätigkeit bedingt. Der hohen Beschäftigung in Deutschland entspricht ein seit 1932 stark gestiegener Eisenverbrauch. In Belgien, Frankreich und den Vereinigten Staaten dagegen konnte der Verbrauchsstand des Jahres 1929 noch nicht wieder erreicht werden.

Ueber die Gesamtlage der deutschen eisenschaffenden Industrie

ist zu sagen, daß die Geschäftstätigkeit im Oktober sehr rege war, nachdem in den letzten Septemberwochen aus bekannten Gründen allgemeine Zurückhaltung geübt worden war. Mit der langsamen Rückkunft der Arbeiter von der Westgrenze konnten die Arbeiten an den Großbauten im Inland nach und nach wieder aufgenommen werden. Der Versand der Werke erfuhr eine Steigerung, doch hielt der Wagenmangel der Reichsbahn noch an und machte sich bei den Lieferungsabfertigungen sehr störend bemerkbar. So lagen bei einigen Werken recht große Mengen versandfertig, deren Ablieferung nicht erfolgen konnte. Die Anlieferungen zu den Händlerlagern waren weiterhin außerordentlich gering, so daß die Lager mehr und mehr zusammengeschrumpft sind. Die Schwierigkeiten wurden durch die schlechte Sortierung der Lager noch verschärft. Besonders stark sind die Stab- und Formstahlbestände gelichtet, bei denen vor allem die kleineren Abmessungen fehlten. Im Streckengeschäft kam es zu dem erwarteten stärkeren Versand in Stab-, Form- und Universalstahl und gleichfalls in Schiffbaustahl.

Die Erzeugung (einschließlich Ostmark) entwickelte sich bis Ende September wie folgt:

	August 1938 t	September 1938 t
Roheisen: insgesamt	1 584 798	1 540 537
arbeitstäglich	51 123	51 351
Rohestahl: insgesamt	2 018 034	1 983 693
arbeitstäglich	74 742	76 296
Walzwerkfertigerzeugnisse: insgesamt	1 457 492	1 417 079
arbeitstäglich	53 981	54 503

Ende September waren von 176 (August 176) vorhandenen Hochöfen 139 (141) in Betrieb und 5 (2) gedämpft.

Die Lage auf dem Auslandsmarkt

hat sich im Oktober gebessert. Die seit Wochen zu beobachtende Belebung der Nachfragetätigkeit setzte sich weiter fort und brachte Verkaufsergebnisse, die zum Teil beträchtlich über denen der Vorwochen lagen. Auch die langsame Befestigung des Preisstandes machte Fortschritte. Die Unterbietungen nahmen an Häufigkeit wie auch an Umfang ab.

Der Außenhandel in Eisen und Eisenwaren

stieg mengenmäßig bei der Einfuhr von 156 277 t im August auf 191 929 t im September, während die Ausfuhr von 228 502 t auf 217 060 t zurückging. Infolgedessen nahm der Ausfuhrüberschuß von 72 225 t auf 25 131 t ab. Die wertmäßige Aende- rung geht aus der nachstehenden Uebersicht hervor:

	Einfuhr	Deutschlands	
		Ausfuhr	Ausfuhrüberschuß (in Mill. M.)
Monatsdurchschnitt 1936	7,7	68,1	60,4
Monatsdurchschnitt 1937	9,5	91,6	82,1
Dezember 1937	14,1	168,5	94,4
Januar 1938	13,9	89,2	75,3
Februar 1938	13,9	81,4	67,4
März 1938	14,8	85,4	70,6
April 1938	12,1	70,5	58,4
Mai 1938	13,6	74,6	61,0
Juni 1938	9,9	73,6	63,7
Juli 1938	10,2	74,7	64,5
August 1938	10,9	73,7	62,8
September 1938	11,9	71,7	59,8

Bei den Walzwerkserzeugnissen allein sank die Einfuhr von 35 953 t im August auf 28 270 t im September. Die Ausfuhr verminderte sich gleichfalls, und zwar von 151 811 t auf 141 050 t, so daß auch der Ausfuhrüberschuß von 115 858 t auf 112 780 t zurückging. Die Einfuhr von Roheisen zeigte eine Zunahme von 18 440 t im August auf 47 097 t im September. Die Ausfuhr eine solche von 4182 t auf 6345 t; der Einfuhrüberschuß belief sich demnach auf 40 752 t.

Die arbeitstägliche Kohlenförderung des Ruhrbergbaues

hat sich — wie die nachstehende Zusammenstellung zeigt — von August auf September nur unbedeutend verringert. Nach den für Oktober bereits vorliegenden Wochenzahlen ist anzunehmen, daß die Förderung in diesem Monat die 400 000-t-Grenze wieder überschreiten wird.

	August 1938	September 1938
Verwertbare Förderung	10 795 675 t	10 351 784 t
Arbeitstägliche Förderung	399 840 t	398 146 t
Koksgewinnung	2 862 975 t	2 781 894 t
Tägliche Koksgewinnung	92 354 t	92 730 t
Beschäftigte Arbeiter	311 442	309 104

Im einzelnen ist noch folgendes zu berichten:

Die großen Versandschwierigkeiten durch den allgemeinen Laderaummangel bestanden im Oktober weiter fort. Die Reichsbahn benötigte einen großen Teil der Wagen für die Verladung der Hackfruchternte, wodurch sich an den Verladestellen der Werke die versandfertige Ware aufstapelte, für die keine Wagen zur Verfügung standen. Besonders fühlbar blieb der Wagenmangel für die Zechen und Kokereien; da durch Schiffsraum auf den Kanälen nicht genügend Ersatz beschafft werden konnte, wurde auch die Brennstoffversorgung der Hüttenwerke in Mitleidenschaft gezogen.

Auf dem Rhein kam es durch die jahreszeitlich kürzer werdende Arbeitszeit und den niedrigen Wasserstand im Oktober bei mengenmäßig gutem Verkehr zu einer spürbaren Kahnraumverknappung. Nach wie vor wurde für Kies- und Sandverladungen viel Raum benötigt, auch waren zum Monatsbeginn viele Kohlenlieferungen nachzuholen. Während so Schiffsraum für den Versand dringend benötigt wurde, lagen andererseits viele Kähe sowohl durch Lagerung von Getreide in Schiffen fest, als auch durch die langen Löscheziten, die dadurch erforderlich wurden, daß die Wagen für die Entladung nicht zeitig bereitgestellt werden konnten. Es fehlten besonders Schiffe mittlerer Größe. Große Rheinkähne wurden genügend angeboten. Der Rhein-See-Verkehr war in den Tagen schlechten Wetters sehr zurückgegangen. In den schöneren Tagen der zweiten Monatshälfte kamen Rhein-See-Schiffe wieder in größerer Zahl stromaufwärts, doch war das Ladungsangebot für sie unbedeutend.

Sehr groß war der Kahnraummangel auf den westdeutschen Kanälen. Es fehlten besonders Schiffe im Verkehr mit Emden, so daß es nicht möglich war, alle Seedampfer sofort zu bedienen.

Der Kohlenabsatz war im Oktober weiterhin sehr günstig. Die Abrufe in nahezu sämtlichen Sorten sind gegenüber den Vormonaten gestiegen. Wie im Vormonat machte sich der Wagenmangel störend bemerkbar. Infolgedessen sind beim Kohlenyndikat große Mengen unerledigter Aufträge im Vormonat zurückgeblieben, die naturgemäß die Brennstoffverknappung bei der Verbraucherschaft auch für die Berichtszeit und die kommenden Monate stark beeinflussen werden. Förderausfälle wurden nach Möglichkeit vermieden. Das Wiederaufladen der Bestände wird sich erst nach und nach ermöglichen lassen. Im Hausbrandgeschäft ist die Nachfrage nach sämtlichen Sorten erheblich gestiegen und zeigt damit das jahreszeitlich übliche Bild. Der Ab-

Die Preisentwicklung im Monat Oktober 1938.

	Oktober 1938		Oktober 1938		Oktober 1938
Kohlen und Koks:	<i>R.M. je t</i>		<i>R.M. je t</i>		<i>R.M. je t</i>
Fettförderkohlen	14,—	Kupferarmes Stahleisen, Fracht-		S. 131 gewährten Sonder-	
Gasflammförderkohlen	14,50	grundlage Siegen	66,—	vergütungen je t von 3 <i>R.M.</i>	
Kokskohlen	15,—	Siegerländer Stahleisen, Fracht-		bei Halbzeug, 6 <i>R.M.</i> bei	
Hochofenkoks	19,—	grundlage Siegen	66,—	Bandstahl und 5 <i>R.M.</i> für die	
Gießereikoks	20,—	Siegerländer Zusatzseisen,		übrigen Erzeugnisse bereits	
		Frachtgrundlage Siegen:		abgezogen.	
Erz:		weiß	76,—	Rohblöcke ²⁾	83,40
Rohspat (tel quel)	13,60	meliert	78,—	Vorgew. Blöcke ²⁾	90,15
Gerösteter Spateisenstein	16,—	grau	80,—	Knüppel ²⁾	96,45
Roteisenstein (Grundlage 46 %				Platinen ²⁾	100,95
Fe im Feuchten, 20 % SiO ₂ ,		Kalt erblasenes Zusatzseisen der		Stabstahl	110/104 ³⁾
Skala ± 0,28 <i>R.M.</i> je % Fe,		kleinen Siegerländer Hütten,		Formstahl	107,50/101,50 ³⁾
± 0,14 <i>R.M.</i> je % SiO ₂ ab		ab Werk:		Bandstahl	127/123 ⁴⁾
Grube	10,90 ¹⁾	weiß	82,—	Universal-	
Flußeisenstein (Grundlage 34 %		meliert	84,—	stahl	115,60
Fe im Feuchten, 12 % SiO ₂ ,		grau	86,—		
Skala ± 0,33 <i>R.M.</i> je % Fe,		Spiegeleisen, Frachtgrundlage		Kesselbleche S.-M.,	
± 0,16 <i>R.M.</i> je % SiO ₂ ab		Siegen:		4,76 mm u. darüber:	
Grube	9,60 ¹⁾	6—8 % Mn	78,—	Grundpreis	129,10
Oberhessischer (Vogelsberger)		8—10 % Mn	83,—	Kesselbleche nach d.	
Brauneisenstein (Grundlage		10—12 % Mn	87,—	Bedingungen des	
45 % Metall im Feuchten,		Gießereiroheisen IV B, Fracht-		Landdampfkessel-	
10 % SiO ₂ , Skala ± 0,29 <i>R.M.</i>		grundlage Apach	55,—	Gesetzes von 1908,	
je % Metall, ± 0,15 <i>R.M.</i> je		Temperroheisen, grau, großes		34 bis 41 kg Festig-	
% SiO ₂ ab Grube	10,40 ¹⁾	Format, ab Werk	75,50	keit, 25 % Dehnung	162,50
Schrott, Höchstpreise gemäß				Kesselbleche nach d.	
Anordnung 18 der Ueberwa-		Ferrosilizium (der niedrigere		Werkstoff- u. Bau-	
chungsstelle für Eisen und Stahl		Preis gilt frei Verbrauchs-		vorschrift, f. Land-	
[vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936)		station für volle 15-t-Wagen-		dampfkessel, 35 bis	
S. 1465/67]:		ladungen ab Werk oder		44 kg Festigkeit	161,50
Stahlschrott	42	Lager):		Grobbleche	127,30
Schwerer Walzwerksschrott	46	90 % (Staffel 10,— <i>R.M.</i>)	410—430	Mittelbleche	
Kernschrott	40	75 % (Staffel 7,— <i>R.M.</i>)	320—340	3 bis unter 4,76 mm	130,90
Walzwerks-Feinblechpakete	41	45 % (Staffel 6,— <i>R.M.</i>)	205—230	Feinbleche	
Hydr. gepreßte Blechpakete	41	Ferrosilizium 10 % ab Werk	81,—	bis unter 1 mm im Flamm-	
Siemens-Martin-Späne	31	Vorgewalzter u. gewalzter Stahl:		ofen gegliht, Frachtgrund-	
Roheisen:		Grundpreise, soweit nicht an-		lage Siegen	144— ⁵⁾
Gießereiroheisen		ders bemerkt, in Thomas-		Gezogener blanker	
Nr. I } Frachtgrundlage	68,50	Handelsgüte. — Von den		Handelsdraht	165,—
Nr. III } Oberhausen	63,—	Grundpreisen sind die vom		Verzinkter Handels-	
Hämatit } Oberhausen	69,50	Stahlwerksverband unter den		draht	195,—
		bekanntesten Bedingungen [vgl.		Drahtstifte	173,50
		Stahl u. Eisen 52 (1932)			

¹⁾ Vom 1. August 1937 an wird auf die Rechnung für Erze von Lahn, Dill und Oberhessen ein Zuschlag von 8 % erhoben. — ²⁾ Preise für Lieferungen über 200 t. Bei Lieferungen von 1 bis 100 t erhöht sich der Preis um 2 *R.M.*, von 100 bis 200 t um 1 *R.M.*. — ³⁾ Frachtgrundlage Neunkirchen-Saar. — ⁴⁾ Frachtgrundlage Homburg-Saar. — ⁵⁾ Abzüglich 5 *R.M.* Sondervergütung je t vom Endpreis.

satz an die innerdeutsche Industrie war unverändert gut. Bei der Brennstoffzufuhr hat sich nichts Wesentliches geändert. Frankreich und Belgien riefen im Rahmen ihrer Kontingente unveränderte Mengen ab. Der Absatz nach Italien war weiterhin sehr günstig.

Der Markt in Auslandserzen war auch im Monat Oktober ohne jede Belebung. Käufe kamen nur in geringem Maße zustande. Die Zufuhr vom Auslande brachte wenig Abweichung von der der letzten Monate.

Das Angebot auf dem Manganerzmarkt ist im Augenblick außerordentlich lebhaft. Alle Förderländer sind bestrebt, ihre nächstjährige Gewinnung unterzubringen. Große Anstrengungen machen die südafrikanischen Gruben, um die im Rahmen des Wollabkommens vorgesehene Liefermöglichkeiten auszunutzen. Die bereits vor Wochen aufgenommenen Verhandlungen sind noch nicht zum Abschluß gekommen, es ist aber anzunehmen, daß in Kürze eine Einigung mit den deutschen Werken zustande kommt. Die Preise haben sich in den letzten Wochen weiter verschlechtert, denn Abschlüsse sind nicht getätigt worden.

Das Erzbefrachtungsgeschäft war unbedeutend bei schwankenden Raten. Es wurden notiert:

Bona/Rotterdam sh 6/-	Pepel/Rotterdam sh 9/6
Huelva/Antwerpen—Gent . . . sh 8/-	Rio de Janeiro/Dünkirchen . sh 9/6
Poti/Antwerpen—Gent . . . sh 11/6	

Der Schrottmrkt wurde durch eine weitere Zunahme der aus dem Ausland eingeführten Schrottmengen günstig beeinflusst. Vor allem fingen die Vereinigten Staaten mit einer stärkeren Lieferung der schon vor einiger Zeit abgeschlossenen Mengen an. Der Wagenmangel beeinträchtigte die Versorgung der Werke.

Der anhaltende lebhaft Beschäftigungsgrad der inländischen Gießereien und Stahlwerke stellte an den Roheisenmarkt im laufenden Monat wieder erhöhte Anforderungen. Die Nachfrage wurde noch verstärkt durch Mehranforderungen der Ostmark. Auch der Sudetengau ist mit Aufträgen herausgekommen. Nach Ueberwindung der politischen Spannung waren die im September erheblich gestiegenen Preise auf den Ausfuhrmärkten etwas rückläufig. Inzwischen ist jedoch wieder eine Befestigung der Preise festzustellen. Die Nachfrage war in den letzten Wochen lebhaft.

Der gute Auftragseingang aus dem Inland bei Halbzeug, Stab- und Formstahl setzte sich weiter fort. Gewissen Mindereingängen bei Halbzeug standen Mehreingänge in Stab-, Form- und Sonderstahl gegenüber. Auf dem Auslandsmarkt war das Verkaufsergebnis in Formstahl recht befriedigend, insbesondere zeigte das Geschäft in Breitflanschträgern gute Fort-

schritte. Auch bei Stabstahl war das Verkaufsergebnis zufriedenstellend. In Halbzeug kam ein größeres Geschäft mit Rumänien zustande.

Da die großen Bestellungen in schwerem Oberbauzeug bereits im September vergeben worden waren, fielen auf den Berichtsmonat nur noch Restbestellungen. In Straßenbahnoberbauzeug war das Geschäft recht lebhaft. Der Auslandsseingang auf schwerem Oberbauzeug war gering. Bei leichtem Oberbauzeug scheiterten nach anfänglichen besseren Verkaufsergebnissen im Verlauf des Monats die deutschen Ausfuhrgeschäfte vielfach an den niedrigeren Preisen des Wettbewerbs der westlichen Länder.

Nach der Entspannung der politischen Lage zum Monatsbeginn blieben trotz dem Kontingentsstichtage die Inlandsbestellungen in Grobblechen hinter denen der Vorwochen zurück, jedoch hat sich im Verlaufe des Monats der Auftragseingang erhöht. Unter den Bestellern treten die Konstruktionswerkstätten hervor. Die Nachfrage im Ausland war recht lebhaft. Von den Werften kamen große Bestellungen auf Schiffsbleche an den Markt, die längere Zeit zurückgehalten worden waren. Bei gutem Auftragseingang im Inland hat sich das Auslandsgeschäft in Mittelblechen wieder vermindert. Das Inlandsgeschäft für Feinbleche bewegte sich in Handels- und Qualitätsware auf der gleichen Linie wie im September. Dasselbe gilt für verzinkte und verbleite Bleche. Auch im Ausfuhrgeschäft traten keine wesentlichen Änderungen ein.

Der Auftragseingang in Stahlröhren war sehr hoch. Zum Einreichungstichtag für Inlandsaufträge erhöhten sich die Bestellungen auf Gas- und Siederöhren für die Lager der Inlandsändler beträchtlich. Der Absatz von freiverkäuflichen Röhren-erzeugnissen nach dem Inland war darum zur Monatsmitte besonders groß. Auch das Ausland brachte Aufträge in zufriedenstellender Höhe.

An der guten Beschäftigungslage der Bandstahlbetriebe hat sich im Berichtsmonat nichts geändert. Die Inlandskundschaft rief sowohl in warmgewalztem als auch in kaltgewalztem Bandstahl große Mengen ab. Lediglich in Röhrenstreifen ließ das Geschäft etwas nach. Die Auslandsnachfrage war lebhaft. In Handels- und Sonderbandstahl konnten allerdings meist nur kleinere Geschäfte gebucht werden. Auch in verzinktem und kaltgewalztem Bandstahl war das Ausfuhrgeschäft zufriedenstellend.

Für Walzdraht war die Marktlage im Inland unverändert. Auch vom Auslandsmarkt ist Neues nicht zu berichten. Die Werke der Drahtindustrie sind nach wie vor reichlich mit Aufträgen versehen, da sich an der guten Geschäftslage im Inland

nichts änderte. Im Ausland blieb die Nachfrage weiterhin lebhaft. Besonders die Ueberseegebiete zeigten rege Kauflust, doch konnten leider die Kunden nicht immer die langen Lieferzeiten bewilligen, die die deutschen Werke zur Zeit fordern müssen. Verschiedentlich unterboten amerikanische Werke die Preise.

Das Verkaufsgeschäft in Gießereierzeugnissen zeigte gegenüber dem Vormonat keine Veränderungen. Auftragseingang und Versand hielten sich in den vorgesehenen Grenzen. Bei Maschinen- und Kokillen war der Bestellungseingang zufriedenstellend, doch ließ die Anfragetätigkeit etwas nach. Das Walzengeschäft ging etwas zurück. Bei Stahlguß war der Eingang an Aufträgen bei Rädern und Radsätzen besonders groß, darunter auch eine größere Anzahl Auslandsbestellungen.

Werkstättenerzeugnisse zeigten im Inland gute Nachfrage. Das Geschäft in Eisenbahnweichen war zeitweilig sehr rege. Schmiedestücke wurden lebhaft im Inland und im Ausland angefordert. Aus dem Ausland konnten u. a. auch mehrere Faßaufträge hereingeholt werden.

II. SAARLAND. — Die Kokskohlenversorgung der Saarhütten von den Saargruben litt in der Berichtszeit unter den angespannten Verkehrsverhältnissen der letzten Wochen. Auch die Versorgung mit Magerkohle, die aus Rheinland-Westfalen kommt, ließ aus den gleichen Gründen zu wünschen übrig.

Infolge der kritischen politischen Lage litt natürlich auch die Versorgung mit Erz aus Frankreich. Sie war sogar vorübergehend in Frage gestellt. Erfreulicherweise waren aber nur einzelne Züge ausgefallen, die aus nicht werkseigenen Wagen bestanden, da auf Grund der französischen Mobilmachung das gesamte französische rollende Eisenbahnzeug zurückgehalten wurde. Auch in der Kanalschiffahrt ergaben sich vorübergehende Störungen. Im übrigen ist der Stand des deutsch-französischen Verrechnungsabkommens im Augenblick derart, daß die mengenmäßige Versorgung der Saarhütten hinter dem Bedarf zurückbleibt. Die Lücken müssen hauptsächlich durch deutsche und luxemburgische Erze ausgefüllt werden. In bezug auf die Preise hat sich bisher nichts geändert, da von neuen Abschlüssen für das kommende Jahr noch nichts bekannt ist. Im übrigen beabsichtigt die französische Regierung, eine 10prozentige Frachterhöhung für Ausfuhrgüter einzuführen, was natürlich eine Verteuerung des Erzbezuges nach sich ziehen würde. Bekanntlich läuft der deutsch-französische Handelsvertrag am 31. Januar 1939 ab, so daß nach Klärung der politischen Lage Gelegenheit gegeben ist, die gegenseitigen Handelsbeziehungen zu erweitern. Auch scheint man sich auf französischer Seite von den neuen Handelsvertragsverhandlungen eine Besserung der beiderseitigen Handelsbeziehungen zu versprechen.

Die Schrottversorgung der Saarhütten war ausreichend. Wie man hört, will Frankreich nunmehr auch die Ausfuhrsperr Deutschland gegenüber aufheben. Der inländische französische Stahlschrottpreis beträgt rd. 300 Fr je t frei Empfangswerk. Die übrigen Zuschläge kamen in den üblichen Mengen herein.

Auch im September war der Eingang an Bestellungen so stark wie im Vormonat, nur in Stabstahl sogar noch lebhafter. Nachdem der Führer in seiner Saarbrücker Rede erklärt hat, daß auch der noch nicht befestigte Teil des Saargebietes sowie der Aachener Bezirk ebenfalls in den militärischen Schutz mit einbezogen werden, dürften neue große Anforderungen an Form- und Monierstahl zu erwarten sein. Die Lieferzeiten für Stabstahl mußten etwas ausgedehnt werden. Dasselbe gilt auch für Breitflachstahl und Bleche. Das Auslandsgeschäft hielt sich im bisherigen Rahmen.

III. SIEGERLAND. — Förderung, Gewinnung und Absatz im Siegerländer Eisenerzbergbau waren im Monat Oktober unverändert gut. Die vielfältigen Bemühungen um die benötigten zusätzlichen Arbeitskräfte blieben jedoch bisher im wesentlichen ohne Erfolg.

Die Eisenhüttenindustrie berichtete über recht lebhaftes Abfrue in Roheisen infolge der unvermindert starken Beschäftigung der Inlandsverbraucher. In Halbzeug und Stabstahl hielt die Dringlichkeit des Auftragseinganges an. Die starken Anforderungen nach Mittel- und Grobblechen zwangen die Walzwerke, einen Teil der Aufträge abzulehnen, um den bereits übernommenen Lieferverpflichtungen gerecht werden zu können.

Das Inlandsgeschäft in Handels- und Sonderblechen bewegte sich auf der gleichen Linie wie im September. Dasselbe gilt für verzinkte und verbleite Bleche. Im Auslandsgeschäft zeigte sich in allen Blecharten noch keine Marktbelegung. Der Auftragseingang in Schmiedestücken und Stahlguß lag weiter gut, die Werke verfügten über einen erheblichen Auftragsbestand.

Der Inlandsabsatz der Betriebe für verzinkte Blechwaren war im Rahmen der vorhandenen Möglichkeiten rege. Auch die

Firmen für mittelschwere Blecharbeiten — Boiler, Druckkessel, Tanks usw. — sind mit Aufträgen gut versehen und erhielten täglich neue eilige Anfragen. Die Werke für schwere Eisen- und Blechkonstruktionen und Brückenbau konnten ebenfalls zahlreiche neue Aufträge buchen. Gewisse Schwierigkeiten bereiten allerdings allenthalben die durch den erheblichen Auftragsbestand notwendigen längeren Lieferfristen. Die Eisen- und Walzengießereien waren für den Inlandsabsatz wieder flott beschäftigt. Der Auslandsabsatz ließ in diesen Zweigen der weiterverarbeitenden Industrie, von einigen leichten Besserungszeichen abgesehen, noch keinen grundlegenden Wandel erkennen. Bei den Maschinenfabriken lagen die Marktverhältnisse im In- und Auslande entsprechend.

IV. MITTELDEUTSCHLAND. — Der Neuzugang an Aufträgen in Walzzeug erreichte nicht ganz die Höhe der vorangegangenen Monate, lag aber trotzdem noch über der Erzeugungsmöglichkeit der Werke. In der Belieferung des Handels zum Zwecke der Lagerergänzung ist erfreulicherweise eine Entspannung zu erwarten; das gleiche gilt für die Lieferung nahtloser Röhren. Die lebhafteste Nachfrage nach Rohrschlangen, Ueberhitzern und Rohrbogen hat auch im Berichtsmonat angehalten. Ruhiger war dahingegen das Geschäft in Fittings.

Die Stahlgießereien und Schmieden berichten über einen stärkeren Auftragseingang trotz der langen Lieferzeiten, die gefordert werden müssen. Auch die Radsatzfabriken konnten größere Aufträge buchen. Die Nachfrage nach gußeisernen emaillierten Erzeugnissen ließ im Zusammenhang mit der Ruhe auf dem Baumarkt zu wünschen übrig.

Am Schrottmarkt war die Einkaufstätigkeit weiterhin befriedigend. Die in der ersten Monatshälfte durch unzureichende Wagengestellung stark behinderten Lieferungen haben sich inzwischen gebessert. An einigen Tagen waren die Eingänge sogar sehr erheblich, zumal da auch weitere Mengen Auslandschrott eingetroffen sind. Die Gußbruchversorgung ist ausreichend. Der Eingang an Roheisen entspricht den Zuteilungen, Schwierigkeiten bestehen nicht. In der Anlieferung sonstiger Rohstoffe sind Behinderungen durch Wagenmangel in letzter Zeit nicht mehr zu bemerken.

Die luxemburgische Eisenindustrie im dritten Vierteljahr 1938.

— Bis gegen Ende des dritten Vierteljahres 1938 hielten sich Beschäftigung und Auftragseingang der luxemburgischen Eisenindustrie, abgesehen von einigen kurzen Ansätzen zur Besserung, auf dem in den Vormonaten erreichten Tiefstand. Von kennzeichnender Bedeutung mag jedoch die Tatsache sein, daß die Rohstahlerzeugung von Monat zu Monat eine, wenn auch geringe, Besserung aufwies. Für verschiedene Sondererzeugnisse war die Beschäftigung weiterhin befriedigend. Daß die Zahl der Arbeitslosen nur in verhältnismäßig geringem Maße zunahm, ist in der Hauptsache auf die Beibehaltung der wöchentlichen Feierschichten zurückzuführen. Lohnfragen wurden insofern berührt, als der 1937 zwischen den Arbeitern und den Werken auf ein Jahr abgeschlossene Tarifvertrag mit zweimonatiger, beiderseitiger Kündbarkeit weiterläuft.

Die anfallende Erzeugung von Thomasmehl wurde laufend abgesetzt, und die Lager hielten sich auf normaler Höhe.

Die Roheisenerzeugung betrug im dritten Vierteljahr 354 018 t gegen 342 115 t im Vorvierteljahr. Die Rohstahlerzeugung belief sich auf insgesamt 340 980 t gegen 329 829 t. Hiervon entfielen 327 200 (318 143) t auf Thomasstahl, 13 592 (11 716) t auf Elektrostahl und 188 (0) t auf Siemens-Martin-Stahl.

Am 30. September waren im Großherzogtum Luxemburg folgende Hochöfen vorhanden oder in Betrieb:

	Bestand	In Betrieb		
		30. September 1938	30. Juni 1938	31. März 1938
Arbed Düdelingen	3	2	2	2
Esch	3	2	2	2
Belval	6	3	3	3
Terre Rouge	5	3	3	3
Hadir Differdingen	10	5	5	5
Rümelingen	3	—	—	—
Rodingen	5	3	3	3
Steinfort	3	—	—	—

Die Zahl der in Betrieb befindlichen Hochöfen betrug somit 18 und hat sich, im Vergleich zum 30. Juni, nicht verändert.

Die Durchschnittspreise ab Werk der hauptsächlichsten Erzeugnisse stellten sich wie folgt:

	30. September 1938		30. Juni 1938
	in belg. Fr je t		
Roheisen	500		500
Knüppel	700		700
Platinen	730		730
Formstahl	900		900
Stabstahl	950		950
Walzdraht	925		930
Bandstahl	975		1000

Stahlwerks-Verband, Aktiengesellschaft, Düsseldorf.

Dem Bericht über das Geschäftsjahr vom 1. Januar bis 31. Dezember 1937, der wiederum zahlreiche Schaubilder über die Beteiligung und den Versand an den Erzeugnissen des Verbandes sowie über die Grundpreise und die Rohstahlerzeugung enthält, entnehmen wir nachstehende Ausführungen:

Im Berichtsjahre 1937 wurde eine Welt-Rohstahlerzeugung von 136 Mill. t erreicht. Diese Menge stellt eine 10prozentige Erhöhung gegenüber der Vorjahrserzeugung von 124 Mill. t und eine 11,5prozentige Erhöhung gegenüber dem Jahre 1929 mit 122 Mill. t dar. Die erneute Steigerung der Erzeugung im vergangenen Jahre ist zum größten Teil auf den starken Inlandbedarf der meisten Eisen erzeugenden Länder zurückzuführen. Aber auch auf dem Weltmarkt setzte zu Beginn des Jahres 1937 eine sprunghafte Nachfrage in fast allen Ländern ein. Diese großen Anforderungen führten u. a. dazu, daß die Walzstahlzölle in Japan aufgehoben und in England zeitweilig bis auf 2½ % vom Werte herabgesetzt wurden. Die Folge der großen Nachfrage war ein starkes Anziehen der Weltmarktpreise. Bei schneller Lieferung wurden außer den erhöhten Verbandspreisen auch Aufpreise und Zuschläge gezahlt.

Im Zusammenhang mit der allgemeinen Entwicklung auf dem Weltmarkt stieg auch die deutsche Ausfuhr in Walzwerkserzeugnissen in der ersten Hälfte des Berichtsjahres gegenüber dem Jahre 1936 weiter an. Der Rückgang in der zweiten Hälfte des Jahres traf Deutschland in gleicher Weise wie alle übrigen Länder. Trotzdem konnte sich die Ausfuhr des Jahres 1937 mengenmäßig ungefähr auf der Höhe des Vorjahres halten; wertmäßig war mit Rücksicht auf die zu erhöhten Preisen hereingenommenen Geschäfte eine wesentliche Steigerung gegenüber 1936 zu verzeichnen. Die rückläufige Bewegung des Eisengeschäftes auf dem Weltmarkt hatte ihren Grund einerseits in der Sättigung des Marktes, andererseits in der Ungewißheit über die Verlängerung der internationalen Verkaufsverbände. Hinzu kam ferner der durch die Kriegswirren im Fernen Osten eingetretene Stillstand im Geschäft mit Ostasien sowie der stark in Erscheinung tretende Wettbewerb durch Amerika und Schweden.

Die Internationale Rohstahlgemeinschaft suchte dem allgemeinen Rückgang zunächst durch Herabsetzen der monatlichen Tonnenmenge von 525 000 auf 450 000 t entgegenzuwirken, jedoch ohne Erfolg. Auf dem an sich schon flauen Weltmarkt traten die amerikanischen Werke, selbst in Ländern, die bisher nie zu ihrem Absatzgebiet gehört hatten, immer stärker als Wettbewerber auf und nahmen Geschäfte zu jedem Preis herein. Dieses Verhalten war die Folge des fast völligen Zusammenbruchs des amerikanischen Inlandgeschäftes. Sowohl von amerikanischer als auch von europäischer Seite wurde es daher begrüßt, als es Ende des Berichtsjahres zu einem vorläufigen Abkommen zwischen Amerika und Europa kam, das Mitte 1938 zu einer endgültigen Vereinbarung führte. Trotz dieser Verständigung zeigte der Weltmarkt auch bei Jahresende noch immer große Zurückhaltung, die in der Hauptsache durch die Unsicherheit über die Verlängerung der internationalen Verbände bedingt war. Inzwischen ist in den Mitte Juni dieses Jahres in Paris abgehaltenen internationalen Sitzungen eine Verlängerung der bestehenden internationalen Abkommen bis Ende 1940 beschlossen worden. Diese Tatsache wird voraussichtlich dem Eisengeschäft auf dem Weltmarkt eine neue Anregung bringen.

Infolge der Bemühungen der internationalen Verbände konnten die Verbandspreise fast durchweg bis zum Ende des Jahres 1937 gehalten werden. Anfang des Jahres 1938 sahen sich jedoch die internationalen Verbände genötigt, in Anpassung an die allgemeine Marktlage Preiserabsetzungen zu beschließen. Durch das gemeinsame Vorgehen aller Gruppen gelang es, einen allgemeinen Preisverfall zu vermeiden.

An besonderen im Laufe des Berichtsjahres zustande gekommenen Vereinbarungen sind die Gründung der Internationalen Schrotteinkaufsgemeinschaft und das zwischen der polnischen und der deutschen Eisenindustrie getroffene neue Abkommen über die Einfuhr polnischer Walzwerkserzeugnisse nach Deutschland und die deutsche Schrotteinfuhr nach Polen zu erwähnen. Die IRMA hat als neues Mitglied seit Mitte des Jahres die italienische Gruppe aufzuweisen. Im Laufe des Jahres wurde von der Internationalen Rohstahlgemeinschaft eine Zentralstelle für Eisenpropaganda geschaffen, die eine Zusammenarbeit der einzelnen nationalen Beratungsstellen auf dem internationalen Gebiet der Stahlwerbung sicherstellen soll.

Im Inland nahm der Eisenbedarf weiter zu. Wenn auch die Erzeugung der Nachfrage folgte, so erschien doch eine zentrale Verteilung des Eisens, die seit Anfang 1937 besteht, notwendig, um dadurch die Befriedigung des dringenden Bedarfs sicherzustellen. Zwecks Steigerung der hierfür erforderlichen Rohstahlerzeugung schritt man zu einer erhöhten Förderung heimischer

Erze und vor allem zur Erschließung eisenarmer Erze. Die Gründung der Hermann-Göring-Werke ist der sichtbare Ausdruck des staatlichen Willens, Bedarf und Erzeugung in Einklang zu bringen und dem deutschen Volke eine vom Ausland möglichst unabhängige Eisenversorgung zu schaffen. Zur Erreichung des gleichen Zieles wirkt auch die Privatwirtschaft durch weiteren Ausbau ihrer Anlagen tatkräftig mit. Der im März 1938 vollzogene Anschluß Oesterreichs an das Reich bedeutet für die deutsche Eisenindustrie eine weitere Stärkung ihrer Erzgrundlage. Die Einbeziehung der österreichischen Werke stellt auch den Stahlwerks-Verband vor neue Aufgaben.

Ueber die einzelnen Verbandserzeugnisse ist folgendes zu berichten:

A-Produkte-Verband.

Halbzeug. Die Lieferungen an die reinen Walzwerke hielten sich auf der Höhe des vorjährigen Absatzes, während die Anforderungen der Preß- und Hammerwerke eine weitere Zunahme aufwiesen. Besonders rege war das Geschäft in Sonderhalbzeug. Die Nachfrage aus dem Ausland war bis Mitte 1937 lebhaft bei anziehenden Preisen, während sie im Laufe des zweiten Halbjahres erheblich zurückging. Der Gesamtversand an Halbzeug betrug im Berichtsjahre 1 190 230 t Fertiggewicht gegen 1 160 748 t im Vorjahre, das sind 29 482 t mehr. Nach dem Inland wurden 1 073 490 t (i. V. 965 391 t), nach dem Ausland 116 740 t (i. V. 195 357 t) abgesetzt.

Eisenbahn-Oberbaustoffe. Der Gesamtversand von leichtem und schwerem Oberbau ist im Jahre 1937 gegenüber 1936 um 68 207 t = 7,49 % gefallen. Während sich die Lieferungen von schwerem Oberbau einschließlich Rillenschienen im Inland gegenüber 1936 auf annähernd gleicher Höhe gehalten haben — auch die Bezüge des Reichsbahn-Zentralamtes sind die gleichen geblieben —, ist der leichte Rückgang auf den Minderversand von leichtem Oberbau (für Bergbau und Feldbahnen) zurückzuführen. Nur der Auslandsabsatz von schwerem Oberbau bewegte sich in aufsteigender Linie; er würde noch mehr zugenommen haben, wenn nicht durch die Wirren in Ostasien größere Mengen hätten zurückgestellt werden müssen. Anders war die Lage bei leichtem Oberbau, wo im letzten Vierteljahr bei fallenden Preisen der Auftragseingang zu wünschen übrig ließ. Der Gesamtversand an Oberbaustoffen stellte sich im Jahre 1937 auf 879 916 t Fertiggewicht (i. V. 948 123 t), davon entfallen auf das Inland 684 114 t (i. V. 696 922 t) und auf das Ausland 195 802 t (i. V. 251 201 t).

Formstahl. Da durch den großen Inlandbedarf in anderen Walzwerkserzeugnissen Sparsamkeit bei der Verwendung von Baustahl geboten war, ging der Formstahl-Absatz gegenüber dem Vorjahre zurück. Das Auslandsgeschäft war bis Jahresmitte gut, ließ aber im weiteren Verlauf des Jahres infolge der schlechten Gesamtlage des Weltmarktes nach. Der Gesamtabsatz nach dem Auslande erreichte die Liefermenge des Vorjahres. Insgesamt wurden an Formstahl 1 002 780 t Fertiggewicht (i. V. 1 180 751 t) versandt, das sind 177 971 t weniger. Auf das Inland entfielen 862 099 t (i. V. 1 037 478 t), auf das Ausland 140 681 t (i. V. 143 273 t).

Stabeisen-Verband.

Der Inlandbedarf stieg fortlaufend und erreichte im Dezember des Jahres 1937 das bisher größte Ausmaß. Die mittelbare Ausfuhr, für die ebenfalls große Nachfrage bestand, wurde vorzugsweise beliefert. Die allgemeine Belebung auf dem Weltmarkt führte Mai/Juni 1937 auch zu steigenden Ausfuhrzahlen. Von Mitte 1937 ab ließ die Nachfrage der Auslandskundschaft entsprechend der allgemeinen Entwicklung nach. Der Gesamtversand an Stabstahl betrug 4 233 649 t Fertiggewicht gegen 3 875 887 t im Vorjahre. Hiervon entfallen auf das Inland 3 574 687 t (i. V. 3 341 991 t) und auf das Ausland 658 962 t (i. V. 533 896 t).

Bandeisenvereinigung.

Der Inlandbedarf war auch im Berichtsjahre außerordentlich groß. In den ersten Monaten konnte sogar dringender Bedarf teilweise nicht gedeckt werden, weil die erforderlichen Halbzeugmengen nicht zur Verfügung standen. Der Inlandsabsatz in Bandstahl erfuhr gegenüber 1936 eine Steigerung von 73 094 t. Der Auslandsabsatz konnte gegenüber dem Vorjahre erheblich verbessert werden; er stieg um 10 408 t, was einer Erhöhung von 15,55 % entspricht. Die rege Nachfrage auf dem Weltmarkt löste ein starkes Anziehen der Preise aus. Der Grundpreis erreichte seine Spitze im Mai des Jahres mit Gold-£ 6.10.0 fob und konnte das ganze Jahr hindurch gehalten werden. Die sich Ende des Jahres auf dem Weltmarkt zeigende allgemeine Unsicherheit kam in einem bedeutenden Rückgang des Auftragseinganges zum Ausdruck. Der gesamte Auftragseingang beim Internationalen Bandeisen- und Röhrenstreifen-Verband betrug im Dezember des Jahres nur rd. 6000 t, gegenüber einem Monatsdurchschnitt von

20 000 bis 30 000 t in den Vormonaten. Im Berichtsjahre betrug der Gesamtversand an Bandstahl 814 712 t Fertiggewicht (i. V. 731 210 t). Hiervon entfallen auf das Inland 737 368 t (i. V. 664 274 t), auf das Ausland 77 344 t (i. V. 66 936 t).

Grobblech-Verband.

Die Gesamterzeugung an Grobblechen wurde infolge der großen Anforderungen, besonders für den inländischen Maschinen- und Kesselbau sowie für den Schiffbau, wesentlich erhöht. In den letzten Monaten des Jahres war die Erzeugung größer als je zuvor.

Der Auslandabsatz war in der ersten Hälfte des Jahres sehr beträchtlich. Besonders groß war der Auftragsingang in Schiffsblechen. Gegen Ende des Jahres setzte ein scharfer Wettbewerb durch Amerika ein. Außerdem machte sich der Wettbewerb des schwedischen Walzwerkes Domnarfvät — besonders in Blechen — stark bemerkbar. Der Auslandabsatz war gegen das Vorjahr größer. Der Gesamtversand an Grobblechen betrug 1 387 517 t gegen 1 229 446 t im Vorjahre, das sind 158 071 t mehr. Davon entfallen auf das Inland 1 194 742 t (i. V. 1 064 553 t), auf das Ausland 192 775 t (i. V. 164 893 t).

Mittelblech-Verband.

Ähnlich wie bei Grobblechen waren die Verhältnisse bei Mittelblechen. Auch hier folgte auf dem Auslandsmarkt der Steigerung im ersten Halbjahr eine Flaute gegen Ende des Jahres. Der Gesamtversand an Mittelblechen stellte sich auf 257 912 t Fertiggewicht (i. V. 239 277 t). Davon wurden nach dem Inland 235 783 t (i. V. 223 132 t), nach dem Ausland 22 129 t (i. V. 16 145 t) abgesetzt.

Universaleisen-Verband.

Auf dem Inlandmarkt war eine Nachfrage nach Universalstahl in einem außergewöhnlich großen Umfange festzustellen. Die

Werke waren bis an die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit beschäftigt. In der Ausfuhr konnte dagegen die Vorjahrsmenge nicht erreicht werden. Der Gesamtversand an Universalstahl im Berichtsjahre betrug 292 025 t Fertiggewicht gegenüber 296 157 t im Vorjahre. Hiervon entfallen auf das Inland 270 895 t (i. V. 268 525 t), auf das Ausland 21 130 t (i. V. 27 632 t).

Feinblech-Verband.

Der Inlandmarkt erfuhr im Berichtsjahre eine weitere kräftige Belebung. Bei dem ständig ansteigenden Bedarf, namentlich der Blech verarbeitenden, der Kraftwagen- und Elektro-Industrie, war es oft schwierig, allen Anforderungen gerecht zu werden. Die Beschäftigung stieg, abgesehen von einer Abschwächung im Mai, fast geradlinig und erreichte im Dezember 1937 den höchsten Stand mit 106,5 % der Inlandsbeteiligung. Das Ausfuhrgeschäft nahm im Anfang des Berichtsjahres eine günstige Entwicklung, erfuhr aber in den letzten Monaten eine recht fühlbare Abschwächung. Der Gesamtversand an Feinblechen stellte sich im Berichtsjahr auf 1 242 683 t Fertiggewicht (i. V. 1 242 559 t). Der Inlandversand betrug 1 117 227 t Fertiggewicht und überstieg den Versand des Vorjahres (1 048 798 t) um 68 429 t. Dagegen ging der Auslandversand auf 125 456 t (i. V. 193 761 t — berichtigte Zahl —) zurück.

Verzinkerei-Verband.

Die Anforderungen an verzinkten und verbleiten Falzblechen stiegen im Berichtsjahre weiter erheblich an. Der Bedarf konnte jedoch wegen des Mangels in den Vorerzeugnissen bei weitem nicht gedeckt werden. Der Inlandversand in verzinkten und verbleiten Erzeugnissen blieb im Jahre 1937 gegenüber dem Vorjahre um 1,5 % zurück und betrug 118 736 t Fertiggewicht. Das Auslandgeschäft wird vom Verzinkerei-Verband nicht erfaßt.

Buchbesprechungen.

Tabellen der Reagenzien für anorganische Analyse. Erster Bericht der „Internationalen Kommission für neue analytische Reaktionen und Reagenzien“ der „Union internationale de Chimie“. (Titel an erster Stelle in englischer, an dritter Stelle in französischer Sprache.) Zusammengestellt von C. J. van Nieuwenburg-Delft, Président, W. Böttcher-Leipzig, Mitgl., F. Feigl-Wien, Mitgl., A. S. Komarovsky-Odessa, Mitgl., N. Strafford-Manchester, Mitgl. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 1938. (XXIV, 409 S.) 8°. 34 *R.M.*, geb. 36 *R.M.*

Die Internationale Kommission für neue analytische Reaktionen und Reagenzien, die aus den auf dem Titelblatt des vorliegenden Buches genannten fünf Mitgliedern besteht, hat sich die Aufgabe gestellt, über die aufgefundenen neuen Reaktionen in geeigneten Zwischenräumen kritische Berichte urkundlichen Gepräges herauszugeben. Das vorliegende Buch enthält den ersten Bericht dieser Kommission in englischer, deutscher und französischer Sprache.

Die qualitative Analyse ist in den letzten 10 bis 15 Jahren um eine sehr große Anzahl von neuen Reagenzien bereichert worden. Die umfangreiche Zusammenstellung bietet dem Fachmann einen guten Ueberblick über die Brauchbarkeit dieser neuen Reagenzien. Allbekannte Gruppenreagenzien sind, von einigen Ausnahmefällen abgesehen, nicht in Betracht gezogen, ebenso fehlen die spektroskopischen Verfahren, Flammenfärbungen und Anreicherungsverfahren. Die Reagenzien, geordnet nach Kationen und Anionen, sind nach der Reaktionsart eingestuft. Weiterhin sind die Art der Ausführung und die in Frage kommenden Erscheinungen sowie die Empfindlichkeit, ausgedrückt als Erfassungsgrenze nach Feigl, und etwa auftretende Störungen der Reaktion aufgeführt. Hierfür sind Symbole und Abkürzungen eingeführt, wodurch die Handhabung des Buches anfänglich wohl etwas erschwert wird. Das Werk ist der subjektive Bericht der einzelnen Bearbeiter der verschiedenen Teile, was aber durchaus keinen Fehler darstellt. Das Buch kann jedem analytisch arbeitenden Chemiker empfohlen werden.

Paul Klinger.

Bayer, Fritz, Dr., Lautawerk (Laus.): Gasanalyse. Neuere Methoden der Arbeitspraxis unter Berücksichtigung der physiologischen Wirkungen der Gase. Mit 41 Abb. Stuttgart: Ferdinand Enke 1938. (IX, 175 S.) 8°. 15 *R.M.*, geb. 16,60 *R.M.* (Die chemische Analyse. Hrsg. von Wilhelm Böttger. Bd. 39.)

Wie der Verfasser im Vorwort betont, stellt das Buch nur einen Querschnitt durch die neueren Arbeitsweisen der Gasanalyse mit einer kritischen Auswahl dar. Die klassische Gasanalyse bleibt unberücksichtigt, und so bietet das Buch dem geschulten Gasfachmann manchen Hinweis auf Apparate und Ver-

fahren, die im sonstigen Schrifttum nicht so bequem zusammengestellt zu finden sind. Allerdings scheint bei der Auswahl der angeführten Apparate und Verfahren die subjektive Einstellung des Verfassers zu den einzelnen Verfahren bestimmend gewesen zu sein.

Der Abschnitt Gase in Metallen ist zu kurz behandelt, die neuesten Verfahren und Apparate, die auch für den Nichtfachmann allgemein Bedeutung haben dürften, sind nicht berücksichtigt. Begrüßenswert ist für jeden Gasfachmann und Chemiker die Behandlung der physiologischen Wirkung der Gase, die zum größten Teil dem Buch von Flury und Zernik¹⁾ entnommen ist. Auch der Abschnitt Gasschutz und chemische Kampfstoffe mit Untersuchungsverfahren der chemischen Kampfstoffe ist für jeden Chemiker ein brauchbares Hilfsmittel.

Das Buch an sich läßt eine gewisse Systematik im Aufbau vermissen; es wäre auch wünschenswert, wenn bei einer Neuaufgabe die stellenweise ungewöhnliche und unverständliche Ausdrucksweise beseitigt würde. Nur einige Beispiele hierzu: So wird u. a. von der Verbrennung des Sauerstoffs gesprochen, worunter Verbrennung mit Sauerstoff zu verstehen ist, ebenso wird der Sauerstoff durch Wasserstoff verbrannt. Bezeichnungen wie Gelbgasgruppe und Gelbkreuzgas sind abzulehnen, es gibt nur Gelbkreuzkampfstoffe. Kohlenoxyd ist kein Kampfstoff und auch nie als solcher verwendet worden.

Hubert Kempf.

Spowers Jr., William H., President, Spowers Research Laboratories, Inc.: Hot-dip galvanizing practice. (Mit 1 Titelbilde, 44 Textabb. u. 8 Tafelbeil.) London (S. W. 1, Caxton House): The Penton Publishing Co. 1938. (XI, 189 S.) 8°. Geb. sh 17/6 d.

Im ersten Teil des Buches greift der Verfasser einige wichtige Fragen aus der Feuerverzinkungspraxis heraus und nimmt zu ihnen, z. T. an Hand von teilweise guten Abbildungen, auf Grund seiner Erfahrungen Stellung, allerdings ohne die Gebiete erschöpfend zu behandeln. Nach einer nichts wesentlich Neues bietenden Behandlung der Art der Schutzwirkung der Feuerverzinkung weist er auf die Möglichkeit der Hartzinkverminderung hin und beschreibt dann einige bekannte Beheizungsarten. In den folgenden Abschnitten werden die Feuerverzinkung von Draht (Stark- und Schwachverzinkung), Blechen, Rohren, Muffen usw. gestreift. Der Verfasser befaßt sich dann mit Kesselbauarten und erwähnt hierbei, daß es gelungen ist, durch Auftragen eines Borosilikates auf die Innenseite des Kessels einen wirksamen Schutz gegen den Angriff durch Zink zu erreichen. Angaben über die hierbei erreichte Kesselhaltbarkeit werden

¹⁾ Flury, Ferd., und Frz. Zernik: Schädliche Gase, Dämpfe, Nebel, Rauch- und Staubarten. Berlin: Julius Springer 1931.

nicht gemacht, da die Kessel anscheinend erst kürzlich in Betrieb gekommen sind. Bei der Behandlung der Frage der Oxydbildung und der Möglichkeit, diese herabzusetzen, wird der Vorteil von Abdeckmassen geschildert, die gleichzeitig die Strahlungsverluste herabsetzen. Sehr ausführlich beschäftigt sich der Verfasser mit den verschiedenen Flußmitteln und zeigt den Vorteil der Zink-Ammoniumchlorid-Doppelsalze. Zum Schlusse behandelt er die Temperaturüberwachung, besonders durch Thermolemente.

Im zweiten Teil findet sich ein Schriftumsnachweis über

die Feuerverzinkung, die einen Auszug aus dem Verzeichnis darstellt, das die technische Abteilung der Carnegie-Bibliothek in Pittsburgh 1936 zusammengestellt hat.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß das vorliegende Buch, besonders durch gute Abbildungen, einen Einblick in die Innenausstattung amerikanischer Verzinkereien gestattet. Das Wesentliche des Inhaltes deckt sich mit dem, was der Verfasser bereits in amerikanischen Fachzeitschriften veröffentlicht hatte.

Rolf Haarmann.

Vereins-Nachrichten.

Verein Deutscher Eisenhüttenleute.

Korrosionstagung 1938.

Die Arbeitsgemeinschaft auf dem Gebiete der Korrosion und des Korrosionsschutzes im NSBDT. veranstaltet am 15. November 1938 in Berlin, im Großen Hörsaal des Langenbeck-Virchow-Hauses, Luisenstr. 58/59, die Korrosionstagung 1938, die das Gebiet der Korrosion an Regel-, Meß- und Absperrorganen behandeln wird. Anmeldungen sind zu richten an den Deutschen Verein von Gas- und Wasserfachmännern, e. V., Berlin W 30, Geisbergstr. 3/4, der auch über Einzelheiten Auskunft erteilt.

Änderungen in der Mitgliederliste.

- Bauer, Alfred*, Dipl.-Ing., Brasov (Rumänien), Str. Avram Jancu 120. 35 028
Becker, Erich, Dr.-Ing., Poldihütte, Komotau (Sudetengau). 20 007
Behnenburg, Carl, Dipl.-Ing., Walzwerkschef, Eisenwerk-Gesellschaft Maximilianshütte, Sulzbach-Rosenberg (Hütte); Wohnung: Lodohof 7. 33 009
Brill, Hermann, Dr.-Ing., Betriebsdirektor, Norddeutsche Affinerie, Hamburg; Wohnung: Hamburg-Großflottbek, Bogenstraße 22. 25 013
Gilles, Herbert, Dr. jur., Syndikatsdirektor, Hüttenzement-Verband G. m. b. H., Düsseldorf 1, Wagnerstr. 50; Wohnung: Düsseldorf 10, Richthofenstr. 34. 37 123
Griessmann, Arno, Dr.-Ing., Dr.-Ing. E. h., Rabhof-Breitenlohe (Post Breitbrunn/Chiemsee). 18 031
Grix, Otto, Berlin-Charlottenburg 9, Frankenallee 7—9. 37 133
Hackländer, Rolf, cand. rer. met., Köln-Lindenthal, Rautenstrauchstr. 71. 38 054
Heller, Paul A., Dr.-Ing., Fried. Krupp A.-G., Essen; Wohnung: Billrothstr. 34. 33 163
Illing, Wilhelm, Dipl.-Ing., Rheinmetall-Borsig A.-G., Werk Borsig, Berlin-Tegel; Wohnung: Berlin-Charlottenburg 9, Karolingerplatz 3. 38 309
Jung, Eberhard, Dr.-Ing., Stahlwerke Röchling-Buderus A.-G., Wetzlar; Wohnung: Brückenborn 3. 28 077
Kallen, Hans, Oberingenieur, Abt.-Direktor, Fried. Krupp A.-G., Essen; Wohnung: Essen-Stadtwald, Sundernholz 79. 30 073
Kast, Karl, Inh. der Fa. A. Blezinger & K. Kast, Hann.-Münden, Am Queenenberg 7. 02 056
Kutsche, Eberhard, Dipl.-Ing., Bergische Stahlindustrie, Büro Berlin, Berlin W 9, Potsdamer Platz 1; Wohnung: Berlin-Wilmersdorf, Südwestkorso 59 I. 28 207
Lammine, Theodor, i. Fa. Th. Lammine, Köln-Mülheim, Düsseldorf Str. 41. 11 029
Lindebner, Manfred, Dipl.-Ing., Röchling'sche Eisen- u. Stahlwerke G. m. b. H., Völklingen (Saar); Wohnung: Kreuzbergstraße 1. 38 103
Mikulla, Hans-Joachim, Dipl.-Ing., Assistent am Institut für Metallurgie u. Metallkunde der Techn. Hochschule, München. 36 289
Naumann, Erich, cand. rer. met., Clausthal-Zellerfeld 1, Zellbach 84. 36 062
Nerreter, Andreas, Dr.-Ing., Direktor, Schering A.-G., Abt. Bergbau, Berlin NW 40, Hindersinstr. 9; Wohnung: Berlin-Dahlem, Habelschwerdter Allee 28. 20 138
Peter, Walter, Dr. rer. nat., Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung, Düsseldorf 1, August-Thyssen-Str. 1; Wohnung: Paulusstr. 4 I. 38 134
Petz, Max, Dipl.-Ing., Betriebsassistent, Schoeller-Bleckmann Stahlwerke A.-G., Ternitz (Niederdonau); Wohnung: Neufeldt-gasse 50. 37 328
Philippi, Karl, Direktor, H. A. Brassert & Co., Hütte Braunschweig, Reichswerke A.-G. „Hermann Göring“; Wohnung: Wolfenbüttel, Kleine Breite 24 a. 36 325
Picard, Rudolf, Dipl.-Ing., Betriebsleiter, Ruhrstahl A.-G., Stahlwerk Krieger, Düsseldorf-Oberkassel; Wohnung: Düsseldorf Str. 89. 23 194

- Reisch, Hermann*, Dr.-Ing., Veitscher Magnesitwerke A.-G., Wien 1, Schwarzenbergplatz 18; Wohnung: Wien 19, Am Dreimarkstein 12. 37 349
Schmidt, Kurt, Dipl.-Ing., Klöckner-Werke A.-G., Werk Osnabrück, Georgsmarienhütte (Kr. Osnabrück); Wohnung: Gesellschaftshaus. 35 475
Weber, Wilhelm, Ing., Hochofenbetriebsleiter, Österreichisch-Alpine Montangesellschaft, Eisenerz (Steiermark); Wohnung: Hiefauerstr. 21 153

Neue Mitglieder.

A. Ordentliche Mitglieder:

- Dannöhl, Walter*, Dr. phil., Leiter der Versuchsanstalt u. Stahlkontrolle, Hochfrequenz-Tiegelstahl G. m. b. H., Bochum; Wohnung: Dirschauer Str. 14. 38 349
Gobbers, Emil, Direktor, Mannesmannröhren-Werke, Hauptverwaltung, Düsseldorf 1; Wohnung: Düsseldorf-Rath, Reichswaldallee 7. 38 350
Haschke, Carl, Rechtsanwalt, Geschäftsführer der Fachgruppe Edelstahl, Geschäftsstelle Berlin, Berlin-Charlottenburg 2, Hardenbergstr. 3; Wohnung: Berlin W 15, Düsseldorf Str. 32. 38 351
Hautermann, Peter, Betriebsleiter, Gutehoffnungshütte Oberhausen A.-G., Abt. Düsseldorf (vorm. Haniel & Lueg), Düsseldorf-Grafenberg; Wohnung: Grafenberger Allee 290. 38 352
Heise, Paul, Oberingenieur, Mannesmannröhren-Werke, Abt. Heinrich-Bierwes-Hütte, Duisburg-Huckingen; Wohnung: Duisburg, Lerchenstr. 10. 38 353
Hortscht, Otto, Direktor, Deutsche Röhrenwerke A.-G., Hauptverwaltung, Düsseldorf 1; Wohnung: Düsseldorf-Grafenberg, Burgmüllerstr. 42. 38 368
Jürgensmeyer, Wilhelm, Dipl.-Ing., Direktor, Vereinigte Kugellagerfabriken A.-G., Schweinfurt; Wohnung: Bad Kissingen, Adolf-Hitler-Str. 43. 38 354
Landers, Hans, Betriebsführer, Corrix G. m. b. H., Metallfabrik, Essen; Wohnung: Essen-Rellinghausen, Eginhardhöhe 10. 38 355
Ledeber, Wigbert Freiherr v., Dipl.-Ing., Allgemeine Elektrizitäts-Gesellschaft, Saarbrücken; Wohnung: Rotenbühler Weg 50. 38 356
Löser, Ewald, Dr. jur., Mitglied des Direktoriums der Fried. Krupp A.-G., Essen; Wohnung: Essen-Bredeneu, Frankenstr. 379. 38 357
Lwowski, Victor, Dipl.-Ing., I.-G. Farbenindustrie A.-G., Leverkusen; Wohnung: Köln-Mülheim, Rhodiusstr. 1. 38 358
Meyer, Fritz W., Dr.-Ing., Direktor, Gebr. Sulzer A.-G., Winterthur (Schweiz). 38 359
Middel, Walther, Dr. phil., Chemiker, Mannesmannröhren-Werke, Abt. Heinrich-Bierwes-Hütte, Duisburg-Huckingen; Wohnung: Düsseldorf-Kaiserswerth, St. Suitbert Nr. 8. 38 360
Muthmann, Gustav W., Geschäftsführer, Schmiedestück-Vereinigung G. m. b. H., Essen; Wohnung: Dreilindenstr. 92. 38 361
Nase, Rudolf, Dipl.-Ing., Buderus'sche Eisenwerke, Wetzlar; Wohnung: Bannstr. 42. 38 362
Noleppa, Bruno, Konstrukteur, Vereinigte Oberschles. Hüttenwerke A.-G., Hauptverwaltung, Gleiwitz; Wohnung: Gustav-Freytag-Allee 7. 38 363
Popp, Walter, Ingenieur, Röchling'sche Eisen- u. Stahlwerke G. m. b. H., Völklingen (Saar); Wohnung: Freiligrathstr. 18. 38 364
Rademacher, Hans C., Dr. rer. pol., Abt.-Direktor, Fried. Krupp A.-G., Essen; Wohnung: Essen-Stadtwald, Ahornstr. 41. 38 365
Wolff, Richard, Elektro-Ingenieur, Schloemann A.-G., Düsseldorf 1; Wohnung: Richardstr. 136. 38 366

B. Außerordentliche Mitglieder.

- Schirmer, Georg*, Studierender des Maschinenbaues, Düsseldorf-Grafenberg, Simrockstr. 46. 38 367