

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein deutscher Eisenhüttenleute

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

unter verantwortlicher Mitarbeit von Dr. J. W. Reichert und Dr. M. Schlenker für den wirtschaftlichen Teil

HEFT 38

20. SEPTEMBER 1928

48. JAHRGANG

Die Entwicklung der deutschen Oberbauformen seit 1900.

Von Dr.-Ing. Rudolf Vogel in Berlin.

(Oberbau der früheren Staatseisenbahnen: Schienen, Schwellen, Stoßformen, Schienenbefestigung. Eingeführte Oberbauarten der Reichsbahn: Schienenformen, Reichsoberbau B auf Eisenschwellen, Reichsoberbau K auf Holzschwellen. Versuchsoberrbauarten der Reichsbahn: Reichsoberbau O, Reichsoberbau K auf Eisenschwellen, Oberbau mit Scheibeschen Hohlschwellen, Eisenschwellenoberbau mit Federklemmplatten. Sonstige Versuche.)

Oberbau der früheren Staatseisenbahnen.

Um die Jahrhundertwende haben alle Verwaltungen der deutschen Staatsbahnen, den steigenden Anforderungen des Betriebes folgend, den Oberbau ihrer Hauptgleise wesentlich verstärkt.

Schienen. Die Schienenprofile, die vordem Metergewichte von 33 bis 36 kg und Widerstandsmomente von 147 bis 157 cm³ aufwiesen und für Raddrücke bis zu 7 t genühten, wurden für Raddrücke von 8 bis 9 t verstärkt.

Preußen-Hessen führte das Profil 8 mit 41 kg/m Gewicht und 193 cm³ Widerstandsmoment für mittlere Belastung (Abb. 1) und später das Profil 15 mit 45 kg/m Gewicht und 217 cm³ Widerstandsmoment für schwere Belastung (Abb. 2) ein. In Weichen wurde nur Profil 8 verwendet.

Baden wählte das von Geh. Oberbaurat A. Baumann entworfene 140 mm hohe Schienenprofil mit 43,8 kg/m Gewicht und 202 cm³ Widerstandsmoment (Abb. 3). Hiermit wurden bereits im Jahre 1891 Versuche gemacht, deren günstige Ergebnisse die Einführung des gleichen Profils in Bayern (Form X) und in Württemberg (Form E) veranlaßten. Auch Preußen-Hessen hat eine Anzahl von Strecken mit diesen Schienen ausgerüstet (Form 17). Das süddeutsche schwere Schienenprofil unterscheidet sich von den preußischen Profilen namentlich durch seine größere Fußbreite und die sich daraus ergebende breitere Auflagerfläche und höhere Standsicherheit.

Das schwerste Profil wählte Sachsen, dessen Form VI (Abb. 4) ein Gewicht von 46,3 kg/m und ein Widerstandsmoment von 230 cm³ besitzt.

Schwellen. Seit etwa fünfzig Jahren beschäftigt die Oberbaufachleute und die Wirtschaftszweige die Frage „Holz- oder Eisenschwellen?“ so lebhaft, daß der Meinungs-austausch bisweilen die Form des Kampfes annahm. Eine Klärung ist aber bis heute noch nicht erfolgt, was aus vielerlei Gründen begreiflich erscheint. Das Preisverhältnis von Holz, einschließlich der Tränkung nach verschiedenartigen Verfahren, zu Eisen war im Laufe der Jahre starken Schwankungen unterworfen, weshalb die größere Wirtschaftlichkeit bald auf der einen, bald auf der anderen Seite zu finden war. Es kam hinzu, daß die Art der Befestigungsmittel und Unterlagen, die Ausbildung der Profile, die Schwellenlängen usw., die die Beschaffungskosten sehr beeinflussen, allerorts verschieden waren und daß die Frachtkosten sich für jeden

Bezirk anders auswirkten. Bei den meisten Staatsbahnen übte auch die Rücksichtnahme auf bestimmte Wirtschaftszweige ihres Landes und die in der geschichtlichen Entwicklung begründete Einstellung ihren Einfluß auf die Wahl der Schwellenart aus. Schließlich erschwerten die beim Oberbau erforderlichen langjährigen Erprobungen die Urteilsbildung. So ist zu erklären, daß Sachsen fast ausschließlich Holzschwellen, Bayern etwa 80 % Holz- und 20 % Eisenschwellen, Württemberg etwa 70 % Holz- und 30 % Eisenschwellen, Preußen etwa 55 % Holz- und 45 % Eisenschwellen und Baden fast nur Eisenschwellen verwendeten. Die ersten Versuche mit Eisenschwellen sind bei einigen westlichen Eisenbahnen, die später zur preußisch-

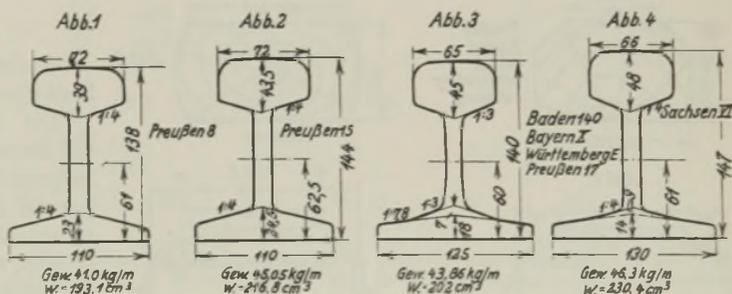


Abbildung 1 bis 4. Schienenprofile in den einzelnen Staaten.

hessischen Staatsbahn übergangen, vorgenommen worden. Sehr bald nahm auch Baden die Versuche auf. Die Druckschrift des verdienstvollen Baurats a. D. E. Lang: „Die Entwicklung des Gleisoberbaues der badischen Staatseisenbahnen“¹⁾, deren Durcharbeit jedem Oberbaufachmann wärmstens zu empfehlen ist, schildert anschaulich die ersten Versuchsergebnisse mit eisernen Langschwellen und die Gründe zum Uebergang auf eiserne Querschwellen in den achtziger Jahren. Seit 1900 ist das gesamte badische Gleisnetz, abgesehen von Tunnels, feuchten Einschnitten und einigen Versuchsstrecken auf Holz, mit Eisenschwellen ausgerüstet. Daß die laufende Wirtschaftlichkeitsprüfung — teils im Gegensatz zu anderen Bezirken — stets zugunsten der Eisenschwelle ausfiel, mag auf die vorteilhafte Gestaltung des badischen Eisenschwellen-Oberbaues zurückzuführen sein. In Baden ist von vornherein auf eiserne Unterlagsplatten zwischen Schienen und Eisenschwellen verzichtet

¹⁾ Karlsruhe: C. F. Müllersche Hofbuchhandlung 1920.

worden; die Roth- und Schülersche Schienenbefestigung erwies sich allen anderen seitherigen Befestigungsmitteln überlegen; das Schwellenprofil hat eine Höhe von 100 mm.

Die Abb. 5 bis 12 zeigen die wichtigsten Holz- und Eisenschwellenprofile der ehemaligen Staatseisenbahnen für schwerstbelastete Gleise.

Stoßformen. Die ehemaligen Staatseisenbahnen haben die in Zahlentafel 1 angeführten Stoßformen verwendet.

In den Abb. 13 bis 15 werden als Beispiele ein Breitschwellenstoß, eine Stoßbrücke und ein schwebender Stoß gezeigt.

Von diesen Stoßformen ist der Breitschwellenstoß, obwohl er schwieriger zu stopfen ist als die anderen Stoßarten, als der brauchbarste erkannt und deshalb auch für den Reichsoberbau vorbildlich geworden.

Schienenbefestigung. Die Frage der Befestigung der Schienen auf den Schwellen ist stets sehr umstritten gewesen, weshalb auch die von den einzelnen Staatsbahnen eingeführten Bauarten starke Unterschiede aufweisen (s. Zahlentafel 2).

Bei sämtlichen Bauarten auf Holzschwellen hat sich die Verwendung der Schwellenschrauben gleichzeitig für Niederhaltung des Schienenfußes und für Befestigung der Platte auf der Schwelle als unzuweckmäßig erwiesen. Für den Reichsoberbau auf Holzschwellen ist daher grundsätzlich eine Trennung der Befestigungen Schiene—Platte und Platte—Schwelle

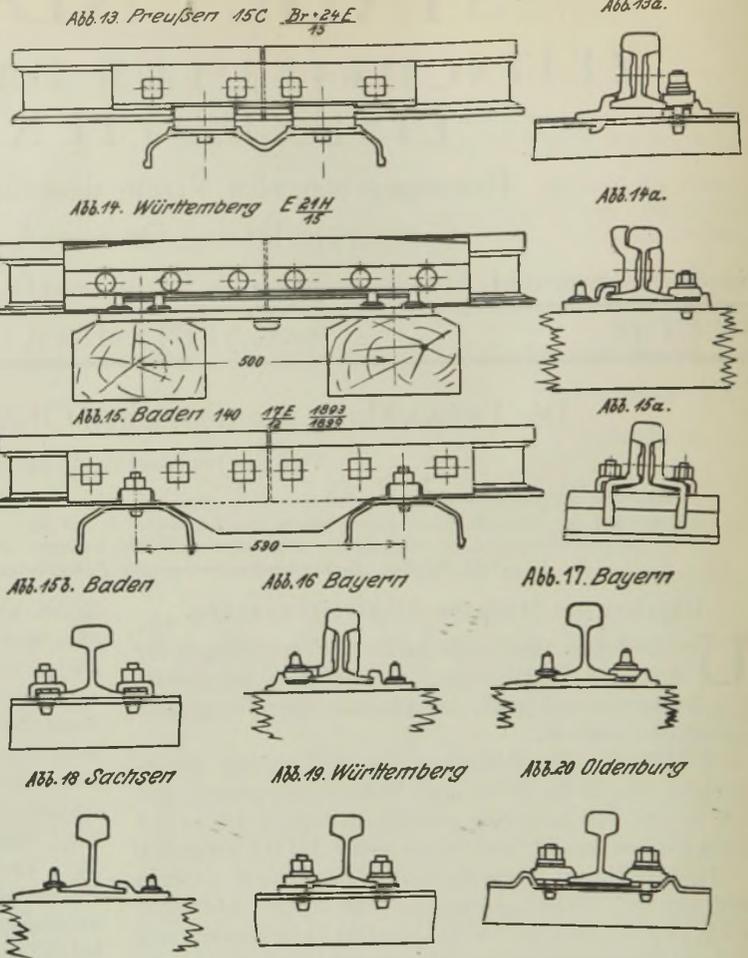


Abbildung 13 bis 20. Stoßformen und Schienenbefestigungen.

vorgesehen worden, was sich beim Oberbau der Niederländischen Eisenbahnen als vorteilhaft erwiesen hat.

Die Oberbauarten auf Eisenschwellen unterscheiden sich im wesentlichen darin, ob eiserne Unterlagsplatten mit Neigung 1 : 20 vorgesehen sind oder die Schienen unmittelbar auf den Schwellen ruhen, bzw. nur durch Weichholzwischenlagen von diesen getrennt sind. Es hat sich herausgestellt, daß durch lose sitzende, eiserne Zwischenlagen das Gefüge des ganzen Oberbaues schneller gelockert wird als bei unmittelbarem Auflager der Schiene auf der Schwellendecke. Namentlich hat der Hakenzapfenoberbau Enttäuschungen bereitet. Daß hier jede Schienenbefestigung nur eine Schraube benötigt, war bestechend und stark bestimmend für die Einführung. Leider lehrte die Erfahrung, daß die feste und nachstellbare Verspannung auch auf der Außenseite nicht zu entbehren ist. Ohne diese äußere Verspannung lockert sich das Gefüge nach einiger Liegezeit derart, daß beim Ueberrollen eines Zuges ein starkes klapperndes Geräusch hörbar wird. Beim Reichsoberbau wurde daher von eisernen Zwischenlagen, die nicht fest mit der Schwelle verbunden sind, Abstand genommen. Die Abb. 13 a, 14 a und 15 a bis 20 zeigen die wichtigsten Schienenbefestigungsarten der ehemaligen Staatsbahnen.

Eingeführte Oberbauarten der Reichsbahn.

Schienenform. Die Zusammenfassung der ehemaligen Staatseisenbahnen zur Deutschen Reichsbahn und die gesteigerten Anforderungen des Betriebes gaben Veranlassung zur Einführung einheitlicher Schienenformen.

Entsprechend der im Brückenbau üblichen Streckeneinteilung in N-, E-, G- und H-Strecken wurden drei Schienen-

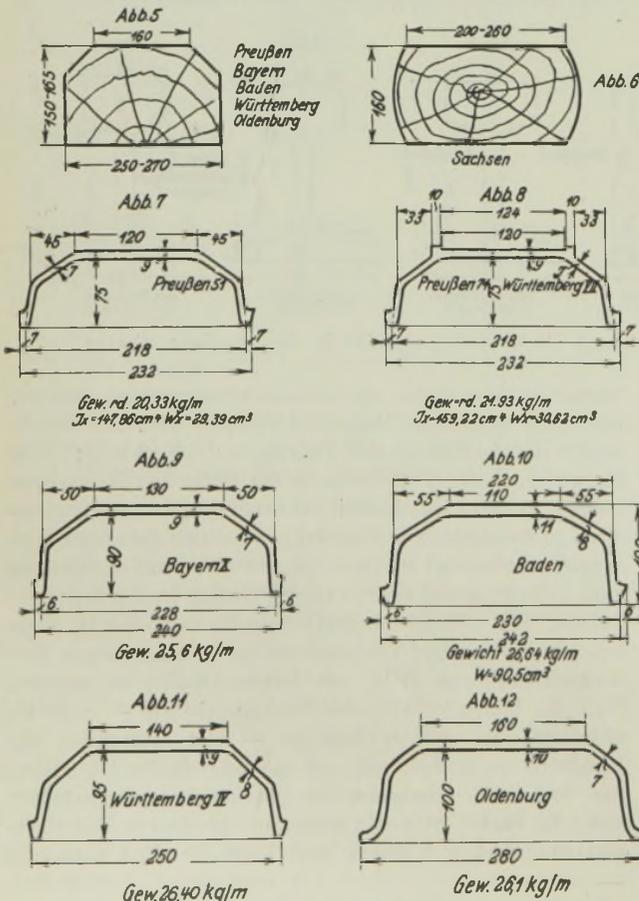


Abbildung 5 bis 12. Holz- und Eisenschwellenprofile der ehemaligen Staatseisenbahnen für schwerstbelastete Gleise.

Zahlentafel 1. Stoßformen¹⁾.

Staatsbahnverwaltung	Oberbauart	Stoßform	Laschenform	Anzahl der Laschenschrauben	Abstand der Stoßschwemmitten mm	Abbildung
Preußen-Hessen	8 ^b $\frac{24\ H}{15}$	Sch	Z	6	530	
	8 ^b $\frac{24\ E}{15}$	Sch	Z	6	530	
	15 ^c $\frac{Br + 24\ H}{15}$	Br	Fl	4	260	
	15 ^c $\frac{Br + 24\ E}{15}$	Br	Fl	4	235	13, 13 a
Bayern	X $\frac{17\ H}{12}$ 1899	Sch	Wa	6	500	
	X $\frac{17\ H}{12}$ 1908	St	W, Fl	6	420	
	X $\frac{17\ E}{12}$ 1899	Sch	W	6	340	
	X $\frac{17\ E}{12}$ 1909	Sch	W	6	340	
Sachsen	VI $\frac{19\ H}{15}$ 1892	Sch	Wa	6	540	
	VI $\frac{Br + 23\ H}{15}$ 1925	Br	Fl	4	260	
	VI $\frac{19\ E}{15}$	Sch	Wa	6	540	
	VI $\frac{Br + 18\ E}{15}$	Br	Wa	6	235	
Baden	140 $\frac{17\ H}{12}$ 1899 (Stuhlschienen- oberbau) 1906	Sch	Z	6	530	
	140 $\frac{17\ H}{12}$ 1920	Sch	Z	6	530	
	140 $\frac{17\ E}{12}$ 1893 1899	Sch	Z	6	530	15, 15 a
Württemberg	E $\frac{21\ H}{15}$ 1908	St	Fl, Wa	6	500	14, 14 a
	E $\frac{21\ E}{15}$ 1894 1904	Sch	Z	6	500	
	E $\frac{Br + 21\ E}{15}$ 1911	Br	Fl, Wa	6	235	

¹⁾ Es bedeuten: Br = Breitschwellenstoß, Sch = schwebender Stoß, St = Stoßbrücke, Z = Doppelwinkellaschen, W = Winkellaschen, Wa = Winkellaschen außen mit Auflauf, Fl = Flachlaschen.

Reichsoberbau B auf Eisenschwellen. Das gute Verhalten der badischen Schwellenformen, der badischen Schienenbefestigung (Bauart Roth und Schüler) und des Breitschwellenstoßes führten zum Entwurf des Reichsoberbaues B. Abb. 21 bis 24, der im Jahre 1922 zur Einführung gelangte und die Bezeichnung B 49 $\frac{Br + 22\ E}{15}$ erhielt.

Die Form der Mittelschwellen entspricht in bezug auf Höhe und auf Stärke der Wandungen der badischen Eisenschwelle; die Deckenbreite wurde aber um 20 mm auf 130 mm vergrößert. Die Breitschwelle ist der Mittelschwelle in Anlehnung an das Vorbild der Breitschwellen Preußen 66 angepaßt.

Das Schwellenloch (in Baden quadratisch 38 × 38 mm) wurde bei Reichsoberbau B rechteckig gewählt (41 × 45 mm), wodurch größere Stemmflächen zwischen dem Zapfen des Spurplättchens und der Schwellenlochwand (44 × 9,5 = 418 mm²) entstanden. Im Vergleich zu diesen Vorteilen tritt der Nachteil der größeren Zahl verschiedener Spurplättchen zurück. Die Hakenschrauben haben 22,3 mm Durchmesser (statt 19 mm in Baden); die Wandungen der Spurplättchenzapfen sind verstärkt. Von Federringen ist, wie beim badischen Oberbau, Abstand genommen worden. Es ist aber zu erwarten, daß bei weiterer ausgedehnter Verwendung dieses Oberbaues Spannmittel eingeführt werden.

Dreißigjährige Erfahrung mit dem badischen Oberbau berechtigt dazu, von dem Reichsoberbau B ein gutes Verhalten zu erwarten, namentlich wenn Spannmittel eingefügt sind.

Freilich ist nicht zu verkennen, daß der Reichsoberbau B doch noch Mängel aufweist. Die bedeutungsvollsten sind die Spielräume von Anfang an. Die unvermeidlichen Abweichungen von den Sollmaßen des Schienenfußes, der Spurplättchen und der Schwellenlöcher zwingen dazu, die Abstände der äußeren Lochwände mindestens 1 mm größer zu wählen, als die Regelabmessungen erfordern. Fallen diese nun wirklich normal oder gar zu klein aus, dann ist der Schiene schon in neuem Zustande die Möglichkeit zur seitlichen Bewegung um 1 bis 3 mm gegeben. Auf die Dauer kann der Druck der Hakenschrauben diese Bewegung nicht verhindern; die Folge ist ein stetig zunehmendes Einschleifen der Schwellendecken und Schienenunterflächen, weiterhin Vergrößerung der seitlichen Spielräume, Lockerung der Schrauben usw. Diese Spielräume von Anfang an sind die Ursache für den frühzeitigen Verschleiß aller bisherigen Oberbauarten. Wo durch Zufall (beispielsweise zu große Abmessungen) von Anfang an die Spielräume geschlossen

Zahlentafel 2. Oberbauarten.

Staatsbahnverwaltung	Oberbauart	Unterlagsplatten	Bauart und Zahl der Klemmplatten und Spurplättchen je Schienenbefestigung	Zahl der Schwellenschrauben	Zahl der Hakenschauben	Besondere Merkmale	Abbildung
Preußen-Hessen	$8^b \frac{24 H}{15}$	Hakenpl., Haken außen	1 Zapfenklemmplatte innen	3			
	$8^b \frac{24 E}{15}$	Hakenzapfenpl., Haken außen	1 Zapfenklemmplatte innen		1		
	$15^c \frac{Br + 24 H}{15}$	Hakenpl., Haken außen	1 Keilklemmpl. innen	3			ähnl. 14 a
	$15^c \frac{Br + 24 E}{15}$	Hakenzapfenpl., Haken außen	1 Keilklemmpl. innen		1		13 a
Bayern	X $\frac{17 H}{12}$ 1899	Hakenpl., Haken innen		3		XH 1899 Regel, später XH 1908 am Stoß (Brücke) und auf einigen Mittelschwellen	ähnl. 18
	X $\frac{17 H}{12}$ 1908	Hakenpl., Haken innen	1 Keilklemmpl. außen	3			16
	XH 1925 (f. Weichen)	Randspannplatte	2 Keilklemmpl. innen	4			17
	X $\frac{17 E}{12}$ 1899	Neigungsplatte	Heindl, 2 Klemmplatten, 2 Spurplatten		2		ähnl. 19
X $\frac{17 E}{12}$ 1909	Hakenzapfenpl., Haken außen		1 Keilklemmpl. innen		1		ähnl. 13 a
Sachsen	VI $\frac{19 H}{15}$ 1892	Hakenpl., Haken innen		3			18
	VI $\frac{Br + 23 H}{15}$, $\frac{Br + 18 H}{15}$ 1925	Hakenpl., Haken innen		3			18
	VI $\frac{19 E}{15}$		2 Keilklemmpl.		2	Versuchsoberbau, 10 km Länge, Schwellen mit ausgepreßten Querrippen	ähnl. 20
	VI $\frac{Br + 18 E}{15}$		2 Keilklemmpl.		2		
Baden	140 $\frac{17 H}{12}$ 1899 $\frac{17 H}{12}$ 1906	Gußstuhl mit Holzkeil		2 Eisen-nägeln, 2 Holz-nägeln		Vorbild englischer Oberbau	
	140 $\frac{21 H}{15}$, $\frac{17 H}{12}$ 1920	Offene Unterlagsplatte		3			
	140 $\frac{21 E}{15}$, $\frac{17 E}{12}$ 1893 $\frac{17 E}{12}$ 1899		Roth u. Schüler, 2 Klemmplatte, 2 Spurplatten		2	Neigung 1:20 in Schwellen. Nach längerer Liegedauer werden Weichholzzwischenlagen eingezogen	15 b
Württemberg	E $\frac{21 H}{15}$ u. $\frac{22 H}{15}$ 1908	Hakenpl., Haken außen	1 Keilklemmpl. innen	3			14 a
	E $\frac{21 E}{15}$ u. $\frac{22 E}{15}$ 1894 $\frac{22 E}{15}$ 1904	Neigungsplatte	Heindl, 2 Klemmplatte, 2 Spurplatten		2		19
	E $\frac{Br + 21 E}{15}$, $\frac{Br + 22 E}{15}$ 1911	Hakenzapfenpl., Haken außen		1 Keilklemmpl. innen		1	
Oldenburg (1 Beisp.)	D $\frac{Br + 22 E}{15}$		2 Keilklemmpl.		2	Neigung 1:20 und ausgepreßte Querrippen in der Schwelle. Anfängl. ohne, später mit Pappelholz- od. Buchenholzzwischenlagen	20

sind, da entsteht auch auf lange Zeit hinaus keine Bewegung. Die oft auffallenden Unterschiede in der Größe der sich entwickelnden seitlichen Spielräume und des Verschleißes der Schwellendecken in der gleichen Strecke sind sicherlich

auf den mehr oder weniger guten Paßsitz in neuem Zustande zurückzuführen.

Ein weiterer Mangel ist das gestanzte Schwellenloch. Trotz starker Ausrundung der Ecken sind Ribbildungen

Abb. 21. B 49 $\frac{Br+22E}{15}$

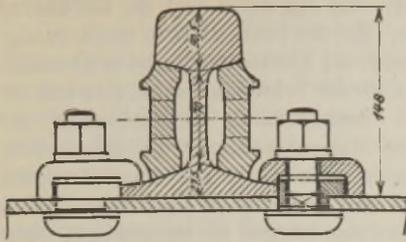


Abb. 22. Mittelschwelle S.W. 1a

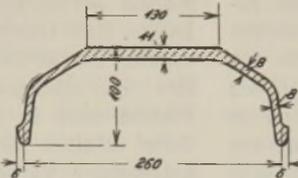


Abb. 23. B 49 $\frac{Br+22E}{15}$

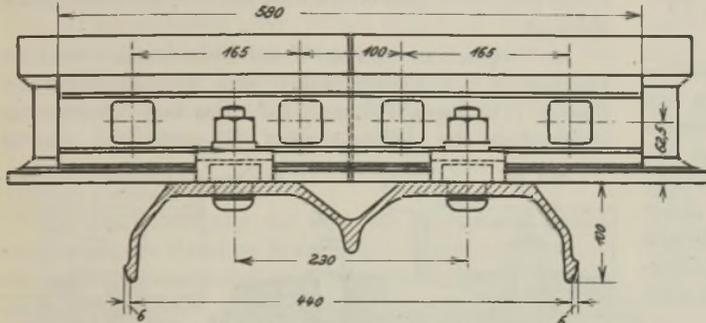


Abb. 24. Schwellenlochung S.W. 1a.

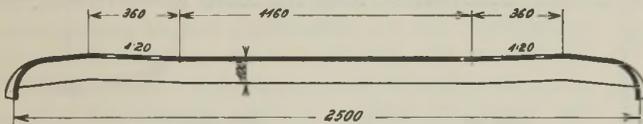


Abbildung 21 bis 24. Reichsoberbau B (auf Eisenschwellen).

nicht zu vermeiden. Dagegen gibt es aber Heilmittel, die Warmlochung.

Schließlich ist zu erwähnen, daß in älteren Strecken mit badischem Oberbau häufiger Risse parallel zu den Deckenkanten in den geneigten Seitenschenkeln zu erkennen sind. Eine Verstärkung des Schwellenquerschnitts an diesen Stellen erscheint daher erwünscht.

Reichsoberbau K auf Holzschwellen (Abb. 25 und 26). In Befolgung des Grundsatzes der Trennung der Befestigungen von Schiene und Platte erhielt der Reichsoberbau K vier Schwellenschrauben zur Befestigung der Platte auf der Schwelle und zwei Hakenschrauben mit Klemmplatten, welche die Schiene auf die Platte drücken. Die Hakenschrauben haben halbmondförmige Köpfe, die von der Seite her in entsprechende Ausfräsungen starker Querrippen eingeführt werden. Die Querrippen bilden gleichzeitig die seitlichen Widerlager für den Schienenfuß.

Die Bezeichnung des Oberbaues ist K 49 $\frac{Br+22H}{15}$.

Spurerweiterungen, die jetzt nur noch in Gleisbogen unter 300 m Halbmesser anzuwenden sind, werden durch andere Schwellenbohrungen (von 5 zu 5 mm springend) hergestellt.

Die Erfahrungen mit dem Oberbau der Niederländischen Eisenbahnen, der dem Reichsoberbau K als Vorbild gedient hat, berechtigen zu der Erwartung, daß der Oberbau K sich bedeutend günstiger verhalten wird als die bisherigen Oberbauarten auf Holzschwellen. Trotzdem ist nicht zu verkennen, daß auch dieser Oberbau noch Mängel hat. Da Abweichungen in der Schienenfußbreite und im Plattenprofil zu berücksichtigen sind und trotz ungenauen Aufschraubens der Platten auf die maschinell vorgebohrten Schwellen flucht- und spurgerecht liegendes Gleis erzielt werden muß, ist ein lichter Abstand der Querrippen erforderlich, der 2 mm größer ist als die normale Schienenfußbreite.

Bei der unvermeidbar eintretenden geringsten Lockerung der Schrauben können dann auch seitliche Bewegungen der Schienen unter den überrollenden Rädern entstehen, die ständig fortschreitende Abnutzung und Schienenwanderungen im Gefolge haben. Diesem Nachteil sucht man durch Einlegen von Zwischenlagen zwischen Schienenfüßen und Platten zu begegnen. Sie werden wahrscheinlich bei Oberbau K länger halten als beispielsweise beim badischen Oberbau, da das Breitquetschen durch die Querrippen gehemmt wird und die große Auflagerfläche die Haltbarkeit begünstigt. Nach den bisherigen Erfahrungen verlieren die Zwischenlagen aber an Stärke und machen häufigeres Nachdrehen der Hakenschrauben nötig, wenn Bewegungen vermieden werden sollen. Die Zwischenlagen werden sogar in Gleisbogen auf den Außenseiten stärker zusammengepreßt und führen Spurerweiterungen herbei. Es ist daher nicht sicher, ob die Zwischenlagen, die wegen ihrer kurzen Lebensdauer an sich ein teures Unterhaltungsmittel darstellen, beibehalten werden können.

Versuchsoberbauarten der Reichsbahn.

Reichsoberbau O (Abb. 27 und 27 a). Nach dem Vorbild des oldenburgischen Oberbaues 1915 wurde für Schienen S 49 und Schwellen, ähnlich denen für Reichsoberbau B, der Reichsoberbau O entworfen und für Versuche

in größerem Umfange verlegt. Die Gesamtanordnung — zwei Keilklemmplatten, Weichholzzwischenlage, aus den Schwellen ausgepreßte Querrippen — ist unverändert geblieben. Als Unterschiede sind nur zu nennen: Die schmalere Schwellendecke (130 mm statt 160 mm), kürzere und anders geformte Keilklemmplatten und Federringe statt Bochner Spannplatten.

Abb. 25 H 49 $\frac{Br+22H}{15}$

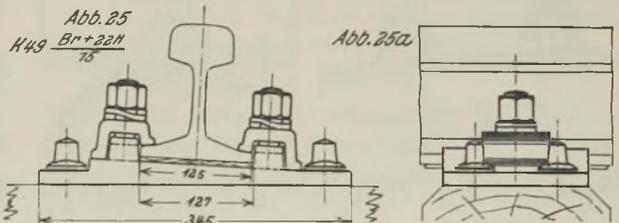


Abb. 25a

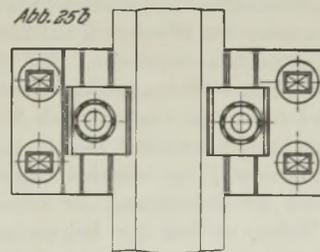


Abb. 26 H 49 $\frac{Br+22H}{15}$

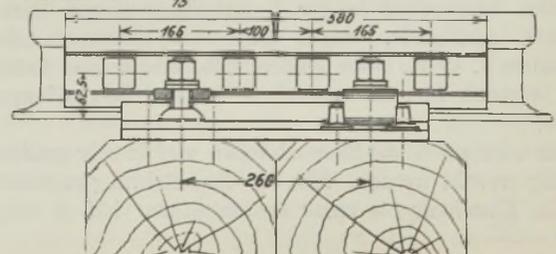


Abbildung 25 und 26. Reichsoberbau K auf Holzschwellen.

Ueber Reichsoberbau O ist kurz nach dem Beginn der Versuche bereits an anderer Stelle²⁾ geschrieben worden; im wesentlichen hat die Praxis die damals geäußerten Erwartungen bestätigt. An Stellen, die für diesen Oberbau besonders geschultes Personal besitzen, scheinen die Ergebnisse etwas günstiger zu liegen. Man gewinnt den Eindruck, daß der Oldenburger Oberbau durch die spätere Einfügung der Zwischenlagen sehr beeinträchtigt worden ist; das Fehlen einer festen seitlichen Stütze muß aber auch nach Fortfall der Zwischenlagen als Mangel bewertet werden.

Reichsoberbau K auf Eisschwellen (Abb. 28 und 28a).

Eisschwellen müssen oft, lange bevor der Gesamtzustand das erfordert, ausgebaut werden, weil die von den Ecken der gestanzten Löcher strahlenförmig ausgehenden Risse zum teilweisen Einbruch der Schwellendecken an den Auflagerstellen geführt haben. Durch größere Deckenstärke und Ausrundung der Schwellenlochecken läßt sich dieser Uebelstand wohl mildern und bei runden, gebohrten Löchern oder Warmlochungen völlig vermeiden. Bietet aber eine Oberbauart die Möglichkeit, ohne sonstige Nachteile ganz ohne

fältiger hergestellt wurden, als das in der späteren Massenfertigung möglich war, und daß daher nach der Einführung Mängel auftauchten, die die Probestrecken nicht gezeigt hatten. Beim Oberbau K auf Eisschwellen ist es besonders wichtig, festzustellen, ob die Schweißungen an sich und die ihre Zuverlässigkeit beeinflussende Beschaffenheit der Platten auch in der Massenfertigung die erforderliche Güte erhalten können. Ein nicht auf Massenfertigung aufgebauter Versuch mit Oberbau K 49 E könnte noch empfindlichere Rückschläge bringen als bei sonstigen Oberbauarten, weil die Betriebssicherheit in hohem Maße von einem noch nicht ganz erforschten Gebiete, der Schweißung, abhängt.

Im Vergleich zu Oberbau K auf Holzschwellen weist der Oberbau K auf Eisschwellen den Nachteil schmalere Platten (115 gegen 160 mm) auf. Das beeinträchtigt die Haltbarkeit der hakenförmigen Rippenhälften, die in

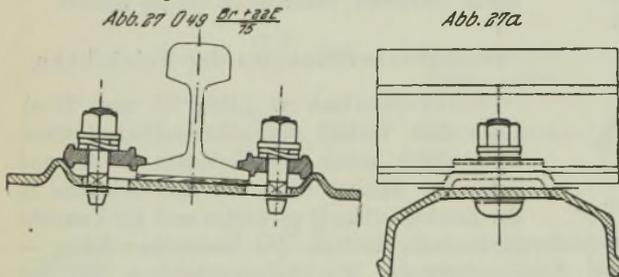


Abbildung 27 und 27 a. Reichsoberbau O (auf Eisschwellen)

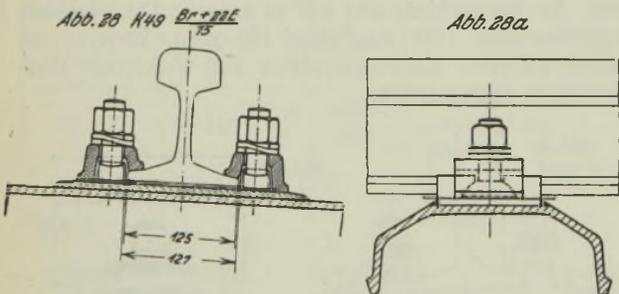


Abbildung 28 und 28 a. Reichsoberbau K (auf Eisschwellen).

Schwellenlöcher auszukommen, dann wendet man sich ihr begreiflicherweise gern zu. Der Oberbau K auf Eisschwellen ist nach diesem Grundsatz entworfen. Auf die mit den Auflagerneigungen 1:20 versehenen Schwellendecken von 9 mm Stärke werden Platten von ebenfalls 9 mm Stärke mittels Lichtbogen aufgeschweißt. Die Platten besitzen Querrippen der gleichen Form wie bei Oberbau K auf Holzschwellen; auch die Befestigung der Schienen erfolgt in der gleichen Weise, so daß der Reichsoberbau K 49 Ausblick auf einen Einheitsoberbau bietet. Man erwartet von ihm Ersparnisse in der Unterhaltung wegen seiner größeren Steifigkeit, wegen leichteren Einsetzens der Schrauben u. a. m., sowie größere Lebensdauer und damit den Ausgleich für die wesentlich höheren Beschaffungskosten.

Der Oberbau K auf Eisschwellen wird in sehr großem Umfang erprobt werden. Man hat die Erfahrung gemacht, daß die Einzelteile für kurze Probestrecken vielfach sorg-

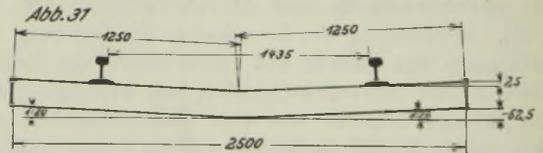
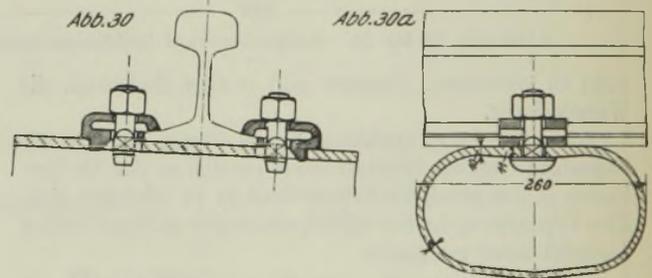
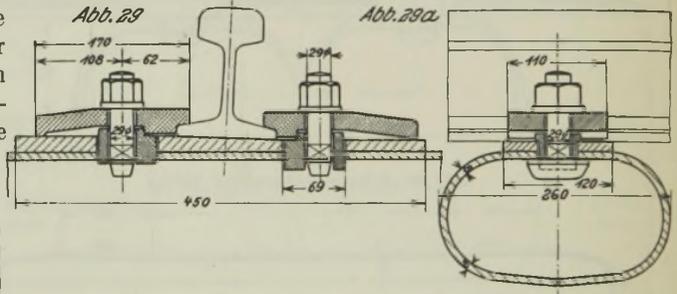


Abbildung 29 bis 31. Oberbau mit Scheibeschalen Hohl-schwellen.

einigen Fällen — wohl durch Kerbwirkung u. a. begünstigt — beim Abladen und beim Zusammenbau abbrechen. Die seitlichen Stemmflächen sind fast um die Hälfte verkürzt und bieten insgesamt nur wenig mehr Anlage als die Spurplättchen des Reichsoberbaues B. Die Zwischenlagen werden wegen des schmaleren Auflagers erheblich stärker beansprucht und daher wahrscheinlich schneller zerstört. Ob durch die Schweißnähte nicht auch Risse in den Schwellendecken — besonders nach längerer Liegedauer — entstehen können, ist noch ungewiß.

Treten die befürchteten Mängel nicht oder in erträglichem Umfange in Erscheinung, dann wird für die etwaige Einführung das Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsprüfung ausschlaggebend sein. Eine Erörterung darüber, ob die höheren Beschaffungskosten im Vergleich zu Reichsoberbau B (etwa 12 %, auf den Schwellensatz bezogen) und die häufigen Aufwendungen für Zwischenlagen einschließlich Verzinsung (Verdoppelung nach zwölf Jahren, Verachtfachung nach 36 Jahren bei 6 %) durch etwaige erst in späterer Zeit zu erwartende Ersparnisse in der Unterhaltung ausgeglichen

²⁾ Gleistechnik 1926, Nr. 1 bis 3.

werden können, würde den Rahmen dieses Aufsatzes überschreiten.

Oberbau mit Scheibischen Hohlschwellen. Dieser Oberbau entspringt der Absicht, die Stöße der Fahrzeuge zu einem sehr großen Teil in den Schwellen zu verarbeiten und dadurch unter Entlastung der Bettung ein weiches Fahren zu erzielen. Die eisernen Hohlschwellen werden mit Bettung verfüllt und erhalten so ein außerordentlich hohes Gewicht, das dem Gleis auch bei hohen Geschwindigkeiten die Ruhelage sichern soll. In der Probestrecke bei Dresden (gerades Gleis, etwa fünf Jahre im Betrieb) sind die 2,5 m langen Schwellen (Querschnitt Abb. 29a) auf beiden Seiten offen; für die endgültige Ausführung sind aber Abschlußdeckel vorgesehen, die einerseits das Herausschieben der Füllbettung, andererseits seitliches Verschieben des ganzen Gestänges verhüten sollen. Die Füllbettung muß aus sehr hartem Gestein bestehen, damit Zertrümmerung und als deren Folge Verschlammung der Bettung verhütet werden.

Für die Befestigung der Schienen sind in der Probestrecke mehrere Bauarten gewählt, von denen sich am besten die badische Schienenbefestigung verhalten hat. Teilweise sind Zwischenlagen eingeschoben. Von den Gewebepfatten sind nur noch kleine Fetzen übrig; die Holzplättchen lassen, soweit überhaupt noch vorhanden, ein Zusammenpressen bis auf Papierstärke an den Außenseiten erkennen (die Schienen stehen senkrecht). Die von Scheibe empfohlene „starre“ Befestigung (Abb. 29) scheint die in sie gesetzten Erwartungen nicht zu erfüllen; die langen und starken Unterlagsplatten biegen sich an den Enden auf. Aufgeschweißte Platten und Rippen zeigen fast ausnahmslos Anrisse. Die Bewegungen der Hohlschwellen sind anscheinend den Schweißungen nicht zuträglich.

Wahrscheinlich wird, wie bei den übrigen Eisenschwellenarten, nur eine Schienenbefestigung verwendbar sein, bei der die Schienen unmittelbar auf den Schwellendecken aufliegen. Der Schwellenquerschnitt bedarf dann aber im oberen Teil der Verstärkung (Abb. 30a), die an sich mit Rücksicht auf die Rosteinwirkungen in langen Liegezeiten erforderlich ist.

Leider ist aus der Versuchsstrecke ein abschließendes Urteil über die Scheibischen Hohlschwellen noch nicht zu gewinnen, da einerseits die Abschlußdeckel fehlen, andererseits die Versuche mit den Schienenbefestigungen innerhalb der Probestrecke, die das Verhalten der Schwellen verschiedenartig beeinflussen, die Urteilsbildung erschweren. Man kann aber doch sagen, daß in der Hohlswelle eine Fülle wertvoller Ueberlegungen steckt. Leider ist die Aussicht, sie auszunützen, nicht günstig, und zwar aus wirtschaftlichen Gründen. Die Hohlschwellen kosten in der Massenherstellung fast doppelt soviel wie die Schwellen des Reichsoberbaues B. Unter Berücksichtigung der Verzinsung ist dieser Mehraufwand auch bei günstigstem Verhalten durch Ersparnisse in der Unterhaltung keinesfalls herauszuwirtschaften. Der Hohlswellenoberbau könnte erst dann in Frage kommen, wenn die Zuggeschwindigkeiten ganz außerordentlich gesteigert werden und es sich herausstellt, daß dafür ungewöhnlich hohes Gewicht des Oberbaues und eine Elastizität nötig ist, die durch andere Schwellenarten und stärkere Bettung allein nicht erreichbar ist. Rechnet man mit solcher Geschwindigkeitserhöhung, dann lohnt es sich, die Versuche fortzusetzen, jedoch nicht unter Beibehaltung der bisher gewählten Abmessungen; mindestens müßte man die Gestaltung der Abb. 30 und 31 vorsehen.

Durch weitere Schwellenteilung, die Scheibe vorschlägt, läßt sich der Hohlswellenoberbau schwerlich verbilligen.

Durch die Hohlschwelen kann wohl die Bettung geschont werden, der Bettungsdruck bleibt aber doch der gleiche, also muß auch bei gegebenen Lasten die Schwellenteilung erhalten bleiben. Verträgt die Bettung stärkere Belastung, also weitere Schwellenteilung, dann muß die Schiene verstärkt werden. Die gleiche, verbilligende Maßnahme läßt sich aber auch bei den anderen Oberbauarten treffen. Ein Vergleich mit den bisherigen Oberbauarten muß daher grundsätzlich für die gleiche Schwellenteilung und die gleiche Schienenform geführt werden.

Eisenschwellen - Oberbau mit Federklemmplatten von Höhne (Abb. 32 bis 32 b). Die Federklemmplatte von Höhne ist in gewissem Sinne als der weiter entwickelte badische Oberbau anzusprechen. Dieser hat sich anderen Schienenbefestigungen namentlich dadurch als überlegen erwiesen, daß der Schienenfuß auf seine volle Höhe ein seitliches Widerlager an den Spurplättchen findet, und zwar auch dann, wenn die Schrauben entspannt sind. Dieses Widerlager bietet die Federklemmplatte in noch größerem Maße, da der Unterschenkel die $1\frac{1}{2}$ fache Länge des Spurplättchens von Reichsoberbau B besitzt (75 mm). Hierzu tritt der Vorteil, daß die Klemmplatte (Oberschenkel) und Spurplättchen (Unterschenkel) zusammenhängen, Bewegungsmöglichkeiten der beiden Teile gegeneinander also vorgebeugt ist. Das wesentlichste

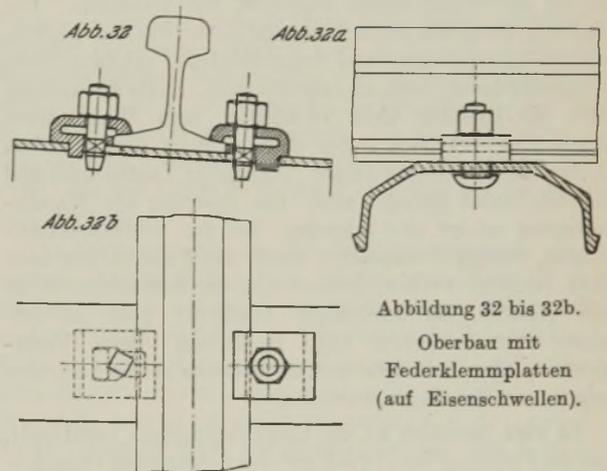


Abbildung 32 bis 32b.
Oberbau mit
Federklemmplatten
(auf Eisenschwellen).

Merkmal der Höhneschen Klemmplatte liegt aber in der Federung. Die Nase des Oberschenkels steht vor dem Anziehen der Schraube um $1\frac{1}{2}$ bis 2 mm von der Oberfläche des Schienenfußes ab. Etwa der halbe Schraubendruck bringt den Oberschenkel zur Auflage auf dem Schienenfuß; durch weiteres Anziehen der Schraube bis zur ihrer vollen Druckkraft werden sowohl der Schienenfuß als auch — und das ist das Wesentliche — der Unterschenkel der Klemmplatte auf die Schwellendecke gepreßt. Nach den bisherigen Erfahrungen ist die zwischen Unterschenkel der Klemmplatte und Schwellendecke durch diesen Druck erzielte Reibung allein imstande, die Seitendrucke aufzunehmen, so daß der Zapfen — bei Bruch oder durch mangelhafte Unterhaltung doch entstehender Lockerung der Schraube — nur zur Sicherheit dient. Dieses Verhalten der Federklemmplatten gewinnt insofern an Bedeutung, als es die Beseitigung der seitlichen Spielräume zwischen Schienenfuß und Klemmplatten gestattet. Seitliche Spielräume sind zwar wegen der Ungenauigkeit des Walzwerks nicht zu umgehen, sie werden aber bei ordnungsmäßigem Einbau der Federklemmplatten an unschädliche Stellen (zwischen Zapfen und Lochwände) verlegt. Damit werden Lockerungen des Gestänges und — als deren Folgen — Abnutzungen weitestgehend unterbunden.

Der Federklemmplatten-Oberbau bedeutet im Vergleich zum Reichsoberbau B allein schon dadurch einen Fortschritt, daß durch die Federung die Schrauben gegen Lockerung geschützt sind. Aber auch wenn Reichsoberbau B mit Spannmitteln ausgerüstet wird, bleibt eine bedeutungsvolle Ueberlegenheit bestehen: es tritt ein Teil (Federklemmplatte) an Stelle von drei Teilen (Spurplättchen, Klemmplatte und Spannmittel). Das bietet nicht nur Einfachheit und Erleichterung bei Einbau, Unterhaltung und Lagerung, sondern auch Vorteile für die Kräfteübertragung. Im Gleisbogen werden die Befestigungsmittel in der Regel am stärksten von den Seitenkräften beansprucht, in der Geraden aber am stärksten von den Wanderkräften und in der Nähe der Stöße von dem bekannten „Atmen“ der Schienen unter den Temperatureinflüssen. Das Wandern und Atmen der Schienen versucht die Klemmplatten zu verhindern. Beim Reichsoberbau B findet die Verdrehung, die man häufig beobachten kann, etwa um die Schrauben als Achsen statt. Sie wird von den Spurplättchen erst begrenzt, wenn alle Spielräume zwischen Klemmplatte und Spurplättchen einerseits und zwischen Spurplättchenzapfen, Lochwänden und Schienenfuß andererseits, ferner auch noch zwischen Hakenschrauben, Spurplättchen und Klemmplattenloch ausgenutzt sind. Bei den Federklemmplatten ist der die Drehung hemmende Unterschenkel mit der Nase, an der die Wanderkräfte angreifen, fest verbunden. Der Drehung wirkt die große Reibungsfläche zwischen Klemmplatten-Unterschenkel und Schwellendecke entgegen (Reibungsmittelpunkt nahe an Angriffsstelle). Sollte die Reibung doch die Drehung nicht verhindern, dann findet deren Begrenzung erheblich früher statt als beim Reichsoberbau B, weil die Hebelarme größer (Drehpunkt Zapfenende) und die Spielräume geringer sind. Die Sperrung der Wanderbewegung erfolgt also schneller. Bei den Schienenbefestigungen, deren Klemmplatten durch die Wanderkräfte nach links verdreht werden, lockern sich die Schrauben; es ist also geboten, die Drehungen möglichst ganz zu verhüten oder wenigstens klein zu halten. Beide Forderungen erfüllt die Federklemmplatte besser als die Schienenbefestigung des Reichsoberbaues B.

Es wird bisweilen an der Federklemmplatte bemängelt, daß die Federung dem Druck auf den Schienenfuß entgegenwirkt. Dabei wird übersehen, daß sich nach vollem Anziehen der Schraube der Klemmplatten-Oberschenkel leicht durchbiegt. Senkt sich nun die Schiene — nach Vertuschung kleiner Unebenheiten an Schienenfuß und Schwellendecke — etwas, dann streckt sich der Klemmplatten-Oberschenkel derart, daß die Nase sich bis etwa zum doppelten Maß der Durchbiegung senkt, also in Berührung mit der Schiene bleibt. Erst bei größerer Senkung des Schienenfußes entsteht eine Lücke zwischen ihm und der Klemmplatten-nase. So große Senkungen bringt aber nur Verschleiß in einem Unterhaltungsabschnitt hervor, wozu nach Fortfall der seitlichen Spielräume keine Veranlassung vorliegt. Bei Reichsoberbau B mit Federring wird wohl die Klemmplatten-nase auch bei größerer Senkung des Schienenfußes nachgedrückt, jedoch nur anfänglich mit genügender Kraft. Bei stärkerer Entspannung des Federrings sitzt die Klemmplatte wohl in der Ruhe fest, sie bewegt sich aber unter den überrollenden Lasten. Dabei muß bedacht werden, daß der Schienenfuß sich bei Reichsoberbau B schneller senken kann, weil wegen der nicht zu beseitigenden Spielräume leichter Bewegung und folglich Verschleiß entsteht.

In den Probestrecken hat sich die Schwellenlochform als ungünstig erwiesen. Sie schützt die Schraubenvierkante ungenügend gegen Verdrehung und führt zu Verdrückungen

der Klemmplatten-Unterschenkel. Die beabsichtigte Wirkungsweise der Klemmplatten wird dadurch vollkommen unterbunden. Daß so verdrückte Klemmplatten in den Probestrecken ebenso schnell locker wurden wie die Klemmplatten des Reichsoberbaues B, ist nicht verwunderlich, spricht aber nicht gegen den Gedanken an sich, da sich die Mängel leicht abstellen lassen.

Für die endgültige Ausführung ist neben Verbesserung der Lochform auch Ersatz der Kaltlochung durch Warmlochung zu empfehlen. Ferner wird durch theoretische und praktische Untersuchungen die Form der Federklemmplatte und der zu verwendende Werkstoff überprüft werden müssen. Schließlich bedarf noch der Schwellenquerschnitt der Verbesserung (stärkere Seitenschenkel), was natürlich — ebenso wie die Lochungsart — in gleicher Weise für Reichsoberbau B gilt.

Die Kosten des Federklemmplatten-Oberbaues werden sich in der Massenherstellung voraussichtlich nicht höher stellen als die Kosten des Reichsoberbaues B mit Spannmitteln. Danach bietet der Federklemmplatten-Oberbau in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht sehr günstige Ausblicke.

Sonstige Versuche.

Neben den erwähnten Versuchsoberbauarten wird noch eine größere Zahl von Oberbauarten und Einzelteilen verschiedenartiger Ausführung erprobt. Es seien hiervon nur einige wichtigere erwähnt:

Oberbau H ist dem französischen Oberbau ähnlich. Unterlagsplatten fallen fort; die Schienen sind nur durch Weichholzzwischenlagen von den Hartholzwällen getrennt und mit je drei Schwellenschrauben befestigt.

Der Stuhlschienenoberbau für Tunnelstrecken ist dem englischen Oberbau ähnlich. Er unterscheidet sich von diesem jedoch dadurch, daß Breitfußschienen und auf der Außenseite zwei Keile an Stelle des in England üblichen einen Keiles verwendet sind.

Der oldenburgische Holzschwellenoberbau ist dem preußischen Oberbau 15 c ähnlich. Er weist jedoch vier Schwellenschrauben zur Befestigung der Platte auf der Schwelle auf, ähnlich wie Reichsoberbau K. Zwischen den Haken auf der Außenseite und dem Schienenfuß ist nur ein sehr geringes Spiel vorgesehen. Die Keilklemmplatte auf der Innenseite verspannt die Schiene durch eine Hakenschraube, deren halbrunder Kopf an der Unterseite der Platte heraussteht. In der Schwellendecke wird für den Hakenkopf eine Ausfräsung vorgesehen. In dreizehnjähriger Erprobung hat sich erwiesen, daß bei dieser Oberbauart Verschiebungen zwischen Platte und Schwelle kaum vorkommen. Dieses günstige Verhalten wird wahrscheinlich einerseits durch die Spannplatten unter den Schwellenschraubenköpfen und andererseits durch die unten herausragenden Hakenschraubenköpfe bewirkt.

Schließlich sind noch die Versuche mit Langschienen hervorzuheben. Die Walzung kann bereits bis zu 30 m Länge vorgenommen werden; auch die Transportfrage ist hierfür gelöst. Nach den bisherigen Versuchsergebnissen besteht Aussicht auf Einführung noch größerer Schienenlängen (60 und 120 m), die durch Verschweißung hergestellt werden. Die Vorteile der geringeren Stoßzahl machen sich schon in den Versuchsstrecken mit 30 m langen Schienen sehr bemerkbar.

Welche der Versuchsoberbauarten schließlich eingeführt werden, das hängt neben den technischen Ergebnissen in erster Linie von wirtschaftlichen Vergleichen und namentlich auch von volkswirtschaftlichen Gesichtspunkten ab. Daß die Reichsbahn so zahlreiche Versuche vornimmt, ist

sehr zu begrüßen. Kein technisches Gebiet hat so viel Ueberraschungen — meistens unangenehmer Art — gebracht wie der Eisenbahnoberbau. Diese Erfahrungen zwingen den Fachmann, stets mehrere Eisen im Feuer zu halten, wenn er nicht Gefahr laufen will, nach dem Versagen eines Versuches dem Nichts gegenüberzustehen. Es bedeutet nicht Zersplitterung, sondern notwendige Vorsicht, wenn man neben dem aussichtsreichsten Versuch auch noch andere Möglichkeiten erprobt.

Vergleichende Untersuchungen über die Festigkeitseigenschaften von Stahlguß bei erhöhten Temperaturen¹⁾.

Von Dr.-Ing. Anton Pomp in Düsseldorf.

(Dehngrenzenmessungen und Ermittlung der Streckgrenze, Zugfestigkeit, Dehnung, Einschnürung und Kerbzähigkeit im Temperaturgebiet von 20 bis 500° an 12 Schmelzungen aus dem Siemens-Martin-Ofen, der Bessemerbirne und dem Elektroofen.)

Die Untersuchungen, über die im folgenden berichtet wird²⁾, wurden durchgeführt, um unsere Kenntnisse über das Verhalten von Stahlguß bei erhöhten Temperaturen zu erweitern und zu vertiefen, insbesondere um Unterlagen für eine Normung von Hochdruckarmaturen und ähnlichen hohen Temperaturen ausgesetzten Stahlgußteilen zu gewinnen³⁾. Es war die Untersuchung folgender verschiedener Stahlgußsorten in Aussicht genommen:

1. Unlegierter Stahlguß aus dem Siemens-Martin-Ofen.

Hierbei sollten folgende drei Festigkeitsstufen angestrebt werden:

- 40 kg/mm² Zugfestigkeit,
- 45 bis 50 kg/mm² Zugfestigkeit,
- 50 bis 55 kg/mm² Zugfestigkeit.

Die drei Stahlgußsorten entsprechen in ihren Festigkeitseigenschaften den Güteklassen Stg 38,81, Stg 45,81 und Stg 52,81 nach DIN 1681.

2. Unlegierter Stahlguß aus der Bessemerbirne

- mit geringen Mengen an Verunreinigungen (P + S möglichst unter 0,1 %),
- mit höheren Mengen an Verunreinigungen (P + S etwa 1,5 %).

Diese Schmelzungen sollten gleichzeitig zur Klärung der Frage beitragen, ob und gegebenenfalls in welchem Maße höhere Schwefel- und Phosphorgehalte die Festigkeitseigenschaften des in der Bessemerbirne erzeugten Stahlgusses bei erhöhten Temperaturen ungünstig beeinflussen.

3. Siliziumlegierter Stahlguß.

Die Aufnahme dieser Stahlgußsorte in den Versuchsplan geschah aus dem Grunde, weil die in letzter Zeit an hochsiliziumhaltigem Baustahl (St Si) durchgeführten Untersuchungen⁴⁾, insbesondere die durch den Siliziumzusatz von etwa 1 % bewirkte Erhöhung der Streckgrenze, auch bei Stahlguß eine günstige Beeinflussung der Festigkeitseigenschaften erwarten ließen.

Zusammenfassung.

Es werden die schweren Oberbauarten der ehemaligen Staatseisenbahnen, die eingeführten Reichsoberbauarten (B und K Holz) sowie die Versuchsoberbauarten der Reichsbahn (O, K Eisen, Hohlschwellen-Oberbau und Federklemmplatten-Oberbau) beschrieben und die sonstigen Versuchsoberbauarten erwähnt. Von den Versuchsoberbauarten bietet der Federklemmplatten-Oberbau die günstigsten Ausblicke in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht.

4. Nickellegierter Stahlguß.

Der günstige Einfluß geringer Nickelzusätze auf das Verhalten von Kesselblechen bei erhöhten Temperaturen⁵⁾ machte es wahrscheinlich, daß auch bei Stahlguß durch Zulegieren geringer Nickelmengen eine Gütesteigerung zu erzielen ist.

Versuchsstoffe.

Zur Untersuchung kamen 12 Sorten Stahlguß, welche die aus Zahlentafel 1 zu ersehende Bezeichnung erhielten⁷⁾. Von den 12 Güssen stammen 7 (A, B, C, J, K, L, M) aus basischen Siemens-Martin-Oefen von 5 bis 28 t Fassungsvermögen. Guß D ist im sauren Siemens-Martin-Ofen von 25 t Fassungsvermögen hergestellt. Der 5-t-Elektroofen, in dem der Guß E erschmolzen worden ist, war basisch zugestellt. Die drei Güsse F, G und H stammen aus der Kleinsessemerbirne.

Die Gießanordnung der für die Untersuchungen vorgesehenen Proben (Stäbe bzw. Platten von etwa 45 mm Stärke), wie sie von den 6 Stahlgießereien gewählt wurde, geht aus Abb. 1 bis 6 hervor. Die Proben der Schmelzungen B, C, J, L und M sind stehend gegossen, die der übrigen Schmelzungen liegend, und zwar teils in einfacher Lage (F und H), teils zu zweien übereinander (A, D, E, G und K). Nähere Angaben über die Gießtemperatur, die teils mit optischen Pyrometern gemessen, teils geschätzt wurde, finden sich in Zahlentafel 1. Die gleiche Zahlentafel enthält auch Angaben über die Glühbehandlung, die von den einzelnen Stahlgießereien mit den Proben vorgenommen wurde.

Aus den gegossenen und geglühten Probekörpern wurden Zerreiß- und Kerbschlagproben von den aus Abb. 7 zu ersehenden Abmessungen hergestellt. Die Prüfung der Probekörper erstreckte sich auf folgende Eigenschaften:

- Elastizitätsgrenze (0,01 und 0,03 % bleibende Dehnung),
- Streckgrenze (0,2-Grenze),
- Streckgrenze (Naturgrenze),
- Zugfestigkeit,

⁵⁾ P. Goerens: Die Kesselbaustoffe. Z. V. d. I. 68 (1924) S. 41.

⁶⁾ F. Körber u. A. Pomp: Vergleichende Untersuchung über das Verhalten von unlegierten und legierten Kesselblechen bei erhöhten Temperaturen und hinsichtlich Alterung und Rekristallisation. Mitt. K.-W.-Inst. Eisenforsch. 9 (1928) S. 339/400.

⁷⁾ Die Herstellung der Güsse und die Herrichtung der Proben geschah durch folgende Stahlgießereien: Deutsche Edelstahlwerke, A.-G., Bergische Stahlindustrie, Remscheid; Fried. Krupp, A. G., Essen; G. u. J. Jaeger, A.-G., Elberfeld; Klöckner-Werke, A.-G., Abt. Georgs-Marien-Hütte, Osnabrück; Otto Gruson & Co., Magdeburg-Buckau, und Vereinigte Stahlwerke, A.-G., Friedrich-Wilhelms-Hütte, Mülheim (Ruhr).

¹⁾ Vortrag auf der Hauptversammlung des Vereins deutscher Stahlformgießereien in Dresden am 18. Mai 1928.

²⁾ Bezüglich der ausführlichen Versuchsergebnisse siehe Mitt. K.-W.-Inst. Eisenforsch. 10 (1928) Lfg. 6, S. 91/105.

³⁾ Die Untersuchungen sind auf Anregung des Vereins deutscher Stahlformgießereien und mit dankenswerter Unterstützung folgender Stellen durchgeführt worden: Vereinigung von Dampfturbinen-Herstellern, Berlin; Vereinigung der deutschen Dampfkessel- und Apparate-Industrie, e. V., Düsseldorf; Blohm & Voß, Komm.-Ges., Hamburg; Rohrleitungsverband, e. V., Berlin-Charlottenburg.

⁴⁾ St. u. E. 46 (1926) S. 493/503, 880 u. 1516/8.

Zahlentafel 1. Angaben über die Schmelzung.

Bezeichnung	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M
Besonderheit der Analyse	C = 0,12 %	C = 0,14 %	C = 0,28 % Mn = 0,74 %	C = 0,53 %	C = 0,26 % Mn = 0,85 %	P + S = 0,107 %	P + S = 0,147 %	P + S = 0,165 %	Si = 0,84 %	Si = 0,92 %	Ni = 1,05 %	Ni = 2,68 %
Ofen	S.-M.-Ofen	S.-M.-Ofen	S.-M.-Ofen	S.-M.-Ofen	Elektroofen	Besemerbirne	Besemerbirne	Besemerbirne	S.-M.-Ofen	S.-M.-Ofen	S.-M.-Ofen	S.-M.-Ofen
Fassungsvermögen in t	25	5	28	25	6	2	2	2	28	18	5	5
Ofenzustellung	basisch	basisch	basisch	sauer	basisch	sauer	sauer	sauer	basisch	basisch	basisch	basisch
Gießtemperatur	1550 °C ¹⁾	1500 bis 1620 °C	1410 °C	1650 °C ¹⁾	Abstich: 1665 °C Gießtemp.: 1605 °C	1600 °C ¹⁾	Abstich: 1750 °C Gießtemp.: ca. 1650 °C	1600 °C ¹⁾	1400 °C	1800 °C ¹⁾	1580 bis 1620 °C	1580 bis 1620 °C
Glühbehandlung	5 h bei 900 bis 910 °C im Ofen abgekühlt	4 h bei 820 °C, in luftdichter Muffel abgekühlt	8 h bei 920 °C, im Ofen abgekühlt	1 1/4 h bei 940 °C, schnell bis 750 °, langsam v. 750 °C abgekühlt	5 h bei 910 °C, im Ofen abgekühlt	4 1/2 h bei 900 °C, im Ofen bei zeitweilig off. Türen abgekühlt	1 1/4 h bei 940 °C, schnell bis 750 °, langsam v. 750 °C abgekühlt	4 1/2 h bei 900 °C, im Ofen bei zeitweilig off. Türen abgekühlt	8 h bei 930 °C, im Ofen abgekühlt	1 h bei 910 °C, im Ofen abgekühlt	4 h bei 820 °C, in luftdichter Muffel abgekühlt	4 h bei 820 °C, in luftdichter Muffel abgekühlt

1) Geschätzt.

Dehnung (Meßlänge 100 mm),
Einschnürung,
Kerbzähigkeit.

Die obengenannten Eigenschaften wurden bei Versuchstemperaturen von 20 (Raumtemperatur), 100, 200, 300, 400 und 500° ermittelt.

Bei Aufstellung des Versuchsplanes war beabsichtigt, auch die Bestimmung der Dauerstandfestigkeit⁸⁾ in die Untersuchungen einzubeziehen. Diese Versuche haben jedoch aus Gründen, die im Bestimmungsverfahren liegen, bisher nicht zu befriedigenden Ergebnissen geführt. Um die Bekanntgabe der übrigen Versuchsergebnisse nicht hinauszuschieben, wird auf die Dauerversuche später noch zurückzukommen sein.

Die chemische Zusammensetzung der 12 Schmelzungen geht aus Zahlentafel 2 hervor. Die Güsse A bis E sind unlegierte Stähle aus dem Siemens-Martin-Ofen. Zur Erreichung der anzustrebenden Festigkeit von 50 bis 55 kg/mm² ist bei Guß C und E ein erhöhter Mangengehalt (0,74 bzw. 0,85 %) zugegeben worden, während bei Guß D der Kohlenstoffgehalt auf 0,53 % erhöht wurde. Von den drei Güssen F, G und H aus der Bessemerbirne besitzt F einen verhältnismäßig geringen Gehalt an Phosphor und Schwefel (P + S = 0,107 %), während bei G und H die Summe der Phosphor- und Schwefelgehalte verhältnismäßig hoch liegt (0,147 bzw. 0,165 %). Die beiden Güsse J und K ähneln in ihrer chemischen Zusammensetzung dem hochsiliziumlegierten Baustahl. Der Siliziumgehalt beträgt 0,84 bzw. 0,92 %. Von den beiden nickellegierten Güssen L und M besitzt der erste einen Nickelgehalt von 1,05 %, der zweite einen solchen von 2,68 %. Sämtliche 12 Güsse weisen geringe Kupfergehalte (0,08 bis 0,27 %) auf. Guß E aus dem Elektroofen besitzt einen Nickelgehalt von 0,21 %, während die übrigen Güsse, abgesehen von L und M, Nickelgehalte von 0,04 bis 0,17 % enthalten.

Zahlentafel 2. Analyse der Stahlgußschmelzungen.

Bez.	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cu
	%	%	%	%	%	%	%
A	0,12	0,25	0,32	0,011	0,023	0,04	0,11
B	0,14	0,29	0,45	0,016	0,037	0,07	0,19
C	0,28	0,37	0,74	0,036	0,028	0,17	0,15
D	0,53	0,22	0,28	0,058	0,046	0,03	0,12
E	0,26	0,38	0,85	0,016	0,012	0,21	0,15
F	0,18	0,19	0,77	0,064	0,043	0,06	0,12
				0,107			
G	0,24	0,24	1,07	0,079	0,068	0,06	0,09
				0,147			
H	0,17	0,23	0,67	0,089	0,076	0,04	0,08
				0,165			
J	0,20	0,84	0,90	0,034	0,033	0,14	0,17
K	0,10	0,92	0,74	0,051	0,039	0,06	0,20
L	0,16	0,33	0,35	0,016	0,036	1,05	0,27
M	0,18	0,33	0,45	0,015	0,027	2,68	0,18

Die Ergebnisse der metallographischen Untersuchung sind in Abb. 8 bis 19 wiedergegeben. Die Güsse A, B, C, D, F, J und K (Abb. 8, 9, 10, 11, 13, 16 und 17) weisen eine ziem-

⁸⁾ A. Pomp u. A. Dahmen: Entwicklung eines abgekürzten Prüfverfahrens zur Ermittlung der Dauerstandfestigkeit von Stahl bei erhöhten Temperaturen. Mitt. K.-W.-Inst. Eisenforsch. 9 (1927) S. 33/52. Vgl. Ber. Werkstoffaussch. V. d. Eisenh. Nr. 98 (1927).

lich gleichmäßige Verteilung der Ferrit- und Perlitanteile auf, während bei den Güssen E, G, H, L und M (Abb. 12, 14, 15, 18 und 19) der Perlit mehr oder weniger deutlich netzartig ausgebildet ist, was auf ein Glühen im Umwandlungsgebiet schließen läßt⁹⁾.

Versuchsausführung und Versuchsergebnisse.

a) Dehngrenzenmessungen. Die Proben wurden in einem elektrischen Ofen erhitzt, der in einer 50 t-Amsler-Zerreißmaschine (10-t-Skala) eingebaut war. Um eine gleichmäßige Temperaturverteilung über die gesamte Meßlänge zu erreichen, erfolgte die Erhitzung der Stäbe in Flüssigkeitsbädern, und zwar bis zu Versuchstemperaturen von 200° in einem Oelbad, oberhalb 200° in einem Salzbad aus gleichen Teilen Kaliumnitrit und Natriumnitrat. Die Temperaturmessung

Durch Be- und Entlasten des Stabes bei stufenweise gesteigerter Lastaufgabe wurden diejenigen spezifischen Belastungen ermittelt, durch die bleibende Dehnungen von 0,01 % (Elastizitätsgrenze), 0,03 % „ und 0,2 % (Streckgrenze)

auftraten. Die Dehngrenzenmessungen erstrecken sich auf ein Temperaturgebiet von 20 bis 500°. Die Ergebnisse der Messungen sind in Abb. 20 getrennt für die einzelnen Güsse in Abhängigkeit von der Prüftemperatur wiedergegeben.

Die bei Raumtemperatur ermittelte 0,01-Grenze schwankt je nach der Stahlgußsorte zwischen 17,7 und 30,1 kg/mm². Sie ist in hohem Maße von der chemischen Zusammensetzung ab-

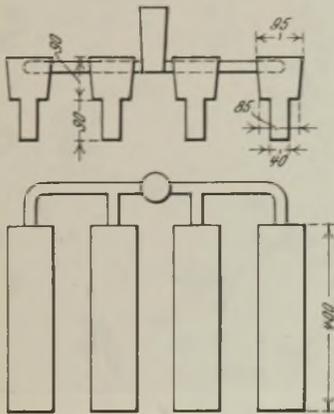


Abbildung 1. Gießanordnung für die Güsse A, D und G.

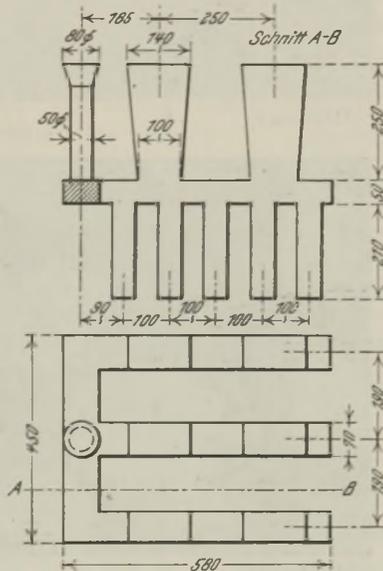


Abbildung 2. Gießanordnung für die Güsse B, L und M.

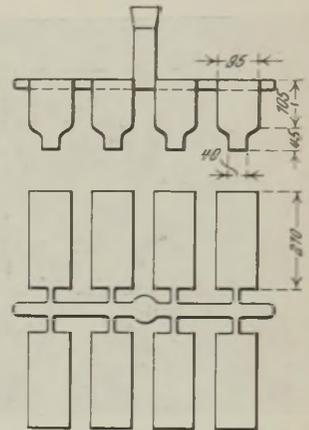


Abbildung 5. Gießanordnung für die Güsse F und H.

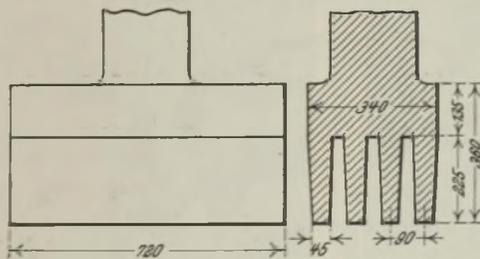


Abbildung 3. Gießanordnung für die Güsse C und J.

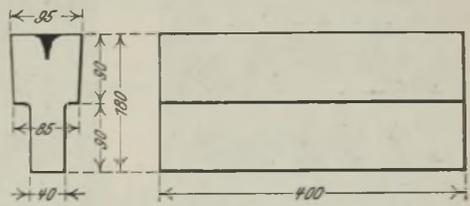


Abbildung 6. Gießanordnung für Guß K.

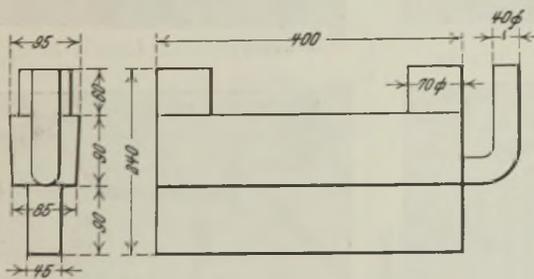


Abbildung 4. Gießanordnung für Guß E.

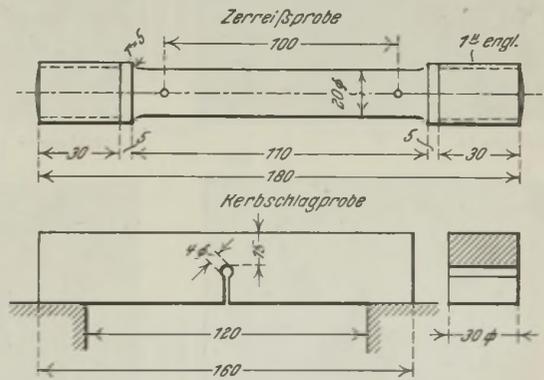


Abbildung 7. Abmessungen der Probestäbe.

geschah bis zu Versuchstemperaturen von 300° mit einem Quecksilberthermometer, oberhalb 300° mit einem Thermoelement aus Platin-Platinrhodium. Zur Dehnungsmessung wurde das Martenssche Spiegelmeßgerät verwandt.

hängig. Mit steigender Prüftemperatur findet ein stetiges Absinken zu niedrigeren Werten statt. Bei Versuchstemperaturen von 500° liegt die 0,01-Grenze zwischen 5,0 und 11,2 kg/mm².

Die Werte der 0,03-Grenze liegen bei Raumtemperatur nur wenig höher als die einer bleibenden Dehnung von 0,01 % entsprechenden Spannungen. Der Abfall der 0,03-

⁹⁾ Vgl. P. Oberhoffer: Die Bedeutung des Glühens von Stahlformguß. St. u. E. 35 (1925) S. 93/102 u. 212/16.

× 100

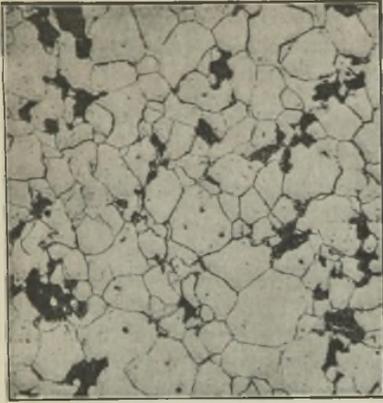


Abbildung 8. A

× 100

× 100



Abbildung 9. B

× 100

× 100



Abbildung 10. C

× 100

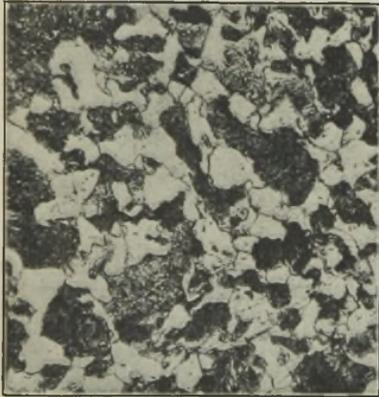


Abbildung 11. D

× 100



Abbildung 12. E

× 100

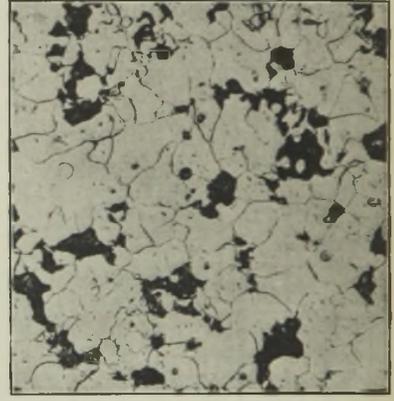


Abbildung 13. F

× 100

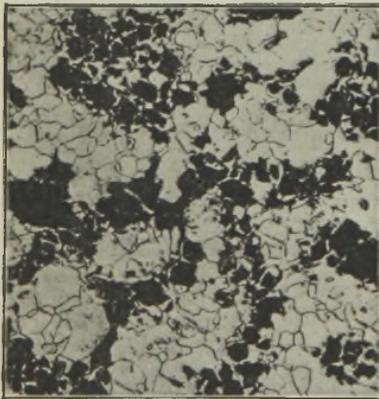


Abbildung 14. G

× 100



Abbildung 15. H

× 100



Abbildung 16. J

× 100

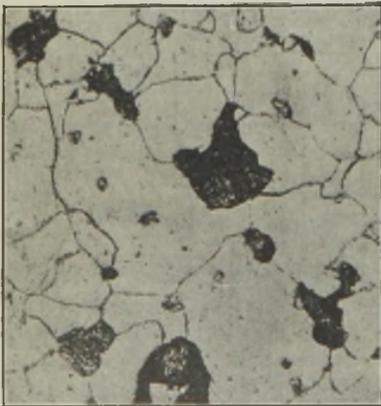


Abbildung 17. K

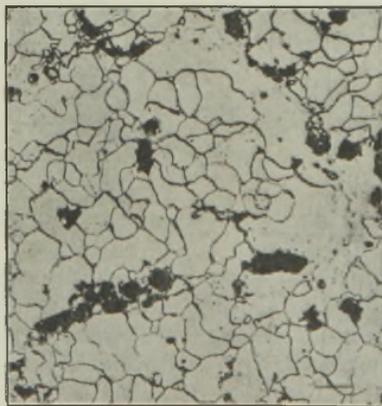


Abbildung 18. L

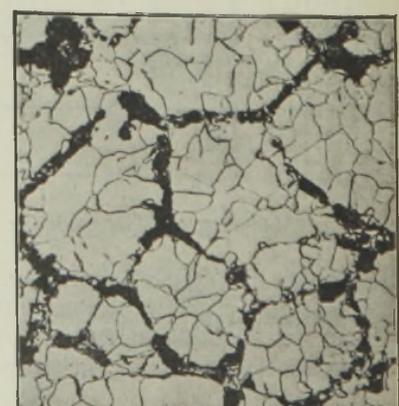


Abbildung 19. M

Abbildung 8 bis 19. Gefüge der geglühten Güsse.

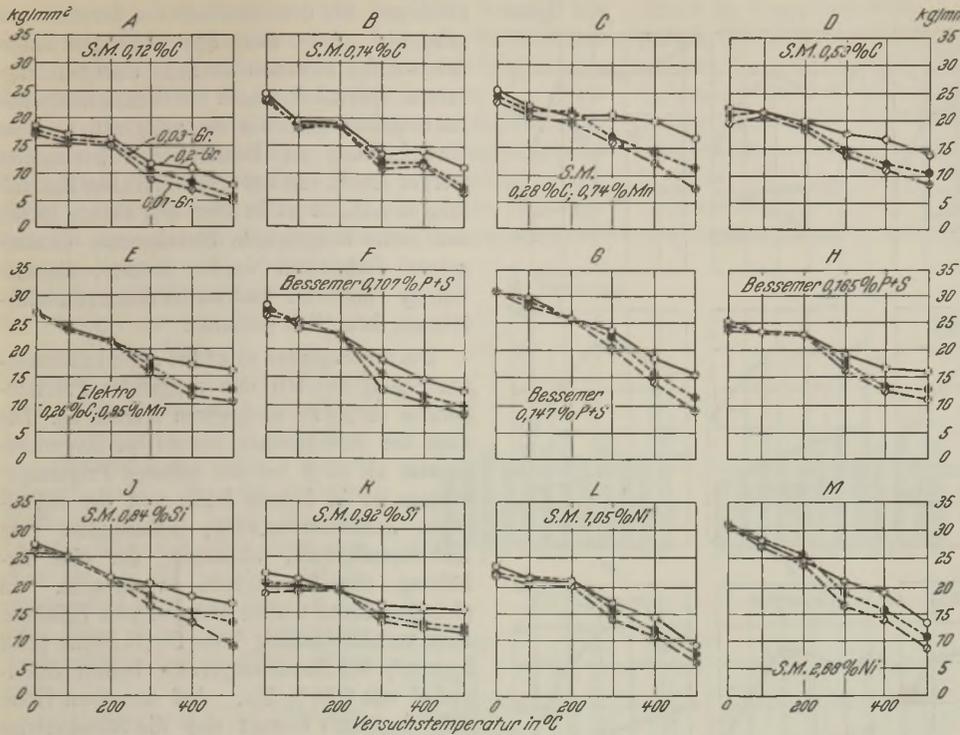


Abbildung 20. Dehngrenzen von Stahlguß bei erhöhten Temperaturen.

Grenzen-Schaulinien mit steigender Prüftemperatur erfolgt etwas langsamer als bei den Schaulinien der 0,01-Grenze. Bei 500° liegt die 0,03-Grenze durchweg etwa 1 bis 2 kg/mm² höher als die 0,01-Grenze; nur bei den Güssen C und J beträgt der Unterschied rd. 4 kg/mm².

Die Streckgrenzenwerte (0,2-Grenze) bei Raumtemperatur bewegen sich je nach der Stahlgußsorte zwischen 18,6 und 30,8 kg/mm², liegen also nur wenig höher als die 0,01- und 0,03-Grenzen-Werte. Mit steigender Prüftemperatur sinkt die 0,2-Grenze stetig zu niedrigeren Werten ab, aber durchweg in geringerem Maße, als dies bei der Elastizitätsgrenze der Fall ist. Bei Prüftemperaturen von 500° ist die 0,2-Grenze auf 7,8 bis 16,5 kg/mm² gefallen. Die Lage der 0,2-Grenze bei 500° im Vergleich zu den bei Raumtemperatur ermittelten Werten schwankt zwischen 42 und 67 %; sie beträgt unter 50 % des Wertes bei Raumtemperatur bei den Güssen A, B, F, G, L und M und über 50 % bei den Güssen C, D, E, H, J und K. Die höchsten 0,2-Grenzenwerte bei 500° weisen die Güsse C (16,9 kg/mm²), E (16,2 kg/mm²) und J (16,5 kg/mm²) auf, die hohe Mangangehalte besitzen. Verhältnismäßig niedrige Werte der 0,2-Grenze werden bei den kohlenstoffärmsten Güssen A (7,8 kg/mm²) und B (10,2 kg/mm²) beobachtet, die auch nur geringe Mangangehalte aufweisen. Von den drei aus der Bessemerbirne stammenden Güssen F, G und H besitzt F mit niedrigstem Phosphor- und Schwefelgehalt die am tiefsten gelegene 0,2-Grenze (12,4 gegen 15,1 bzw.

15,2 kg/mm²). Auffallend ist die niedrige 0,2-Grenze (9,8 kg/mm²) bei Guß L mit 1,65 % Ni.

Die Lage der Elastizitäts- und 0,2-Grenze sowohl bei Raumtemperatur als auch bei den höheren Prüftemperaturen sowie der Grad ihres Abfalls mit steigender Temperatur ist in hohem Maße von der chemischen Zusammensetzung des Gusses abhängig. Bestimmte Gesetzmäßigkeiten lassen sich aus den vorliegenden Ergebnissen jedoch nicht ableiten.

In Abb. 21 sind die Dehngrenzenwerte für 0,01 und 0,03 % bleibender Dehnung getrennt für die einzelnen Prüftemperaturen aufgetragen. Bei 500° liegen die Dehngrenzen der kohlenstoffarmen Güsse A und B sehr niedrig. Auch

die nickellegierten Güsse L und M, die bei Raumtemperatur verhältnismäßig hohe Werte aufweisen, zeigen bei 500° keine Ueberlegenheit mehr.

b) Zugversuche. Die Versuche wurden ebenfalls auf einer 50-t-Amsler-Zerreißmaschine (25-t-Skala) im Temperaturgebiet von 20 bis 500° vorgenommen. Bei jedem Versuch wurde das Spannungs-Dehnungs-Schaubild selbsttätig

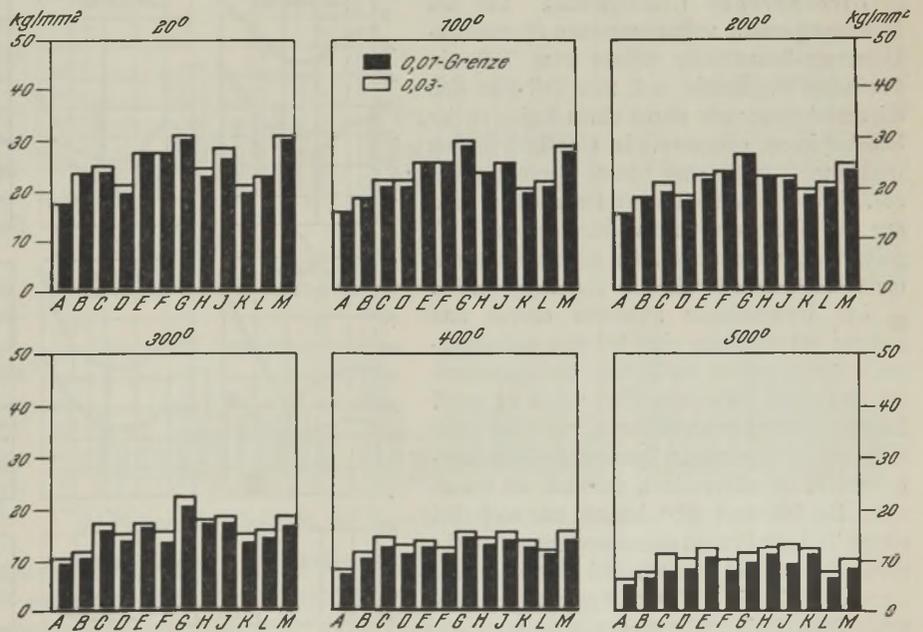


Abbildung 21. Dehngrenzen von Stahlguß bei erhöhten Temperaturen.

von der Maschine aufgenommen. Sämtliche Versuche wurden mit einer Spannungssteigerung von 0,2 kg/mm² · s bis zur Erreichung der Streckgrenze durchgeführt.

Die Ergebnisse der Zugversuche sind in Abb. 22 und 23 getrennt für die einzelnen Güsse in Abhängigkeit von der Prüftemperatur und in Abb. 24 und 25 nach Eigenschaften

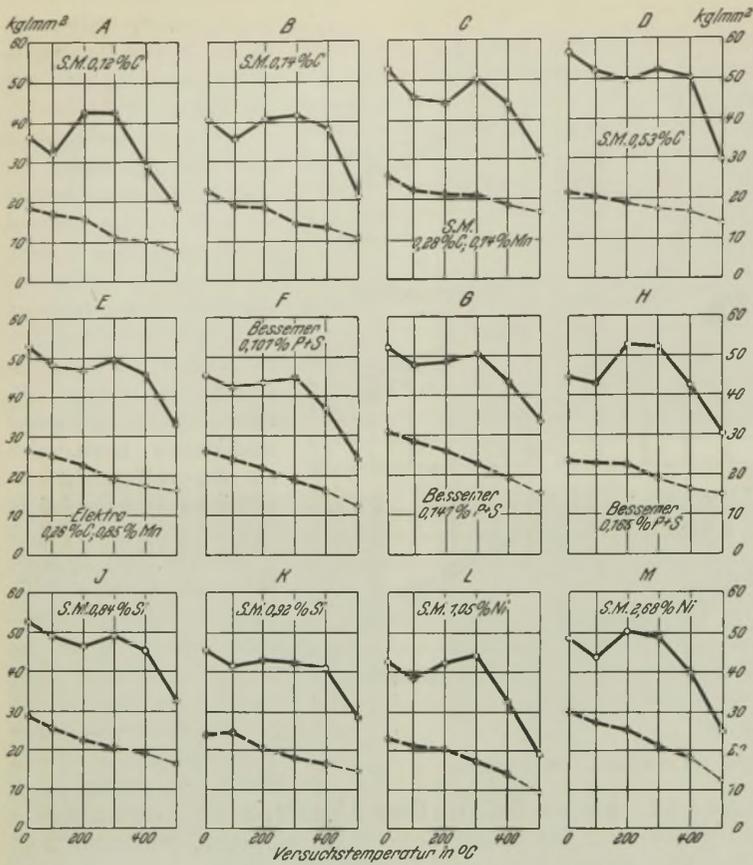


Abbildung 22. Zugfestigkeit (—) und Streckgrenze (---) von Stahlguß bei erhöhten Temperaturen.

reich und auf dem oberhalb der Streckgrenze gelegenen Ast des Spannungs-Dehnungs-Schaubildes zuweilen ähnliche Unregelmäßigkeiten (plötzlich rasch aufeinanderfolgende Lastabfälle) auf, wie sie gelegentlich einer Untersuchung an Kesselblechen beobachtet worden sind⁶⁾. In der schaubildlichen Darstellung in Abb. 22 ist in allen den Fällen, in denen keine ausgeprägte Streckgrenze (Naturgrenze) festgestellt werden konnte, die 0,2-Grenze eingesetzt und durch dünnere Strichführung kenntlich gemacht.

Die Streckgrenze sinkt bei allen untersuchten Stahlgüßsorten mit steigender Prüftemperatur stetig zu niedrigeren Werten ab. Die Lage der Streckgrenze sowohl bei Raumtemperatur als auch bei den höheren Prüftemperaturen ist in hohem Maße von der chemischen Zusammensetzung, insbesondere vom Kohlenstoffgehalt, abhängig, der eine Erhöhung der Streckgrenze verursacht. In gleichem Sinne wirken Mangan und Silizium. Eine verhältnismäßig hohe Streckgrenze (26,2 kg/mm²) bei Raumtemperatur besitzt Stahlguß C mit 0,74% Mn. Auf derselben Höhe (27,0 kg/mm²) bewegt sich die Streckgrenze des aus dem Elektrooofen stammenden Stahlgusses E mit gleichfalls hohem Mangangehalt (0,85%). Von den drei aus der Bessemerbirne stammenden Güssen F, G und H besitzt G entsprechend dem hohen Kohlenstoff- und Mangangehalt auch die höchste Streckgrenze (30,9 kg/mm²). Der verhältnismäßig

und Versuchstemperaturen geordnet schaubildlich aufgetragen.

Streckgrenze (Naturgrenze). Die bei Raumtemperatur aufgenommenen Spannungs-Dehnungs-Schaubilder weisen zum Teil ein deutliches Fließgebiet auf, zum Teil gibt sich die Streckgrenze nur durch einen Knick in der Schaulinie zu erkennen. In einzelnen Fällen treten auch obere und untere Streckgrenzen auf. In der schaubildlichen Darstellung sind nur die Werte der unteren Streckgrenze aufgeführt, da die der oberen in hohem Maße von nicht erfassbaren Einflüssen abhängig sind¹⁰⁾.

Die Unterschiede zwischen oberer und unterer Streckgrenze sind bei den untersuchten Stahlgüßproben nur gering. Sie überschreiten in keinem Falle den Wert von 2 kg/mm². Bis zu Versuchstemperaturen von 200° gibt sich die Streckgrenze im Spannungs-Dehnungs-Schaubild im allgemeinen deutlich zu erkennen. Bei 300 und 400° konnte nur noch bei einem Teil der Proben eine ausgeprägte Streckgrenze beobachtet werden. Bei 500° war keine Unregelmäßigkeit auf der Spannungs-Dehnungs-Schaulinie mehr wahrzunehmen.

Bei der Prüftemperatur von 200°, vereinzelt auch schon bei 100°, treten im Fließbe-

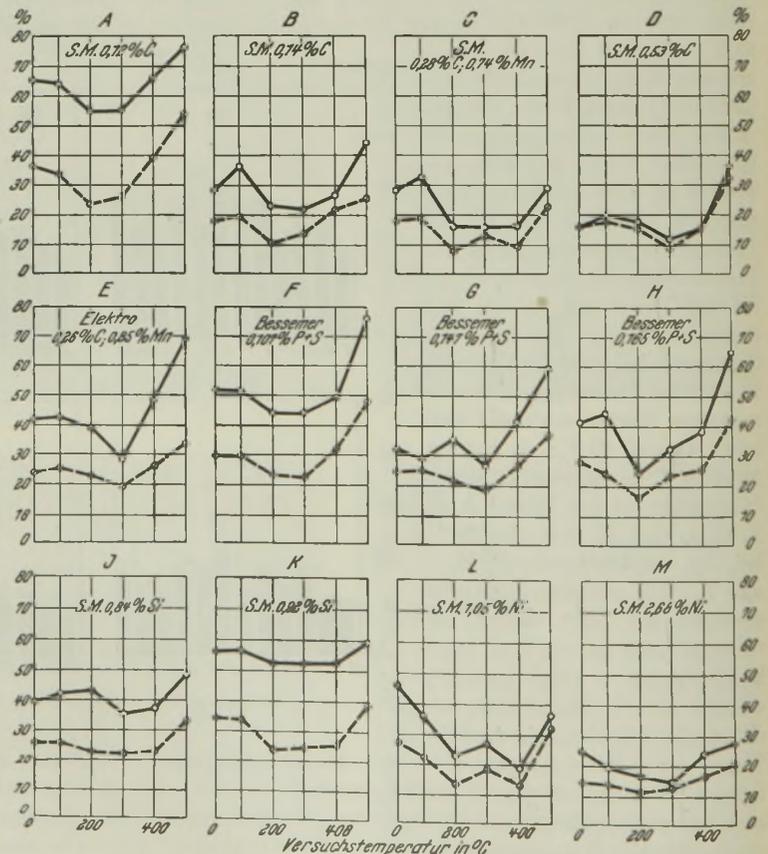


Abbildung 23. Dehnung (---) und Einschnürung (—) von Stahlguß bei erhöhten Temperaturen.

¹⁰⁾ F. Körber: Die Streckgrenze als Grundlage der Güte und Abnahmeprobe. Zwangl. Mitt. D. Vbd. Materialprüf. Techn. (1926) Nr. 8 S. 88/91. Ders.: Das Problem der Streckgrenze. Intern. Kongr. Materialprüf. Techn. Amsterdam (1927) S. 39.

hohe Schwefel- und Phosphorgehalt der Güsse G und H übt keinen schädlichen Einfluß auf die Lage der Streckgrenze aus. Der Einfluß des Siliziums in den beiden hochsilizierten Güssen J und K auf die Lage der Streckgrenze ist weniger groß, als auf Grund der Untersuchungen an hochsiliziumhaltigem Baustahl zu erwarten stand. Allerdings liegt der Kohlenstoffgehalt bei Stahlguß K verhältnismäßig niedrig (0,10 %). Ein Nickelzusatz von 1 % (Guß L) ist ohne Einfluß auf die Lage der Streckgrenze bei Raumtemperatur; dagegen bewirkt ein Nickelgehalt von 2,68 % (Guß M) eine Steigerung der Streckgrenze auf 30,5 kg/mm².

Die Unterschiede in den bei Raumtemperatur ermittelten Werten der unteren Streckgrenze und denen der 0,2-Grenze sind nicht erheblich; sie überschreiten einige zehntel kg/mm² nicht. Bei den höheren Prüftemperaturen liegen die 0,2-Grenzen-Werte durchweg etwas niedriger als die der unteren Streckgrenze, doch wird der Grad des Abfalls dieser Werte mit steigender Temperatur nur unwesentlich beeinflusst.

Zugfestigkeit. Die Zugfestigkeits-Temperatur-Schaulinie zeigt den von früheren Untersuchungen¹¹⁾ her bekannten Verlauf: Zunächst ein schwaches Absinken der Zugfestigkeit bis zu Versuchstemperaturen von etwa 100°, sodann ein erneuter Anstieg mit einem Höchstwert bei 200 bis 300° und schließlich ein rascher Abfall mit weiterer Erhöhung der Prüftemperatur (Abb. 22).

Die Zugfestigkeit sowohl bei Raumtemperatur als auch bei den höheren Prüftemperaturen ist in starkem Maße von der chemischen Zusammensetzung der Proben abhängig. Durchweg ist eine Steigerung der Zugfestigkeit mit steigendem Kohlenstoff- und Mangangehalt zu beobachten.

Die bei 500° ermittelten Zugfestigkeitswerte bewegen sich zwischen 45 und 68 % der bei Raumtemperatur festgestellten Werte. Sie schwanken je nach der Stahlgußsorte zwischen 18,3 und 34,2 kg/mm². Bei den unlegierten kohlenstoffarmen Güssen A und B ist die Zugfestigkeit bei 500° auf rund die Hälfte des Wertes bei Raumtemperatur gefallen. Stahlguß C und E mit höheren Mangangehalten weisen einen Rückgang der Zugfestigkeit bei 500° auf nur 60 bis 61 % des bei 20° gefundenen Wertes auf; Stahl D mit hohem Kohlenstoff- und niedrigem Mangangehalt zeigt dagegen einen Rückgang auf 53 %. Bei den Güssen G und H aus der Bessemerbirne mit hohem Schwefel- und Phosphorgehalt ist ein Rückgang der Zugfestigkeit auf 65 bzw. 68 % zu verzeichnen, während die an Phosphor und Schwefel weniger

reiche Bessemermelzung F ein viel weitergehendes Absinken der Zugfestigkeit auf 55 % des Wertes bei Raumtemperatur erfahren hat. Ein erhöhter Phosphor- und Schwefelgehalt ruft also keine schädliche Beeinflussung der Zugfestigkeit in der Wärme hervor. Bei den beiden hochsiliziumhaltigen Güssen J und K geht die Zugfestigkeit bei 500° auf 63 % des Wertes bei Raumtemperatur zurück, während Stahlguß L mit 1,05 % Ni einen Rückgang der Zugfestigkeit auf 45 % und Stahlguß M mit 2,68 % Ni einen

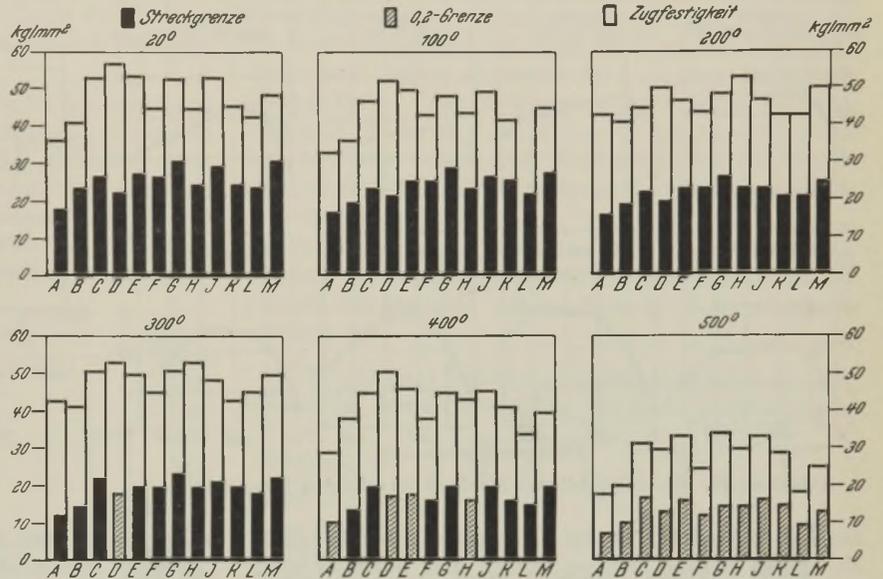


Abbildung 24. Zugfestigkeit und Streckgrenze von Stahlguß bei erhöhten Temperaturen.

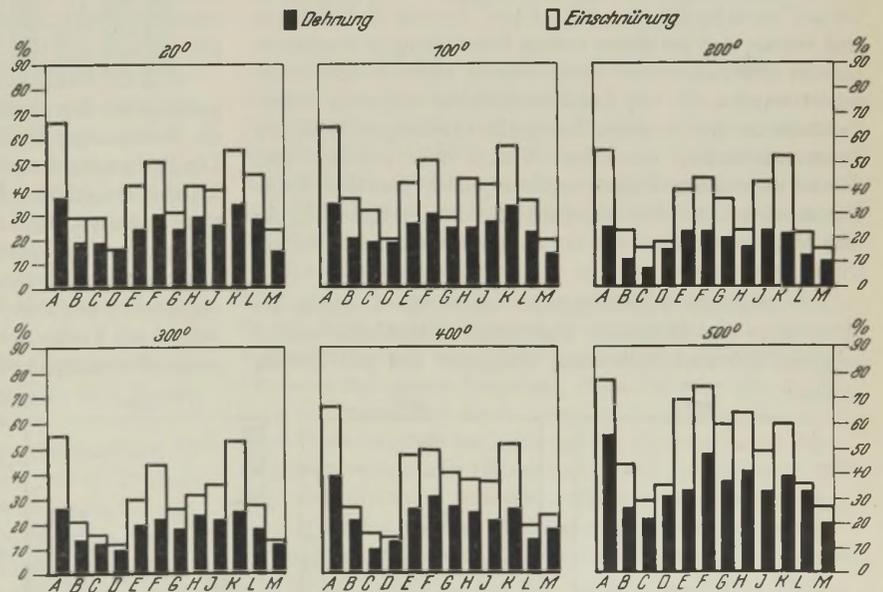


Abbildung 25. Dehnung und Einschnürung von Stahlguß bei erhöhten Temperaturen.

Rückgang auf 52 % des Wertes bei Raumtemperatur erleidet.

Eine Uebersicht über die Werte der Streckgrenze und Zugfestigkeit nach Schmelzen und Temperaturen geordnet gibt die schaubildliche Darstellung in Abb. 24.

Dehnung. Die bei Raumtemperatur ermittelten Dehnungswerte liegen durchweg wesentlich höher, als DIN 1681 für Stahlguß entsprechender Festigkeit vorschreibt. Nur bei den Güssen B und M werden die vorgeschriebenen Dehnungswerte um ein geringes unterschritten, und zwar werden bei Stahlguß B statt 20 nur 18,6 % und bei Stahlguß M statt 16

¹¹⁾ F. Körber und A. Pomp: Festigkeitseigenschaften von Stahlguß bei erhöhter Temperatur. Mitt. K.-W.-Inst. Eisenforsch. 6 (1924/25) S. 21.

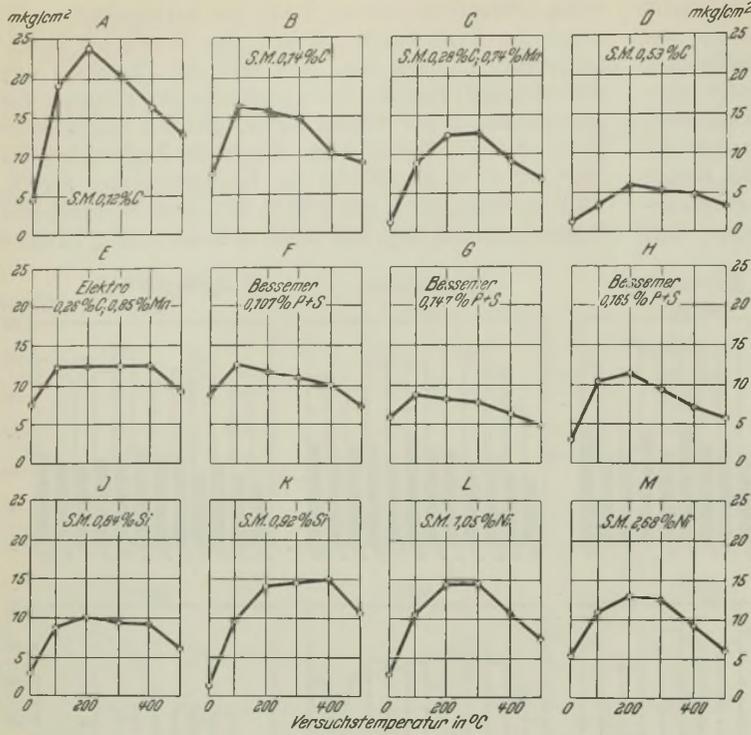


Abbildung 26. Kerbzähigkeit von Stahlguß bei erhöhten Temperaturen.

nur 14,5 % erreicht. Da bei den Schmelzungen B und M die Proben stehend gegossen worden sind, dürfte es nicht unwahrscheinlich sein, daß die verhältnismäßig niedrigen Dehnungswerte auf die besondere Lage der Proben beim Gießen zurückzuführen sind. Diese Ansicht findet darin eine Stütze, daß bei diesen beiden Schmelzungen wiederholt auf der Bruchfläche des Zerreißstabes kleine Fehler beobachtet wurden, die auf Lunkerhölräume schließen ließen. Versuche an drei weiteren Stahlgußschmelzungen ähnlicher Zusammensetzung desselben Werkes mit stehend und liegend gegossenen Proben ergaben jedoch praktisch keine Unterschiede in den Ergebnissen der Festigkeitseigenschaften, insbesondere der Dehnung zwischen diesen beiden Gußanordnungen.

Mit steigender Prüftemperatur nimmt die Dehnung ab (Abb. 23). Die Dehnungs-Temperatur-Schaulinien weisen bei etwa 200 und 300° einen Tiefstwert auf und steigen

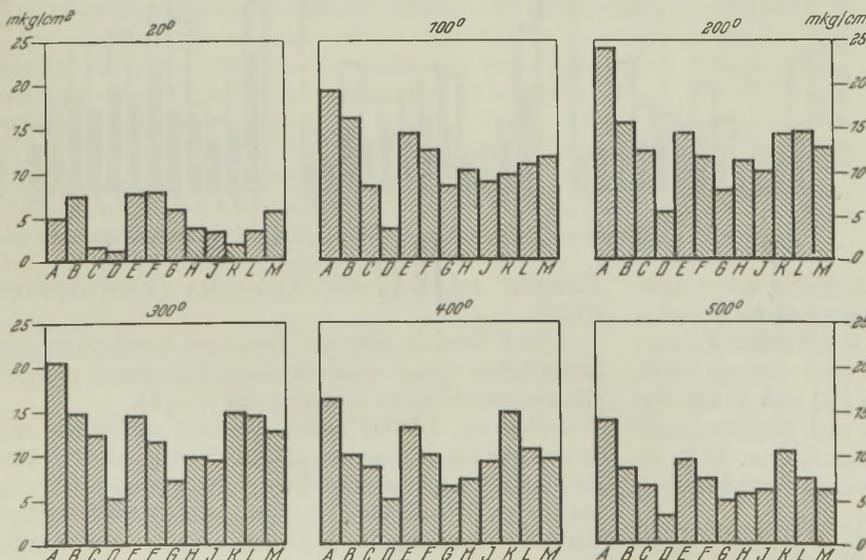


Abbildung 27. Kerbzähigkeit von Stahlguß bei erhöhten Temperaturen.

sodann mit Erhöhung der Prüftemperatur wieder an. In einigen Fällen tritt auch ein geringer Anstieg der Dehnung bis zu Versuchstemperaturen von 100° ein.

Einschnürung. Die Einschnürungs-Temperatur-Schaulinien weisen annähernd denselben Verlauf auf wie die Dehnungs-Temperatur-Schaulinien. Auch in diesem Falle durchlaufen die Kurven einen Tiefstwert im Tempera-

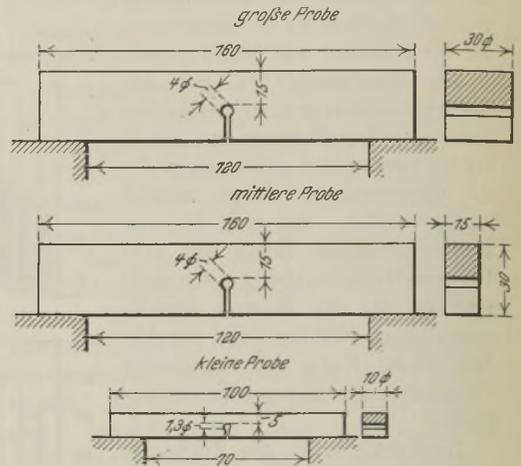


Abbildung 28. Probenformen.

turbereich von etwa 200 bis 300°. Die Schwankungen in den Dehnungs- und Einschnürungswerten sind zum Teil recht erheblich, was in der Natur des Stahlgusses begründet ist. Abb. 25 gibt einen Ueberblick über die Dehnungs- und Einschnürungswerte, nach Gußsorten und Prüftemperaturen geordnet.

c) Kerbzähigkeit. Die Ermittlung der Kerbzähigkeit geschah bei den gleichen Versuchstemperaturen, wie sie für die Bestimmung der Zugversuche angewandt worden waren. Die Proben wurden wie bei den Zerreißversuchen in Flüssigkeitsbädern erhitzt, 1/2 h lang auf der gewünschten Temperatur gehalten, dann rasch auf die Schabotte eines 75-mkg-Charpy-Pendelschlagwerkes, Bauart Losenhausenwerk, gelegt und zerschlagen. Die Zeit zwischen dem Herausnehmen der Proben aus dem Flüssigkeitsbad und dem Zerschlagen betrug nur wenige Sekunden, so daß eine nennenswerte Temperaturänderung in dieser Zeit nicht zu befürchten war.

Die Ergebnisse der Kerbschlagprüfung sind in Abb. 26 und 27 in Abhängigkeit von der Prüftemperatur bzw. nach Gußsorten geordnet schaubildlich aufgetragen.

Die Kerbzähigkeits-Temperatur-Schaulinie zeigt in Uebereinstimmung mit früheren Untersuchungen folgenden allgemeinen Verlauf (Abb. 26). Sie steigt, von Raumtemperatur ausgehend, mit steigender Prüftemperatur mehr oder weniger steil an, durchläuft einen Höchstwert bei Prüftemperaturen von 100 bis 200° und fällt sodann wieder ab. Bei Raumtemperatur liegen die ermittelten Kerbzähigkeitswerte zwischen 1,3 und 7,7 mkg/cm². Verhältnismäßig niedrige Werte (unter 2 mkg/cm²) weisen die unlegierten

Güsse C, D und der siliziumlegierte Guß K auf. Die höchsten Werte (über 7 mkg/cm²) sind bei den Güssen B, E und F zu finden. Die bei 500° ermittelten Kerbzähigkeitswerte liegen zum Teil auf gleicher Höhe wie die bei Raumtemperatur beobachteten, zum Teil liegen sie beträchtlich höher.

Die vergleichende Darstellung der Kerbzähigkeit, nach Prüftemperaturen bzw. Gußsorten geordnet (Abb. 27), läßt die Überlegenheit der weicheren Güsse im Temperaturbereich von 100 bis 300° erkennen.

Einfluß der Probenform und der Lage der Proben im Gußstück auf die Ergebnisse der Kerbschlagprüfung.

1. Einfluß der Probenform. Die bei den vorstehend beschriebenen Versuchen bei Raumtemperatur ermittelten Kerbzähigkeitswerte liegen zahlenmäßig durchweg recht niedrig. Es erschien daher von Wert, festzustellen, inwieweit die zu den Versuchen benutzte Kerbschlagprobe von 30 mm Vierkant hierfür verantwortlich zu machen ist, und welche Kerbzähigkeitswerte sich bei Verwendung anderer gebräuchlicher Probenformen ergeben.

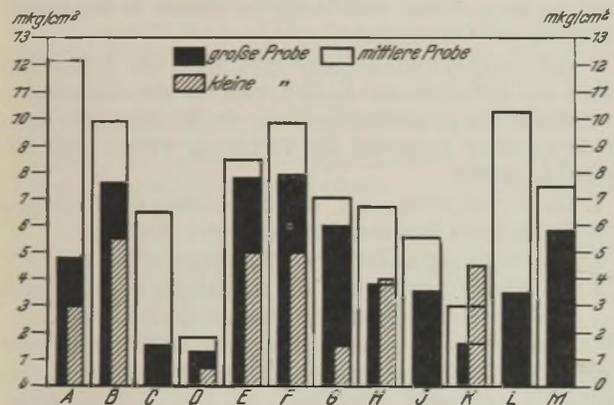


Abbildung 29. Vergleich der Kerbzähigkeit von Stahlguß bei verschiedenen Probenformen.

Zu diesem Zwecke wurden aus den restlichen Kerbschlagproben die in Abb. 28 dargestellten mittleren und kleinen Kerbschlagproben herausgearbeitet. Während bei der großen Kerbschlagprobe von 30 mm Vierkant der Bruchquerschnitt ein Rechteck von 30 × 15 mm darstellt, besitzt die mittlere Probe nur den halben Bruchquerschnitt, nämlich 15 × 15 mm, und ist quadratisch. Die kleine Kerbschlagprobe von 10 mm Vierkant weist einen rechteckigen Bruchquerschnitt von 10 × 5 mm auf. Sämtliche drei Proben besitzen Rundkerbe.

Die großen und die mittleren Proben wurden auf einem 75-mkg-Charpy-Pendelschlagwerk zerschlagen, für die Prüfung der kleinen Proben wurde ein Schlagwerk von 15 mkg benutzt.

Die Ergebnisse dieser Prüfung des Einflusses der Probenform auf die Kerbzähigkeit sind schaubildlich in Abb. 29 dargestellt. Die Versuche zeigen, daß die mittlere Probe fast ausnahmslos die höchsten und die kleine Probe die niedrigsten Kerbzähigkeitswerte ergibt. Dies trifft beispielsweise für die Güsse A, B, D, E, F und G zu. Der Unterschied der mittleren gegenüber der großen Probe ist besonders ausgeprägt bei den Güssen A, C und L, bei denen die mittlere Probe die 2,5-, 4,3- bzw. 3,1fachen Kerbzähigkeitswerte der großen Probe ergibt. Nur in einem Falle, nämlich bei Stahlguß K, liegt die Kerbzähigkeit der kleinen Probe höher als die der großen und mittleren. Bei Stahlguß H fallen die Werte der großen und kleinen Probe praktisch zusammen.

Die mittlere Probenform entspricht den Vorschriften der Vereinigung der Großkesselbesitzer¹²⁾, die folgende Kerbzähigkeitswerte vorschreibt:

Für Stahlguß I (35 bis 45 kg/mm² Festigkeit) mindestens 6 mkg/cm² und für Stahlguß II (über 45 kg/mm² Festigkeit) mindestens 4 mkg/cm².

Diesen Vorschriften genügen sämtliche Schmelzungen bis auf Guß D, der allerdings eine wesentlich höhere Zugfestigkeit als die übrigen Schmelzungen aufweist, und der hochsilizierte Guß K, der eine Kerbzähigkeit von nur 2,8 mkg/cm² besitzt.

Die Vereinigung der Großkesselbesitzer läßt in besonderen Fällen auch die kleine Probe von 10 mm Vierkant für die Kerbschlagprüfung von Stahl zu, ohne jedoch für diese Probenform andere Mindestwerte anzugeben als für die mittlere Probe. Unter Berücksichtigung der in den 8 Schmelzungen A, B, D, E, F, G, H und K bei Anwendung der kleinen Probe festgestellten Kerbzähigkeitswerte würden mehr als die Hälfte aller Schmelzungen ausfallen, da sie den Bedingungen nicht genügt.

Die Untersuchung zeigt, in wie hohem Maße das Ergebnis der Kerbzähigkeitsprüfung, insbesondere bei der Prüfung von Stahlguß, von der Form der Kerbschlagprobe abhängig ist.

2. Einfluß der Lage der Kerbschlagprobe im Gußstück. Von dem siliziumreichen Guß K, der nach einständi-

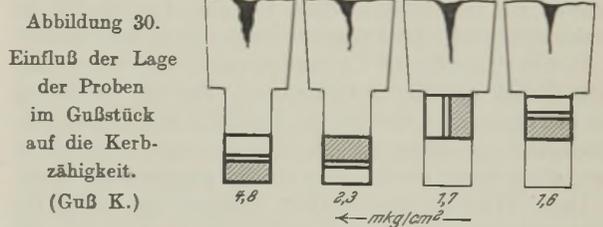


Abbildung 30. Einfluß der Lage der Proben im Gußstück auf die Kerbzähigkeit. (Guß K.)

gem Glühen bei 910° unter Verwendung der großen Kerbschlagprobe eine Kerbzähigkeit von nur 1,7 mkg/cm² ergeben hatte, wurden weitere Proben der gleichen Abmessung 2 h bei 1030° geglüht und auf Zugfestigkeit und Kerbzähigkeit geprüft. Die Festigkeitswerte der bei 1030° geglühten Proben decken sich praktisch mit den bei 910° geglühten.

Wie eingangs erwähnt (Abb. 6), sind bei dieser Schmelzung aus dem Versuchskörper zwei übereinanderliegende Proben herausgearbeitet worden. Bei den zuletzt geglühten Kerbschlagproben wurde nun die Lage der Bruchfläche im Versuchsstück genau festgelegt. Abb. 30 zeigt die Anordnung der Proben und die Anbringung des Kerbes. Die unter jeder Probe angeführten Zahlen geben die ermittelten Kerbzähigkeitswerte wieder (Mittel aus 2 bis 3 Einzelwerten). Es zeigt sich die auffallende Tatsache, daß je nach der Lage der Kerbschlagprobe im Gußkörper recht erhebliche Unterschiede in den Kerbzähigkeitswerten auftreten.

Die dem oberen Teil des Gußkörpers entnommenen beiden Proben weisen recht geringe Mittelwerte der Kerbzähigkeiten (1,6 bzw. 1,7 mkg/cm²) auf. Etwas höhere Mittelwerte, nämlich 2,3 mkg/cm², ergeben die Kerbschlagproben mit einer nach oben gelegenen Bruchfläche aus dem unteren Teil des Probekörpers. Der weitaus höchste Mittelwert von 4,8 mkg/cm² findet sich bei den Proben, deren Bruchfläche das untere Viertel des Gußkörpers einnimmt.

Die Untersuchung zeigt mit aller Deutlichkeit, wie außerordentlich stark abweichende Kerbzähigkeitswerte

¹²⁾ Richtlinien für die Anforderungen an den Werkstoff und Bau von Hochleistungsdampfkesseln. Herausgegeben von der Vereinigung der Großkesselbesitzer, e. V., Charlottenburg, im Selbstverlag (1926).

sich bei nur geringfügigen Unterschieden in der Anordnung der Proben ergeben können.

Zusammenfassung.

Es wurden 12 verschiedene Stahlgußsorten, teils unlegiert, teils legiert, aus dem Siemens-Martin-Ofen, der

Bessemerbirne und dem Elektroofen im Temperaturbereich von 20 bis 500° einer vergleichenden Untersuchung unterzogen. Die Prüfung umfaßte Dehngrenzenmessungen (0,01-, 0,03- und 0,2-Grenze) und die Ermittlung der Streckgrenze, Zugfestigkeit, Dehnung, Einschnürung und Kerbzähigkeit.

Ueber Kokskohlen und die Vorgänge bei ihrer Verkokung.

Von Dr. phil. Paul Damm in Hindenburg, O.-S.

[Mitteilung aus dem Kokereiausschuß¹⁾.]

Für die Verkokung von Steinkohlen sind nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft drei Eigenschaften von besonderer Bedeutung: 1. die Backfähigkeit, 2. der Treibdruck und 3. der Entgasungsverlauf.

Die Backfähigkeitszahlen geben Anhaltspunkte für das Schmelzvermögen der Kohlen. Je höher diese Zahlen liegen, desto größer ist der Gehalt der Kohlen an schmelzenden Bestandteilen, und desto besser sind diese befähigt, die nicht schmelzenden Anteile zu umhüllen und miteinander zu verkitten, so daß ein einheitlich geschmolzener Koks entsteht, in dem die ursprünglichen Kohlenbestandteile nicht mehr zu erkennen sind. Die Bestimmung der Backfähigkeitszahl erfolgt nach dem Verfahren von H. Meurice²⁾, das darin besteht, daß man feingemahlene Kohle zusammen mit feinkörnigem Sand verkokt. Ursache für die Backfähigkeit oder das Schmelzvermögen der Kohlen ist nach F. Fischer³⁾ das bei der Extraktion von Kohlen mit Benzol unter Druck gewonnene Oelbitumen. Für die Verkokung von Steinkohlen ist eine gewisse Backfähigkeit unbedingt erforderlich; je höher die Backfähigkeitszahl einer Kohle liegt, desto besser geschmolzen ist der ausgebrachte Koks.

Unter Treiben oder Blähen verstand man bisher die Volumenzunahme, die eine Kohle bei der Verkokung nach Muck oder in eisernen Tiegeln erfuhr. Aus der Beschaffenheit des Blähkegels wurden Schlüsse auf die Brauchbarkeit einer Kohle für die Verkokung gezogen. Im Betriebe wird nun eine Volumenzunahme, wie sie beim Laboratoriumsversuch eintritt, durch die Ofenwände verhindert. Hier kann sich das Blähen, wenn überhaupt, dann nur als Druck auf die Ofenwände äußern. Diese Unterschiede werden durch folgende Begriffsbestimmungen erfaßt:

Als Blähen ist lediglich die Volumenzunahme zu bezeichnen, die bei zahlreichen Kohlen eintritt, wenn sie sich im Erweichungszustande senkrecht zur beheizten Fläche frei ausdehnen können.

Als Treiben oder besser Treibdruck wird dagegen der Druck bezeichnet, den die gleichen Kräfte ausüben, die das Blähen bewirken, wenn die freie Ausdehnung der schmelzenden Kohlenmassen behindert ist.

Das Blähen und Treiben der Kohlen läßt sich bildlich und zahlenmäßig in einfacher Weise festlegen. Eine Ursache für dieses Verhalten der Kohlen ist nach Fischer das Festbitumen, das gleichfalls bei der Benzol-Druckextraktion der Kohlen erhalten wird.

¹⁾ Auszug aus Ber. Kokereiaussch. Nr. 30. Der Bericht ist im vollen Wortlaut erschienen im Arch. Eisenhüttenwes. 2 (1928/29) S. 59/72 (Gr. A: Nr. 30).

²⁾ Chal. Ind. 4 (1923) S. 45/52; vgl. Glückauf 62 (1925) S. 972/3.

³⁾ Brennstoff-Chem. 6 (1925) S. 33/43.

In der sich anschließenden Erörterung machte Professor Dr. phil. G. Agde (Darmstadt) folgende Ausführungen:

Bei Untersuchungen zur Ergänzung der wissenschaftlichen Grundlagen der Stückkoksbildung, die gemeinsam mit Dipl.-Ing. L. v. Lyncker mit dankenswerter Unterstützung durch die Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft ausgeführt wurden, sind ähnliche Ergebnisse erzielt worden, wie sie Dr. Damm dargelegt hat. Obgleich gemäß der Einstellung als Hochschul-

Der Treibdruck ist zwar nicht im gleichen Maße für die Verkokbarkeit einer Kohle erforderlich wie die Backfähigkeit, er befördert jedoch die Koksbildung sehr und wirkt hauptsächlich auf die Entstehung eines dichten Kokses hin. Von einer guten Kokskohle muß deshalb neben einer ausreichenden Backfähigkeit ein gewisser Treibdruck verlangt werden. Die oft vertretene Ansicht, daß das Treiben schädlich sei, ist irrig. Das Hängenbleiben des Kokses im Ofen, das im Betriebe meist als Treiben bezeichnet wird, hat mit dem Treibdruck wenig zu tun; hier handelt es sich vielmehr um ein mangelhaftes Schwinden des Kokses in den letzten Stunden der Garungszeit.

Der Entgasungsverlauf gibt wertvolle Aufschlüsse über das Verhalten der Kohlen während des Verkokungsvorganges. Die gesamte Abspaltung der flüchtigen Bestandteile aus einer Kohle bei der Verkokung wird in drei Abschnitte geteilt:

1. die Vorentgasung, d. i. das Entweichen der flüchtigen Bestandteile vor dem Erweichen der Kohlen;
2. die Entgasung in der Erweichungszone selbst und
3. die Nachentgasung, d. i. die Abspaltung von Gas nach der Wiederverfestigung der weichen Kohlenmassen.

Während der Vorentgasung erleiden die Kohlen mehr oder minder starke Veränderungen, die vor allem auf die Backfähigkeit ungünstig einwirken. Es gibt Kohlen, deren Schmelzvermögen durch die Vorentgasung völlig vernichtet werden kann. Je schneller die Kohlen auf die Temperatur ihres Erweichungspunktes erhitzt werden, desto geringer ist die Beeinträchtigung ihrer für den Verkokungsvorgang wichtigen Eigenschaften. Während die Stärke der Entgasung in der Erweichungszone Anhaltspunkte für den Treibdruck der Kohlen gibt, kann aus der Höhe der Nachentgasung auf die Beschaffenheit des ausgebrachten Kokses geschlossen werden. Je stärker die Nachentgasung ist, desto stärker ist das Schrumpfen des zunächst gebildeten Halbkokses und damit die Ribbildung im Koks. Ist die Nachentgasung nur gering, so besteht die Gefahr, daß der Koks an den Wänden stehenbleibt und nicht gestoßen werden kann.

In starker Abhängigkeit von den Eigenschaften der Kohlen stehen die Eigenschaften des erzeugten Kokses. Besonders deutlich zeigt sich dies bei der Verbrennlichkeit. Sie wird mit steigender Backfähigkeit und besonders mit steigendem Treibdruck geringer.

Die bei der Untersuchung der Kohlen gewonnenen Ergebnisse leisten dem Kokereibetriebe gute Dienste. Sie gestatten die Auswahl für die Verkokung besonders geeigneter Kohlen und die Herstellung von Kohlenmischungen, die einen für den jeweiligen Verwendungszweck am besten geeigneten Koks ergeben.

forschungsarbeit die sofortige Anwendung der Ergebnisse auf den Betrieb zurückgestellt werden mußte, scheinen sie von praktischer Bedeutung, und da angenommen wird, daß sie die Dammschen Untersuchungen ergänzen und bestätigen, soll kurz darüber berichtet werden.

Bis vor kurzer Zeit wurde noch allgemein angenommen, der Reinbrennstoff von Stückkoks bestehe im wesentlichen nur aus sogenanntem amorphen Kohlenstoff und Graphit, und die unter-

schiedlichen Verbrauchseigenschaften — Brenn- und Vergasungsgeschwindigkeit und Abriebfestigkeit — seien auf mengenmäßige Unterschiede und unterschiedliche Reaktionsfähigkeit dieser beiden Bestandteile zurückzuführen. Erst neuerdings⁴⁾ wurde bei Untersuchungen über die Ursachen der unterschiedlichen Reaktionsfähigkeit von Koks auf das Vorhandensein von Teerkoks als weiteren Koksbestandteil hingewiesen. Die Kenntnis der grundlegenden Unterschiede von amorphem Kohlenstoff und Graphit darf wohl allgemein vorausgesetzt werden; für die Kokschemie war von besonderer Bedeutung die Frage nach den Entstehungsbedingungen dieser Komponenten, besonders des Hauptbestandteils, des amorphen Kohlenstoffs. Dazu lag nur meine Vermutung⁵⁾ vor, die Hauptmenge entstehe aus der früheren Holzsubstanz der Kohle, von Fischer und seinen Mitarbeitern⁶⁾ im Gegensatz zum Bitumen Restkohle genannt.

Zur Erläuterung des noch nicht allgemein bekannten Begriffs „Teerkoks“ sei erwähnt, daß als Teerkoks das feste, im Stückkoks zurückbleibende Zersetzungserzeugnis nicht abdestillierter Teerbestandteile bezeichnet wird; je nach der Höhe des Wasserstoffgehalts wird von verschiedenem Zersetzungsgrad des Teerkokes gesprochen, und es war angenommen worden, daß der Teerkoks bei völliger Entfernung des Wasserstoffs in Graphit übergeht. Auch Mezger und Pistor⁵⁾ hatten angenommen, daß die Bitumina, und zwar besonders die Verkokungserzeugnisse von Oelbitumen, bei Temperaturen über 900° reaktionsträgen Graphit liefern; sie haben sogar darauf eine Theorie der Reaktionsfähigkeit aufgebaut, einen versuchsmäßigen Nachweis oder Analysenbelege für ihre Annahme haben sie aber auch nicht gebracht. Weiterhin hatte im Gegensatz zu Agde und Schmitt⁴⁾, die als erste auf die Entstehung von Graphit aus Teerkoks hingewiesen hatten, L. Nettlenbusch⁸⁾ die Ansicht ausgesprochen, der im Koks enthaltene Graphit sei aus der gasförmigen Phase abgeschieden, während H. Bähr⁷⁾ angenommen hatte, der Graphit entstehe sowohl aus der gasförmigen als auch aus der flüssigen (Teerkoks-) Phase. Ein versuchsmäßiger Nachweis von Graphit in Koks fehlt bisher ebenfalls noch.

Auch über das mengenmäßige Verhältnis der drei Bestandteile von Reinkoks, amorpher Kohlenstoff, Teerkoks und Graphit, hat man bisher noch keine Kenntnis. Ich glaubte im Gegensatz zu Bähr annehmen zu dürfen⁸⁾, die Hauptmenge von etwa im Koks vorhandenem Graphit stamme aus Teerkoks und nicht aus der gasförmigen Phase.

Zur Ausfüllung der Lücken unserer Kenntnisse der Stoffumwandlungen bei dem Verkokungsvorgang von Steinkohlen sind die durch die bekannte Benzoldruckextraktion nach Fischer⁹⁾ erhaltbaren Kohlebausteine benutzt worden. Bei dieser Extraktion haben wir in Uebereinstimmung mit Dr. Damm festgestellt, daß die Trennung nicht vollständig ist.

Die Verkokung von gepulverter extrahierter Restkohle ergab keinen gebackenen Koks, sondern wieder ein feines Pulver, das durch seine außerordentlich starke Adsorptionsfähigkeit und im Vergleich zu den Verkokungserzeugnissen von Bitumen außerordentlich starke Reaktionsfähigkeit zeigte. Dabei muß noch betont werden, daß beim Beobachten des Restkohlenkokes unter dem Mikroskop schon bei schwacher Vergrößerung die Anwesenheit von Teerkoks zu erkennen war, der die Poren verstopft, den Adsorptions- und Reaktionsvorgängen war also noch lange nicht die feste Grenzfläche dargeboten. Damit war der bisher fehlende Beleg für die Richtigkeit der erwähnten Annahme über die Bildung von amorphem Kohlenstoff geliefert.

Der Beweis für das Bestehen von Teerkoks wurde einmal so erbracht, daß Proben der bei der Extraktion von Kokskohle gewinnbaren Oel- und Festbitumen bei verschiedenen Temperaturen verkokt wurden und die Koks der Elementaranalyse unterworfen wurden. Dabei ergab sich, daß auch ein bei 1000° hergestellter Teerkoks noch Wasserstoff enthält. Dagegen mußte die Annahme, daß sich „Teerkoks“ bei genügend hohen Temperaturen in Graphit umwandelt, berichtigt werden. Es wurde durch Adsorptionsmessungen nachgewiesen, daß sich die Verkokungserzeugnisse von Oelbitumen gerade in reaktionsfähigen Kohlenstoff umsetzen, und daß die Rußüberzüge, die bei den Reaktionsfähigkeitsbestimmungen die Ergebnisse so stark verschleiern, wahrscheinlich auf die Bildung solchen reaktionsfähigen Kohlenstoffs aus Oelbitumenkoks zurückgeführt werden müssen.

Der Nachweis des Vorhandenseins von Graphit und seiner Bildung aus Teerkoks war sehr schwer zu führen, da ein auch nur

einigermaßen einwandfreies Verfahren zur mengenmäßigen Bestimmung von Graphit auf chemischem Wege fehlt. Auch die röntgenographische Untersuchung nach Debye-Scherrer hat keine Unterscheidung ermöglicht. Dagegen hat eine andere optische Arbeitsweise von Ramdohr zwar nicht Aufschluß über die quantitative Zusammensetzung, aber doch außerordentlich wertvollen Einblick in die Umwandlungsvorgänge gestattet⁹⁾. Hier sei kurz gesagt, daß Graphit als anisotrope Substanz im auffallenden polarisierten Licht sogenannten Reflexpleochroismus zeigt, d. h. Kristallschnitte senkrecht zur Basis der Kristalle zeigen beim Drehen des Objektisches um 360° zweimal Aufhellung und zweimal Verdunkelung. Auf unsere Forschung aufmerksam gemacht, hat Professor Ramdohr nach seinem Verfahren Koks untersucht und uns seine Aufnahmen zur Auswertung für die Theorie der Stückkoksbildung zur Verfügung gestellt.

Aus der schichtweisen Lagerung der Kokswandung konnte z. B. deutlich ersehen werden, daß die Hauptmenge des Graphits wahrscheinlich aus Teerkoks entsteht, der wieder aus einer flüssigen Substanz entstanden ist. Auch die zuerst von Bähr¹⁰⁾ geäußerte Annahme, Graphit entstehe außerdem durch Abscheidung von Kohlenstoff aus der gasförmigen Phase, erhielt durch Beobachtung von Ramdohr eine Bestätigung; doch tritt die so gebildete Menge gegenüber der erstgenannten zurück. Auch das Vorhandensein von Teerkoks im technischen Koks hat Ramdohr nachweisen können, allerdings nur insoweit, als der Teerkoks in Nesterform vorliegt.

Ueber die Mengenverhältnisse der Komponenten im gewöhnlichen Stückkoks kann noch nichts Bestimmtes gesagt werden, da der Grad der gegenseitigen Umwandlung der Einzelkomponenten mit den bisher bekannten Verfahren nicht feststellbar ist; nur eine rohe Schätzung nach dem Gesichtspunkt der Größenordnung ist möglich, und da ergibt sich, daß der Teerkoksgehalt in üblichen Koksen nicht über 10% sein kann.

Um Einblick in die Ursachen der unterschiedlichen Oberflächengestaltung von Koks zu gewinnen, die ja neben der stofflichen Zusammensetzung ausschlaggebend ist für den jeweiligen Reaktionsablauf von Koks mit Gasen, wurde das Auftreten von Treiberscheinungen bei der Koksherstellung näher untersucht. Als Treiben wird dabei bezeichnet, daß das scheinbare Volumen des Verkokungserzeugnisses größer ist als das scheinbare Volumen der Kokskohle. Ueber diese Frage lag bei Beginn der Untersuchungen die grundlegende Arbeit von Fischer, Broche und Strauch³⁾ vor. Das Ergebnis dieser Arbeit lautet dahin, daß Oelbitumen der Träger des Backvermögens der Kohlen ist; wenn es in genügender Menge im Bitumen der Kohle enthalten ist, läßt es diese beim Verkoken erweichen und einen guten geflossenen Koks entstehen. Das Festbitumen ist im wesentlichen der Träger des Treibvermögens und führt, wenn sein Zersetzungspunkt mit dem Erweichungspunkt der Kohle zusammenfällt, zu einem aufgetriebenen geblähten Koks.

Ueber das Backvermögen des Festbitumens ist an anderer Stelle gesagt, „daß selbstverständlich auch bei Zusatz des Festbitumens zu Restkohle ein gewisses Schmelzen und Teigigwerden der Kohle stattfindet; denn nur dann könne ein getriebener Koks anfallen, wenn die Zersetzungsgase eine teigige plastische Masse antreffen“. Die Richtigkeit dieser Angaben ist von Bone, Pearson und Quarendon¹¹⁾ einerseits und Davies und Reynolds¹²⁾ andererseits bestritten worden. In einer Arbeit, die nach Beginn der hier behandelten Untersuchungen erschien, haben H. Broche und Th. Bähr¹³⁾ nachgewiesen, daß die Unterschiede in den Ergebnissen durch Unterschiede in den Versuchsbedingungen verursacht sind.

Dieses Ergebnis haben im großen und ganzen auch die hier behandelten Untersuchungen gehabt; nur wird besonders nachdrücklich auf die Wichtigkeit der Rolle des Festbitumens für das Backvermögen der Kokskohlen hingewiesen. Außerdem konnte aus den Untersuchungsergebnissen der Schluß gezogen werden, daß die Treiberscheinungen in erster Linie als physikalische Begleit- und Folgeerscheinung verschiedener, durch die Natur der Koksbildner und ihrer Mengenverhältnisse gegebener Ursachen betrachtet werden müssen. Tiegelverkokungsproben bestätigten die Richtigkeit der Versuche von Broche und Bähr, sie bewiesen, daß es durch planmäßige Aenderung der Kornfeinheit der Restkohle einerseits und der Festbitumen-Zusatzmenge andererseits möglich ist, aus Restkohle und Festbitumen getriebene und nicht getriebene

⁴⁾ G. Agde u. H. Schmitt: Theorie der Reduktionsfähigkeit von Steinkohlenkoks. (Halle a. d. S.: W. Knapp 1928.)

⁵⁾ R. Mezger u. F. Pistor: Die Reaktionsfähigkeit des Kokes. (Halle a. d. S.: W. Knapp 1927.)

⁶⁾ Brennstoff-Chem. 8 (1927) S. 37/41 u. 121/3; 9 (1928) S. 16.

⁷⁾ Brennstoff-Chem. 9 (1928) S. 17.

⁸⁾ Brennstoff-Chem. 9 (1928) S. 18.

⁹⁾ P. Ramdohr: Mikroskopische Beobachtungen an Graphiten und Koksen. In: Arch. Eisenhüttenwes. 1 (1927/28) S. 669/72 (Gr. A: Nr. 25).

¹⁰⁾ Brennstoff-Chem. 9 (1928) S. 17.

¹¹⁾ Proc. Roy. Soc. London A 105 (1926) S. 608.

¹²⁾ Ind. Engg. Chem. 18 (1926) S. 838.

¹³⁾ Brennstoff-Chem. 6 (1925) S. 349/54.

Kokse herzustellen, oder mit anderen Worten, die Bedingungen des Auftretens von Treiberscheinungen zu ermitteln. Da außerdem eine Fülle von beiläufigen Beobachtungen zu dem Schluß zwang, daß die Treiberscheinungen nicht nur an die Zersetzung von Festbitumen gebunden sind, sondern daß bei gleicher Korngröße des Restkohlen-Magerungszusatzes in erster Linie die bei der Verkokung entstehende relative Teerkoksmenge und dessen Entstehungsbedingungen und Eigenschaften die ausschlaggebenden Größen für das Eintreten des Treibvorganges seien, so wurde ein normales Gemisch von Restkohle und Festbitumen mit stetig gesteigerten Zusatzmengen an Oelbitumen verkokt. Das Ergebnis zeigte ebenfalls die Richtigkeit der Vermutungen.

Wenn trotzdem die Schlüsse von Fischer, Breuer und Broche in der grundlegenden Arbeit, das Festbitumen sei der Träger des Treibvermögens, als richtig anerkannt werden, so wird das außer durch die nachstehenden auf eigenen Pfaden erhaltenen Ergebnisse einmal damit begründet, daß solche Mengen an Oelbitumen, wie sie bei dem oben beschriebenen Versuch benutzt wurden, bei natürlichen Kokskohlen nicht vorkommen. Wenn dagegen hier mit besonderem Nachdruck auf den Anteil des Festbitumens an der Treibwirkung der Bitumina betont wird, so geschieht das, weil in der Regel der mengenmäßige Anteil des Oelbitumens an der im normalen Koks vorhandenen Teerkoksmenge im Gegensatz zum Festbitumen gering ist. Das ist dadurch bedingt, daß ein großer Teil des Oelbitumens vor der Verkokung abdestilliert, mit anderen Worten, daß Oelbitumen ein schlechterer Teerkoksbildner ist als Festbitumen.

Einfache Ueberlegungen ergeben nun, daß das Auftreten von Treiberscheinungen von mehreren Ursachen abhängen kann; es kann einmal die von Fischer in der grundlegenden Arbeit angenommene, aber nicht durch Versuche belegte Ursache sein, daß eine plötzliche Gasentwicklung, wie sie z. B. durch plötzliche Zersetzung von Festbitumen innerhalb der teigigen Masse auftritt, den Teig aufreibt, es kann aber auch die unterschiedliche Gasdurchlässigkeit verschiedener Kohlschmelzen sein, so daß die sich in der Masse entwickelnden Gasemengen nicht gleichmäßig entweichen können. Diese Vermutung wurde durch die Tatsache geklärt, daß Treiberscheinungen in erster Linie bei jüngeren Kohlen auftreten, die viel Festbitumen enthalten; denn Festbitumen zeigt eine größere Teerkoksausbeute als Oelbitumen.

Bei der Gasdurchlässigkeit muß man zwei Größen berücksichtigen, einmal die Porigkeit und weiterhin den Erweichungsgrad, wie er sich je nach Art und Menge der Bitumengehalte beim Erhitzen einstellt und den Gasblasen gestattet, hindurchzuperlen. Es war von vornherein nicht zu erwarten, daß die Einzelwirkung dieser Vorgänge und Größen erfaßt werden konnte, Vorversuche zeigten jedoch, daß wenigstens die Feststellung ihres Einflusses auf die Oberflächengestaltung erkennbar gemacht werden könnte, und die Ergebnisse haben den Erwartungen entsprochen.

Zur Prüfung, ob die Fischersche Ansicht richtig ist, daß eine stoßweise Gasentwicklung innerhalb des plastischen Zustandes der Kohle die Ursache der Treiberscheinung ist, wurde die beim stetig gesteigerten Erhitzen der Kohle beobachtbare Gasentwicklung in Abhängigkeit von Zeit und Temperatur gemessen. Die Untersuchungen zeigten, daß tatsächlich bei treibenden Kohlen eine wesentlich größere Gasentwicklung innerhalb des plastischen Zustandes der Kohle zwischen 400 und 600° feststellbar war als bei nicht treibenden Kohlen. Zur Prüfung, welche Kohlenbausteine diese plötzliche Gasentwicklung bedingen, sind dann gleiche Mengen von Fest- und Oelbitumen sowie von Restkohle unter gleichen Bedingungen verkokt worden; die gleiche Lage der

Spitzen in der Gasmengen-Zeit-Kurve zeigte, daß die innerhalb des plastischen Zustandes der Kohle auftretende plötzliche Gasentwicklung der Zersetzung des Festbitumens zugeschrieben werden muß.

Zur Prüfung der unterschiedlichen Porigkeit von Koks-schmelzen wurden in eisernen Röhren von gleicher Länge und gleichem Durchmesser Gemische von treibenden Kokskohlen und stetig gesteigertem Anthrazitzusatz verkokt und die Verkokung bei Temperaturen abgebrochen, bei denen die Kohle noch plastisch war. Durch die abgekühlten Kokspfröpfe wurde dann unter gleichen Druckbedingungen Luft geleitet und die Zeit als Vergleichsmaßstab benutzt, die notwendig war, um eine gleiche Luftmenge durch die Kokssäule zu schicken. Dabei hat sich erwartungsgemäß ergeben, daß treibende Kohlen weniger gasdurchlässige Schmelzen liefern als nicht treibende Kohlen, wie sie in diesem Falle eben durch planmäßiges Zumischen von Anthrazit hergestellt worden waren.

Eine andere Form der Gasdurchlässigkeit ist durch den unterschiedlichen Erweichungsgrad der Kohle bedingt. Zur vergleichenden Messung dieses Erweichungsgrades sind schon Verfahren ausgearbeitet worden¹⁴⁾, hier ist für die zu besprechenden Untersuchungen das von der Asphaltindustrie bekannte Nadelpenetrometer benutzt worden. Die Ergebnisse der Messungen wurden in Kurven niedergelegt, die selbstverständlich den jeweiligen Erweichungsgrad nur so weit zeigen, wie ein Einsinken der Nadel stattfindet; sobald das Treiben beginnt, wird die Nadel gehoben, man hat dann durch Festlegung dieser Beobachtungen einen Vergleichsmaßstab für das Treiben der Kohle.

Ein Vergleich der Erweichungsgradkurven zeigte, daß Kohlen, die verhältnismäßig gute Kokseliefern, wo also günstige Bitumenverhältnisse in bezug auf Gesamtmenge, Oel- und Festbitumenmengen vorliegen, tatsächlich einen niedrigeren Erweichungspunkt zeigen als Kohlen, die getriebene Kokse liefern. Weiterhin zeigt der Vergleich der Einsinktiefen der Nadel, daß die Nadel in Kohlen-schmelzen, die besonders gut geflossene Kokse liefern, jeweils am tiefsten einsinkt. Es hat den Anschein und Beobachtungen sprechen dafür, daß die Unterschiede und Änderungen des Erweichungsgrades von besonders großem Einfluß auf die Oberflächengestaltung von Koks sind.

Für die Auswertung der durch die vergleichenden Messungen erhaltbaren Kurven wurden Grundbilder benutzt, wobei vorausgesetzt ist, daß wie bei der technischen Koksherstellung die Porigkeit durch Zugabe poriger Koks-bildner—Magerkohle oder Halbkoks—geregelt ist, also die stoßweise Gasentwicklung innerhalb der plastischen Phase sich nicht als Treiberscheinung auswirkt.

Man kann danach drei, allerdings ohne scharfe Grenzen ineinander übergehende Erweichungsgradstufen unterscheiden, und man kann Schlüsse auf die Gestaltung des Koks ziehen. Je nachdem, innerhalb welcher der drei Zonen die Änderung des plastischen Zustandes von dem Erstarrungsvorgang des Koks überholt wird, ob in der Backzone, Treibzone oder Fließzone, erhält man gebackene, getriebene oder gut geflossene Kokse.

Die Untersuchungen über die Anwendung dieser auf dem Wege der vergleichenden Messungen erhaltbaren Ergebnisse sind noch nicht abgeschlossen. Als vorläufiges Ergebnis kann aber bereits gebucht werden, daß eine Reihe von bisher schon geübter Verfahren zur Verbesserung der Koks-eigenschaften eine wissenschaftliche Begründung erhalten, und es scheint das Ziel erreichbar, künftighin Versuche zur Verbesserung der Koksverbrauchs-eigenschaften planmäßiger als bisher durchzuführen.

¹⁴⁾ H. Greger: Braunkohlenarchiv, H. 9 (1925) S. 78.

Flocken im Chromstahl.

Von Dipl.-Ing. Walter Aichholzer in Kattowitz.

[Mitteilung aus dem Werkstoffausschuß des Vereins deutscher Eisenhüttenleute¹⁾.]

In den gebräuchlichen Chromstählen scheint sich die Erscheinung der Flocken am häufigsten in solchen mit ungefähr 1% C und 1 bis 3% Cr zu finden. Bei gleichem Kohlenstoff-, jedoch vermindertem Chromgehalt treten Flocken seltener auf, und schließlich fehlen sie in Stählen mit niedrigem Kohlenstoff- und niedrigem oder mittlerem Chromgehalt (bis 1,5%) sowie in hoch kohlenstoff- und chromhaltigen Stählen gänzlich.

Die vorliegende Untersuchung wurde an Stählen durchgeführt, die 0,8 bis 1,2% C und 1 bis 3% Cr enthielten.

¹⁾ Auszug aus Ber. Werkstoffaussch. V. d. Eisenh. Nr. 105 (1927); zu beziehen vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf.

Der Mangan- und Siliziumgehalt schwankte zwischen 0,20 und 0,30%, der Phosphor- und Schwefelgehalt lag unter 0,020%. Der Gehalt an Nickel und Wolfram überschritt nicht 0,20%.

Im allgemeinen finden sich Flocken in Werkstücken, die aus Blöcken größerer Querschnittsabmessungen hergestellt werden, öfter als in solchen aus kleineren Blöcken. Ihre Verteilung im Querschnitt ist meist die, daß sie am Rande gänzlich fehlen und nach dem Kern zu häufiger werden. Daß Flocken auch unmittelbar am Rande auftreten, erscheint nicht ausgeschlossen, doch dürften solche Fälle bei Chromstählen als Ausnahmen zu bezeichnen sein.

Die gegenseitige Lage der Flocken zueinander ist verschieden; sie finden sich teils in größeren Abständen verstreut, teils eng beisammen in Nestern angeordnet.

Beim Zersägen flockenhaltiger Werkstoffe in eine größere Menge kleiner Stücke wird man öfters Gelegenheit finden, Einzelrisse oder Gruppen von Rissen, die schon mit freiem Auge oder bei geringer Vergrößerung sichtbar sind, aufzuschließen. Auch scheinbar einwandfreie Schnittflächen zeigen häufig nach Tiefätzung leicht sichtbare Risse. Auch beim Biegen oder Stauchen von Scheiben in normaler Schmiedehitze kann man beobachten, daß mehr oder minder tiefgehende Risse vorwiegend in der Kernzone aufklaffen.

Die bisherigen Beobachtungen beziehen sich auf bereits verarbeiteten Werkstoff. Es ist jedoch von Bedeutung, festzustellen, ob Risse bzw. Flocken auch schon im unverarbeiteten Block auftreten. Zu diesem Zweck wurde aus einem unverarbeiteten Block einer Schmelzung, in deren verarbeiteten Blöcken Flocken beobachtet worden waren, eine Scheibe ausgestochen. Aus dieser entnommene Schliffstücke zeigten nun unter dem Mikroskop Haarrisse, die, nach ihrer Lage und Form beurteilt, keinen Zweifel darüber ließen, daß es sich hier um die gleiche Art von Rissen handelte, wie sie makroskopisch an anderen Schliffstücken beobachtet worden waren, und zwar entsprach jeder Riß einer einzelnen Flocke.

Diese Feststellung war für den Gang der weiteren Untersuchung von besonderer Wichtigkeit. Das Wesen der Flocken mußte sich nämlich durch die Untersuchung des Kleingefüges der Rißränder klären. Da nun beobachtet werden konnte, daß die Risse mit einem für die Zusammensetzung des Stahles anormalen Gefüge zusammenfielen, so war damit der Zusammenhang zwischen Gefüge und Flocken gegeben. Bezüglich dieser Untersuchungen im einzelnen sei auf die Originalarbeit verwiesen.

Aus den Gefügeuntersuchungen ließ sich jedenfalls schließen, daß flockenhaltiger Stahl starke Karbidanreicherungen aufweist, die teils eutektischen Ursprungs sind. Jede Gruppe dieser Karbide muß naturgemäß eine Zone bilden, die eine vom durchschnittlichen Kohlenstoff- und Chromgehalt des Stahles abweichende Konzentration dieser beiden Elemente besitzt. Durch geeignete Wärmebehandlung wurde das Verhalten dieser Zonen beobachtet und der Nachweis erbracht, daß sie tatsächlich einen von der beabsichtigten Zusammensetzung des Stahles abweichenden Kohlenstoff- und Chromgehalt besitzen. Danach würde flockenhaltiger Stahl aus einem Gemenge bestehen, dessen einer Bestandteil A ein Stahl mit der beabsichtigten Zusammensetzung (rd. 1 % C und rd. 2 % Cr) und dessen zweiter Bestandteil B ein wesentlich höher legierter Stoff (z. B. 1,5 bis 2,0 % C und 13 % Cr) ist, eine Annahme, die durch die Untersuchung des Kleingefüges bestätigt wurde.

Härtet man flockenhaltigen Stahl beispielsweise bei 950°, so müßte diese Temperatur für den Stahl A eine kräftige Ueberhitzung, hingegen für den Stahl B eine normale Härtetemperatur vorstellen. Die Schliffbeobachtung der bei 950° in Wasser gehärteten Proben ergab nun folgendes: Die Umgebung der großen Karbide besteht aus einer ausgesprochen strukturlosen Grundmasse. Im Gegensatz dazu erscheint das Gefüge aller übrigen Schliffstellen auffallend grob martensitisch.

Was die Schlackeneinschlüsse flockenhaltigen Stahles anbelangt, so zeigte die Mikrountersuchung der Schliffe, daß sich die größeren Schlackeneinschlüsse, was sich auch ohne weiteres erklärt, nahezu ausnahmslos in

unmittelbarer Nähe der eutektischen Karbide, jedenfalls aber in den an Kohlenstoff und Chrom angereicherten Zonen finden. Ob die Schlacken bei der Entstehung der Flocken eine Rolle spielen, erscheint sehr unwahrscheinlich, denn ihre Auswirkung könnte höchstens von der Art sein, die man allgemein von Schlacken annimmt. Andererseits führen derartige Einschlüsse bei unlegiertem Werkzeugstahl, der sicherlich in vielen Fällen wohl kaum einen größeren Reinheitsgrad als der hier in Betracht gezogene Chromstahl besitzen wird, niemals zu Flockenbildung. Auch daß die Schlacke des Chromstahles von anderer Zusammensetzung (Chromoxyde) sei als die des unlegierten Stahles gleichen Kohlenstoffgehaltes, wird sich schwerlich zu einem Beweis, der die Erscheinung der Flocken aus den Schlackeneinschlüssen erklären könnte, erweitern lassen.

Für Nickel-Chrom-Stähle ist von P. Bardenheuer²⁾ der Zusammenhang zwischen den an Kohlenstoff und Chrom angereicherten Stellen und der Möglichkeit einer Rißbildung deutlich ausgesprochen worden. Die dort geltenden Ueberlegungen können ohne weiteres auf reine Chromstähle übertragen werden.

Außer den Spannungen, die im Bereich der eutektoiden Temperatur auftreten, kommen bei Chromstählen jedenfalls noch Spannungen dadurch hinzu, daß die an Kohlenstoff und Chrom angereicherten Erstarrungsreste sich bei der Härtung in der Weise von den nicht angereicherten Stellen unterscheiden, daß sie eine geringere Volumenvermehrung als die letzten erfahren. Um sich über die infolge der ungleichen Zusammensetzung auftretenden Spannungen ein Bild machen zu können, wurden Längenänderungs-Messungen beim Härten an Stählen mit rd. 1 % C, 2 % Cr (A) und 1,6 % C und 13 % Cr (B) angestellt. Gegen den geglähten Zustand hatten die beiden Stähle durch Härtung die in Zahlentafel 1 angegebenen Längenänderungen erfahren.

Zahlentafel 1. Längenänderungen durch Härtung.

Bezeichnung des Stahles	Längenänderung in %	Mittel der Längenänderung in %
A	0,141	0,135
	0,127	
	0,137	
B	0,003	0,0075
	0,012	

Die Verlängerung, die der Stahl A durch das Härten erfahren hat, beträgt rd. das 18fache von der des Stahles B. Auf Grund dieser Zahlenangabe wird man sich eine Vorstellung darüber machen können, welche Spannungen zwischen Dendriten und Erstarrungsresten beim Abschrecken entstehen können.

Die als Flocken erscheinenden Stofftrennungen dürften jedoch allerdings wohl ausschließlich auf Spannungen zurückzuführen sein, die bei höheren Temperaturen (Perlitumwandlung) als die eben erwähnten Härtenspannungen wirksam sind. Das grobkörnige, hellglänzende Aussehen der Flocken kann nämlich durch die chemische Zusammensetzung der Flocken nicht erklärt werden. Nach dieser beurteilt, müßte die Flocke feinkörniger als die gesunde Umgebung sein. Da nun gerade das Gegenteil der Fall ist, so ist anzunehmen, daß das kennzeichnende Aussehen der Flocken dadurch zustande kommt, daß die Flocken eben Warmrisse sind, was durch Zerreißversuche bei Rotglut und bei Zimmertemperatur bestätigt wurde.

²⁾ Mitt. K.-W.-Inst. Eisenforsch. 7 (1925) S. 1/15; vgl. St. u. E. 45 (1925) S. 1782/3.

In der sich an den Bericht anschließenden Erörterung wurde auf eine den Flocken des Chromstahls ähnliche Erscheinung von Spannungsrissen bei Kupfer und Messing hingewiesen. Von anderer Seite wurden zur Erklärung der Flockenbildung, abgesehen von Seigerungserscheinungen, vor allen Dingen oxydische Schlackenhäutchen, die in Form eines grünlichen Belages auf der Bruchfläche festgestellt worden waren, herangezogen. Dem steht jedoch entgegen, daß Flocken hauptsächlich bei Stählen mit mittlerem Chromgehalt (2%) auftreten und bei höher legierten Chromstählen, die wohl kaum weniger Schlacke enthalten, nicht festzustellen sind. Weiter sollen Flocken bei hinreichender Durcharbeitung des Werkstoffes zu beseitigen sein.

Ferner erfolgte im Anschluß an den Bericht folgender schriftlicher Meinungs-austausch.

Dr.-Ing. E. Houdremont, Essen: Dipl.-Ing. Aichholzer bestätigt in großen Zügen die Angaben, die bereits P. Bardenheuer über Flocken gemacht hat. Ich möchte bei dieser Gelegenheit

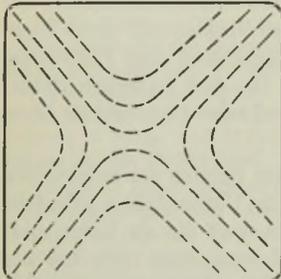


Abbildung 1. Schematische Darstellung der Flockenanordnung in einem Wolframstahl.

auf einen Fall aufmerksam machen, der einen Stahl mit 5% W und 0,6% C betrifft, der voller Flocken war, die in keinerlei Zusammenhang mit Seigerungen standen. Die Anordnung derselben geht aus Abb. 1 hervor. Der Zusammenhang der Risse mit den Formänderungsebenen war unverkennbar. Ebenso zeigt Abb. 2 einen Fall sehr starker Flockenbildung in einem Chrom-Wolfram-Stahl, bei dem die Flocken in allen möglichen Richtungen zu den Seigerungen verlaufen. Ein Zusammenhang mit den Seigerungen kann nicht festgestellt werden, wohl aber wiederum mit dem Schmiedeverfahren. Auch bei Kugellagerstahl habe ich erhebliche Unterschiede feststellen können, je nachdem ob der Stahl geschmiedet oder gewalzt und ob er mit schwachen oder stärkeren Drücken, also kleinerer oder größerer Formände-

runnungsgeschwindigkeit verformt wurde. Hieraus dürfte m. E. deutlich hervorgehen, daß der Formänderungsvorgang, vor allem aber die Formänderungsgeschwindigkeit, ausschlaggebend für das Verhalten des Stahles hinsichtlich der Flockenbildung sein kann. Daß besonders an Seigerungsstellen ein erhöhter Formänderungswiderstand auftreten kann, der zu Zerreißen im Werkstoff führen muß, ist mehr oder weniger selbstverständlich. Den Einfluß der Formänderungsgeschwindigkeit kann man auch bei anderen Verformungsvorgängen nach dieser Richtung in



Abbildung 2. Starke Flockenbildung in einem Chrom-Wolfram-Stahl.

genügendem Maße feststellen. Wahrscheinlich werden zur Bildung von Flocken nicht nur die von Bardenheuer und Aichholzer geschilderten Umstände beitragen, sondern es wird auch hier der Verformungsvorgang eine wesentliche Rolle spielen.

Dipl.-Ing. W. Aichholzer, Kattowitz: Die Anschauung, die Dr.-Ing. Houdremont vertritt, daß nämlich die Formänderungsgeschwindigkeit bzw. die Art der Formgebung — ob Schmieden oder Walzen — von Einfluß auf das Entstehen von Flocken sei, erscheint mir, soweit es sich um geseigerten Werkstoff handelt, jedenfalls insofern einleuchtend, als man sich vorstellen kann, daß hoch kohlenstoff- und chromhaltige Einschlüsse einer raschen und gleichzeitig beträchtlichen Verformung nicht immer genügend plastisch werden folgen können. Ich habe bisher jedoch nicht beobachten können, daß ein Werkstoff, der praktisch nicht geseigert ist, nur infolge einer zu schroffen Formänderung flockenhaltig werden kann. In erster Linie dürften wohl die von mir genannten Gründe für die Entstehung von Flocken maßgebend sein.

Umschau.

100 Jahre Gebläsewind-Erhitzung.

Drei Erfindungen haben vornehmlich in den letzten zwei Jahrhunderten den Betrieb des Hochofens stark beeinflusst: die Verwendung von Steinkohle bzw. Koks durch Abraham Darby II (1735), die Erhitzung des Gebläsewindes durch James Beaumont Neilson (1828) und die Anwendung der geschlossenen Brust nebst Schlackenform durch Fritz W. Lürmann (1867). Befreite die erste dieser Erfindungen den Hochofen von der damals stark in die Erscheinung tretenden Holzkohlenknappheit und steigerte die Lürmannsche Schlackenform die Erzeugungsmöglichkeit einer Ofeneinheit ins Riesenhafte, so muß die Neilsonsche Verbesserung als Bindeglied zwischen den beiden anderen Erfindungen angesehen werden insofern, als sie einmal die Brennstoffwirtschaft wesentlich günstiger gestaltete und zum anderen infolge des schnelleren Durchsatzes ein vergrößertes Ausbringen ermöglichte.

Am 11. September dieses Jahres waren hundert Jahre verflossen seit dem Tage, an dem Neilson das britische Patent Nr. 5701 auf seine Erfindung erhielt. Zur Ehrung Neilsons soll am 26. Oktober d. J. in Glasgow eine Jahrhundertfeier stattfinden, die vom West of Scotland Iron and Steel Institute veranstaltet wird. Aus diesem Anlaß mögen die nachstehenden Mitteilungen über den Erfinder und sein Werk die Bedeutung Neilsons noch einmal kurz darlegen.

Als Sohn eines Arbeiters in Shettleston, einem Dorfe in der Nähe Glasgows, am 20. Juni 1792 geboren, kam Neilson¹⁾ mit vierzehn Jahren zu seinem älteren Bruder John, der Maschinist in Oakbank bei Glasgow war, in die Lehre. 1814 wurde er Maschinist bei dem Bergbauunternehmer William Taylor in Irvine, mußte aber diese Stellung bald nachher plötzlich aufgeben, als Taylor in Zahlungsschwierigkeiten geriet. Lediglich durch die kleine Mitgift seiner Frau wurde Neilson vor der ärgsten Bedrängnis bewahrt. Als im Jahre 1817 die Gasanstalt in Glasgow errichtet wurde, erhielt er eine Aufseherstelle daselbst, die er nach ein paar

Jahren mit dem Posten eines leitenden Ingenieurs vertauschen konnte. Seine mangelhafte Schulbildung verbesserte er durch Selbststudium und durch Anhören von Vorlesungen auf der Universität in Glasgow. Die Gaserzeugung verdankt ihm eine Reihe von Verbesserungen, so die Verwendung von Tonretorten, die Selbstreinigung des Gases mittels Eisenvitriol und die Abscheidung von Teer und Oel durch Holzkohle. Ferner ist er auch der Erfinder des Schwalbenschwanzbrenners. Da er den Wert des Wissens aus eigener Erfahrung kannte, gründete er im Jahre 1821 eine Arbeiterbildungsanstalt, die eine große Wohltat für die Arbeiterbevölkerung wurde, wenn auch die Bestrebungen Neilsons anfänglich stark bekämpft wurden. Bis zum Jahre 1847 behielt er seine Stellung in Glasgow bei; dann zog er sich auf sein Landgut zurück, immer noch geistig tätig und weiter auf vielen Gebieten anregend wirkend. Er starb am 18. Januar 1865 in Queenshill.

Mit dem Eisenhüttenwesen kam Neilson im Jahre 1824 in Berührung. Ein Eisenhüttenmann fragte ihn, ob es nicht möglich sei, die Luft in ähnlicher Weise zu reinigen wie das Leuchtgas; damals bestand der Glaube, der in der Luft enthaltene Schwefel beeinflusse den Gang des Hochofens im Sommer nachteilig. Neilson erkannte zwar, daß nicht der Schwefel die Ursache war, er nahm vielmehr an, daß der höhere Feuchtigkeitsgehalt der Luft im Sommer die Schuld an der geringeren Wirkung der Gebläseluft habe. Er schlug deshalb vor, den Wind zu trocknen, und leitete ihn durch zwei Kammern, die mit gebranntem Kalk gefüllt waren. Bald nachher wurde Neilson aufgefordert, die Ursachen des schlechten Ganges eines der Hochofen von Muirkirk zu ermitteln. Hier stellte er fest, daß die große Entfernung der Gebläsemaschine vom Ofen (eine halbe englische Meile), verbunden mit großen Undichtigkeiten der Windleitung, den schlechten Ofengang verschuldete. Neilson kam auf den Gedanken, die Luft vor dem Eintritt in den Hochofen durch Erhitzen auszudehnen, um dadurch die Wirkung zu erhöhen. Ein kleiner Versuch mit Leuchtgas zeigte ihm, daß die Verbrennung wesentlich besser wurde, wenn die Luft im erwärmten Zustande zugeführt wurde. Als er den Versuch an einem Schmiedefeuer wiederholte, hatte er den gleichen Erfolg.

¹⁾ Samuel Smiles: Industrial Biography (London: John Murray 1905) S. 149 ff. Ludwig Beck: Geschichte des Eisens, 4. Abt. (Braunschweig: Friedr. Vieweg & Sohn 1899) S. 310 ff.

Die Hüttenleute wollten zunächst nichts von Neilsons Vorschlag wissen. Sie hatten die Erfahrung gemacht, daß ihre Hochöfen im Winter besser gingen als im Sommer, und nun kam ein Gasingenieur, der nichts vom Hüttenwesen verstand, und schlug die Erwärmung des Windes vor. Trotzdem gelang es Neilson endlich,

für die Wirkung und kann sich nach örtlichen Umständen richten. Im allgemeinen muß der Windbehälter durch eine Feuerung erhitzt werden, welche unabhängig von der durch den Luftstrom gespeisten Feuerung ist. Auch ist es im allgemeinen besser, daß der Behälter mit seiner Feuerung in Mauerwerk eingeschlossen sei, durch welches die Windleitungsrohre gehen. Im übrigen ist die Art der Erhitzung des Windbehälters unwesentlich für den Wirkungsgrad, wenn nur die richtige Temperatur erreicht wird.¹⁾

Zur Ausbeutung seiner Erfindung verband sich Neilson, da es ihm selbst an den nötigen Mitteln fehlte, mit den bereits genannten Hüttenleuten Macintosh und Dunlop sowie John Wilson aus Dundee. Die Lizenzgebühr wurde auf 1 sh je t Roheisen festgesetzt; von diesem Betrage erhielt Neilson 30 %.

Praktisch angewendet wurde der Neilsonsche Winderhitzer zuerst auf den Clyde Iron Works. Er war aus Blech gefertigt und brannte deshalb sehr bald durch. Mit ihm wurden Temperaturen von etwa 93 ° erzielt. Bei der zweiten Ausführung wurden gußeiserne Röhren verwandt, und die Windtemperatur stieg auf 138 °. Die dritte Einrichtung dieser Art (Abb. 1) bestand aus einem insgesamt 30 m langen Rohrstrang von etwa 27 cm Weite. Die Heizfläche betrug 22 m²; jeder der fünf Roste hatte eine Fläche von 2,6 m². Der ganze Rohrstrang war in die Heizkammern eingebettet. Die hiermit erreichte Windtemperatur betrug 315 °.

Der französische Hütteningenieur Dufrenoy²⁾, der anfangs der dreißiger Jahre England bereiste, berichtete, daß der Koksverbrauch der Hochöfen der Clyde Iron Works von 7,65 t im Jahre 1829 auf 4,9 t im Jahre 1831 gesunken war, und daß bei Verwendung von Rohkohle der Verbrauch im Jahre 1833 auf 2,95 t je t Roheisen gesunken sei. Dufrenoy kannte damals schon einundzwanzig englische Hüttenwerke, die insgesamt 67 Hochöfen mit Heißwind betrieben, ein Beweis, daß sich Neilsons Erfindung mit seltener Schnelligkeit verbreitet hatte. Auch auf dem Festlande wurde sie bald benutzt; in Deutschland wurde sie durch Faber du Faur in Wasseraffingen wesentlich verbessert durch Anwendung des Gichtgases zur Winderhitzung.

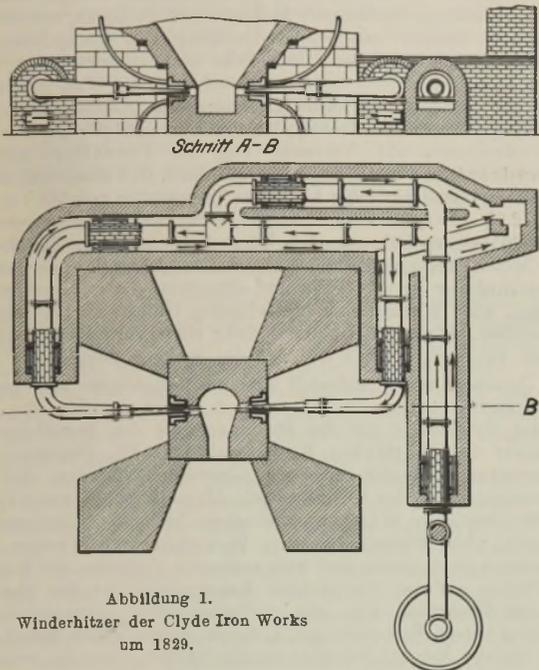


Abbildung 1.
Winderhitzer der Clyde Iron Works
um 1829.

die beiden Hüttenleute Charles Macintosh und Colin Dunlop von den Clyde Iron Works bei Glasgow zu einem Versuch zu bewegen. Obgleich die Temperatur des Windes nur 27 ° betrug, wurde die Schlacke wesentlich flüssiger. Mehrere Jahre vergingen, bis ihm auf den Clyde Iron Works ein neuer Versuch gestattet wurde,

Zur Frage der Löslichkeit des Sauerstoffs im Eisen.

R. Schenck und Th. Dingmann stellten kürzlich²⁾ ein Gleichgewichtsschaubild des Systems Eisen-Sauerstoff auf. Es wurde schon in unserem Bericht³⁾ über diese Arbeit auf die Notwendigkeit einer Bestätigung der Ergebnisse von Schenck und Dingmann hingewiesen, da sie von den bisherigen Auffassungen

der dann aber auch die Richtigkeit der Neilsonschen Gedanken zeigte. Das Patent¹⁾, das er erhielt, war glücklicherweise weit gefaßt, so daß auch später einsetzende Anfechtungsklagen abgewiesen werden konnten. Die Patentbeschreibung lautet wie folgt:

„Der Wind oder Luftstrom muß durch Bälge oder andere Gebläse auf gewöhnliche Weise erzeugt werden, und darauf soll sich das Patent nicht beziehen. Der Windstrom wird in einem Behälter, welcher hinreichend stark ist, um die Pressung zu ertragen, und von dort mit Hilfe einer Röhre, Düse oder Oeffnung in das Feuer, den Herd oder Ofen geleitet. Der Behälter muß bis auf die Oeffnungen für Ein- und Auslaß des Windes ganz oder doch beinahe luftdicht sein und wird während der Wirkung des Gebläses künstlich auf eine beträchtliche Temperatur erhitzt. Es ist besser, daß die Temperatur beinahe oder ganz Rotglut erreiche, indessen ist eine so hohe Temperatur nicht unbedingt notwendig für eine gute Wirkung. Der Behälter kann zweckmäßig aus Eisen angefertigt werden, indessen hängt nichts von der Art des Werkstoffes ab, man kann auch andere Metalle oder sonstige Stoffe benutzen. Die Größe des Behälters muß der Menge des erforderlichen Windes und der Temperatur, die erreicht werden soll, entsprechen. Während für ein gewöhnliches Schmiedefeuer ein Behälter von 0,021 m³ genügt, benötigt ein gewöhnlicher Kuppelofen einen Behälter von etwa 0,18 m³.

Für Feuer, Herde und Oefen größerer Art, wie Hochöfen zur Eisenerzeugung, große Eisenschmelz-Kuppelöfen, müssen verhältnismäßig größere, und gegebenenfalls mehrere Behälter angewendet werden. Die Form der Behälter ist gleichgültig

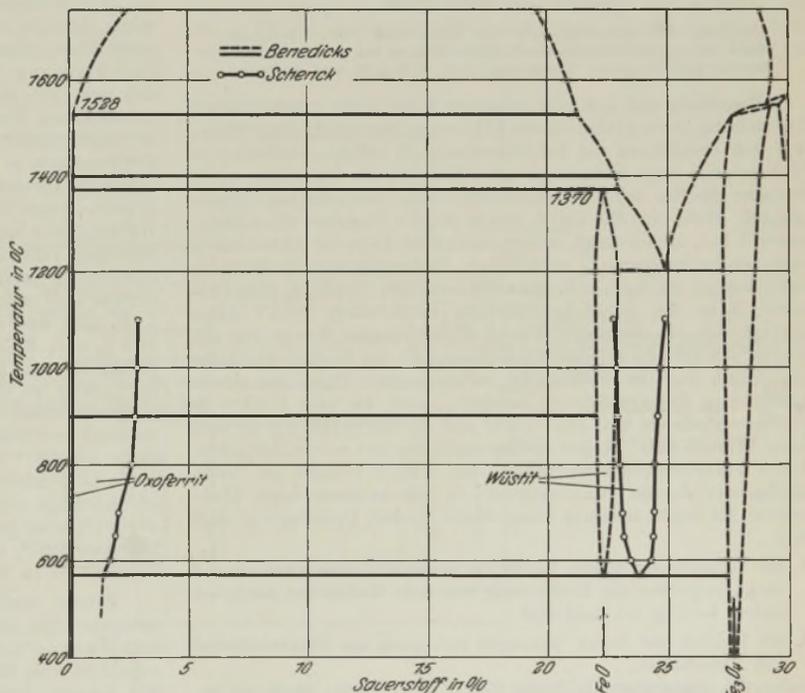


Abb. 1. Eisen-Sauerstoff-Schaubild nach Benedicks bzw. Schenck.

über die Löslichkeit von Sauerstoff in Eisen in hohem Maße abweichen. Zu den Schenckschen Ergebnissen nehmen nunmehr

¹⁾ Patents for Inventions. Abridgements of specifications relating to the Manufacture of iron and steel. Pt I. 1620—1866. 2nd Ed. (London: The Commissioners of Patents' Sale Branche 1883) S. 51.

²⁾ Rapport à M. le Directeur general des ponts et chaussées et des Mines, sur l'emploi de l'air chaud (Paris: Carilian Goeurly. 1834) S. 9 ff.

³⁾ Z. anorg. Chem. 166 (1927) S. 113.

⁴⁾ St. u. E. 48 (1928) S. 18.

C. Benedicks und H. Löfquist¹⁾ Stellung im Anschluß an das von ihnen kürzlich veröffentlichte²⁾ Schaubild des Systems Eisen-Sauerstoff, das sie aus den im Schrifttum vorhandenen Zahlen zusammengestellt haben. Die Abweichung der beiden Schaubilder besteht darin, daß

1. die Löslichkeit des Sauerstoffs im Eisen nach Schenck bis zu 2,8 % beträgt, während sie nach Benedicks von der Größenordnung 0,05 % O ist, und daß
2. das Homogenitätsgebiet des Eisenoxyduls in dem Schaubild von Schenck erheblich nach der Sauerstoffseite hin verlegt erscheint³⁾.

In Abb. 1 ist das Teilschaubild von Schenck und Dingmann in das Schaubild von Benedicks und Löfquist von den Berichtstatten eingezeichnet worden.

Der Abweichung könnte einerseits eine unvollständige Einstellung der Kohlenoxyd-Kohlensäure-Gleichgewichte bei den Abbauprobeversuchen, die zu der Aufstellung des Teilschaubildes führten, zugrunde liegen und andererseits der Einfluß des Tiegelbaustoffes auf die Gleichgewichtslage. Während nun die Gleichgewichtslage bei Schenck zweifellos erreicht sein dürfte, ist nach Benedicks und Löfquist der Einfluß des Schiffchenbaustoffes bei den Schenckschen Versuchen, auch bei Verwendung von Tiegeln, die mit Aluminiumoxyd überzogen waren, nicht ausgeschlossen.

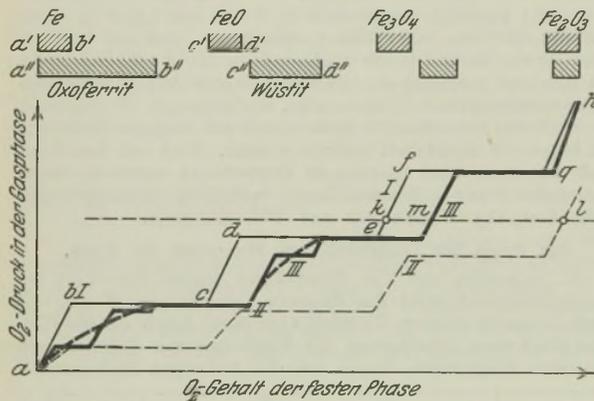


Abbildung 2. Sauerstoffdruck von reinen und durch Tiegelbaustoffe verunreinigten saure stoffhaltigen Phasen bei gegebener Temperatur (schematische Darstellung von Benedicks und Löfquist).

Benedicks und Löfquist geben an Hand einer schematischen Darstellung (Abb. 2) eine nähere Erklärung über die Art und Weise, wie sich theoretisch der Schiffchenbaustoff infolge Auflösung in Eisenoxydul oder Eisenoxyd auswirkt. Durch Aufnahme eines fremden Stoffes wird der Sauerstoffdruck eines Oxyds herabgesetzt. Wird also das Oxyd, das in reinem Zustande die Abbaukurve I hat, verunreinigt, so könnte sich die Lage der Abbaukurve etwa bis zu der Kurve II verschieben. Es besteht nun die Möglichkeit, daß nur ein Teil, z. B. nur ein Viertel des Oxyds, in unmittelbarer Nähe des Schiffchenbaustoffes verunreinigt wird; dann verlegt sich ein beliebiger Punkt k der idealen Kurve um ein Viertel der Strecke kl, die den Unterschied des Sauerstoffgehalts der reinen und der vollständig verunreinigten Phase bei einem bestimmten Sauerstoffdruck darstellt, also bis zum Punkte m zur Sauerstoffseite hin. Damit läßt sich die Kurve III, wie sie sich beim Versuch unter obigen Bedingungen ergeben würde, festlegen. Dicht zusammenliegende Stufen der Kurve können bei nicht genügender Anzahl von Versuchen in eine krumme Linie übergehen. Es ergibt sich aus dieser theoretischen Ueberlegung, daß sich

1. die Gebiete der festen Lösungen erweitern, und zwar um so mehr, je größer die Entfernung von dem Gebiet der nächsten festen Lösung ist, und daß
2. die Gebiete der festen Lösungen sich nach der Sauerstoffseite hin verschieben, wenn die Oxydphase teilweise durch einen Fremdstoff verunreinigt wird.

Schenck hatte aus diesem Grunde Magnesiaschiffchen bei seinen neueren Bestimmungen verworfen, nachdem sich schon

bei niedrigen Temperaturen von 600 und 650° ein starker Einfluß auf die Oxydationsvorgänge gezeigt und ursprünglich sogar zu der irrthümlichen Annahme eines Suboxyds geführt hatte. Auch die Verwendung von Schiffchen aus reiner Aloskamasse (Mullit, 3 Al₂O₃ · 2 SiO₂) hatte bei höheren Temperaturen Fehlergebnisse zur Folge, so daß sie besonders vorbehandelt werden mußten. Sie wurden durch Tränken mit Aluminiumnitrat-Lösung und darauffolgendes Glühen mit einem Ueberzug von hochgebranntem Aluminiumoxyd versehen. Benedicks und Löfquist halten auch diese Maßnahme nicht für ausreichend, weil die Wahrscheinlichkeit der Bildung von festen Lösungen von Aluminiumoxyd in Eisenoxyd wegen der Isomorphie der beiden Stoffe gegeben sei, und verweisen auf Versuche von H. Forestier und G. Chaudron⁴⁾, die den Nachweis erbrachten, daß Eisenoxyd schon bei einer verhältnismäßig niedrigen Temperatur von 900° in 2 h bis 12 % Al₂O₃ zu einer festen Lösung aufzunehmen vermag. Obwohl bei den Schenckschen Versuchen eine innige Berührung der beiden Stoffe nicht vorhanden war, so stehen doch der kurzen Versuchsdauer bei Forestier und Chaudron die außerordentlich langen, über Wochen sich hinziehenden Glühzeiten bei Schenck gegenüber. Weiterhin ist die Bildung einer Verbindung von der Form FeO · Al₂O₃ nach der Art des Spinells möglich.

In einem neuen Aufsatz⁵⁾ über die Reduktions- und Oxydationsgleichgewichte von Eisen und seinen Oxyden, der sich in der Hauptsache mit der Stellungnahme von Benedicks und Löfquist befaßt, glauben R. Schenck und Th. Dingmann die Benedicksche Ansicht durch die allgemeine Erfahrung, daß die Aloskamasse und das hochgebrannte Aluminiumoxyd eine äußerst große chemische Widerstandsfähigkeit besitzen, widerlegen zu können, ohne Stellung zu den Versuchen von Forestier und Chaudron zu nehmen, und weil weiterhin Versuche mit Kupferschiffchen auf der Abbaukurve Knickpunkte bei den gleichen Sauerstoffgehalten wie mit vorbehandelten Aloskaschiffchen ergeben haben. Benedicks und Löfquist weisen jedoch darauf hin, daß die von Schenck bei 650° durchgeführten Versuche, wenn sie zeichnerisch dargestellt werden, planmäßige Unterschiede zwischen den Ergebnissen mit Aloskaschiffchen und Kupferschiffchen aufweisen, und daß bei höheren Temperaturen die Verwendung von Kupferschiffchen anfechtbar sei, allerdings mit der unsicheren Begründung, daß auch Platin bei höheren Temperaturen unbrauchbar ist.

Zur weiteren Klärung der Frage nahmen Schenck und Dingmann deshalb Aufbauprobeversuche in Silber- und Aloskaschiffchen unter Verwendung von reinem Eisen vor, das sehr sorgfältig durch Reduktion von Eisenoxyd mit Wasserstoff hergestellt und, ohne mit der Luft in Berührung gekommen zu sein, von dem aufgenommenen Wasserstoff durch Evakuieren befreit und schließlich mit oxydierender Kohlensäure bei 200 bis 270 mm Q.-S. in mehreren Probemengen je etwa 50 h behandelt wurde. Es sollte auf diese Weise der Verlauf der Sauerstoffaufnahme unterhalb der Oxoferrit-Wüstit-Grenze festgestellt werden. Die Ergebnisse, die Schenck vorläufig nur als orientierende betrachtet und später unter verfeinerten Versuchsbedingungen ergänzen will, weisen sehr große Streuungen auf. Praktisch übereinstimmenden Kohlensäurewerten sind sehr unterschiedliche Sauerstoffgehalte zugeordnet, z. B. 39,5 und 39,6 % CO₂, 0,95 bzw. 1,25 % O oder 33,4 und 33,5 % CO₂, 0,77 bzw. 1,10 % O, oder gar 33,4 und 33,88 % CO₂ entsprechen 0,77 und 1,36 % O. Das sind Abweichungen bis zu 40 %, was bei den verhältnismäßig geringen Sauerstoffgehalten außerordentlich ins Gewicht fallen dürfte. Weiterhin führen Schenck und Dingmann die Erniedrigung des Perlitpunktes um mehr als 130° nochmals als Beweis für eine verhältnismäßig große Löslichkeit des Sauerstoffs im Eisen an. Für den A₃-Punkt ist allerdings eine Erniedrigung durch den Sauerstoff beobachtet worden⁶⁾, aber gerade dieser Punkt liegt bei Schenck unverändert bei etwa 915°, obwohl der Oxoferrit an der Wüstitgrenze nach Schenck einen besonders hohen Sauerstoffgehalt aufweist.

Ferner wird von Schenck und Dingmann die Vermutung ausgesprochen, daß bei den Versuchen von Rosenhain, Tritton und Hanson⁴⁾, die eine Hauptgrundlage für das Gleichgewichtsschaubild von Benedicks und Löfquist bilden, das Eisen infolge der kurzen Schmelzdauer nicht vollständig mit Eisenoxydul gesättigt worden sei, und daß weiterhin die Magnesiatiegel Eisenoxydul aus dem Metallbade absorbiert haben können. Daß dadurch die Verminderung des Sauerstoffgehaltes eine solche Größe

¹⁾ Z. anorg. Chem. 171 (1928) S. 231/8.

²⁾ Z. V. d. I. 71 (1927) S. 1576.

³⁾ Nach dem Schaubild von Schenck läßt sich also reines Eisenoxydul durch Reduktion in Temperaturen bis 1100° nicht herstellen, was mit den Versuchen von Wöhler und Günther [Z. Elektrochem. 29 (1923) S. 276] in Widerspruch steht.

⁴⁾ Comptes rendus 180 (1925) S. 1264/6.

⁵⁾ Z. anorg. Chem. 171 (1928) S. 239/57.

⁶⁾ Austin: J. Iron Steel Inst. 92 (1915) S. 157/61. Nach den Abkühlungskurven von Austin beträgt die Erniedrigung des A₃-Punktes etwa 25° für 0,24 % O.

⁴⁾ J. Iron Steel Inst. 110 (1924) S. 85.

erreichen sollte, hält Benedicks für unmöglich, da ja der Eisenregulus beständig aus der Eisenoxydulschlacke Sauerstoff aufnehmen konnte.

Zu den Ausführungen, die Schenck und Dingmann schließlich noch über die Beständigkeit der Zementitpräparate machen, kann auf unseren früheren Bericht¹⁾ hingewiesen werden. Eine besondere Untersuchung über die Beständigkeit des nach E. Maurer und F. Hartmann²⁾ hergestellten Eisenkarbids würde vielleicht eine Entscheidung dieser Frage herbeiführen können. Der erstgenannte Berichterstatter behält sich vor, im Freiburger Eisenhütteninstitut diese Frage weiter verfolgen zu lassen.

Zusammenfassend kann man sagen, daß mit den beiden besprochenen Arbeiten eine Entscheidung über die Frage der Löslichkeit von Sauerstoff in festem Eisen noch nicht gegeben ist.

Ed. Maurer und W. Bischof.

Die Gewinnung von Ammoniaksalzen aus Kokereigasen unter Nutzbarmachung des Gasschwefels.

Gegenüber der Stickstoffherzeugung auf synthetischem Wege ist diejenige aus den Destillationsgasen der Kokerei weit zurückgerängt worden. Der Verdienstausfall der Kokereien durch den Preisdruck des im Großbetrieb erzeugten synthetischen Stickstoffes kann nur mit einer durchgreifenden Verbesserung der Ammoniak-Gewinnungsverfahren begegnet werden. Ueber Wege, die hierzu schon in älterer Zeit erprobt wurden und neuerdings versucht werden, gibt H. Bähr³⁾ einen Ueberblick.

Zur Verbilligung der Ammoniakherstellung liegt es am nächsten, die im Gas vorhandenen Säuren, wie Kohlensäure und Schwefelwasserstoff, zu seiner Bindung zu verwerten. Die Gewinnung des Ammoniums als kohlen-saures Salz hat bisher noch keine weitgehende Anwendung in der Kokereiindustrie gefunden, denn die gleichzeitig mit Ammoniak übertriebene Kohlensäure würde nur zur Absättigung etwa der Hälfte der angefallenen Ammoniakmenge genügen, so daß für Gewinnung einer äquivalenten Kohlensäuremenge besondere Mittel aufgewendet werden müßten, was natürlich verteuern wirkt. Dazu läßt sich das Ammoniumkarbonat wegen seines hohen Dissoziationsdruckes schlecht lagern und infolgedessen auch schlecht absetzen.

Der Schwefelwasserstoff sollte nach dem Verfahren von Burkheiser und Walter Feld schon vor etwa 20 Jahren zur Ammoniakbindung herangezogen werden. Es wurden auch Versuchsanlagen errichtet und betrieben, doch konnten sich beide Verfahren hauptsächlich wegen der Ungunst der durch den Krieg

griffen, hauptsächlich deshalb, weil seine Durchführung in allen Fällen, in denen neben Schwefelwasserstoff Kohlensäure in den Gasen vorkommt — und dieses ist in den Destillationsgasen stets der Fall —, nicht möglich ist.

Bähr beschreibt nun ein neues Kontaktverfahren, das auf der katalytischen Umwandlung des Schwefelwasserstoffs in Schwefeldioxyd beruht. Die hierbei gebildete schweflige Säure wird nach Abkühlung der Gase von dem gleichzeitig im Gas vorliegenden Ammoniak zu Ammonsulfid gebunden, das teilweise in den Kühlrohren als festes Salz abgeschieden wird, teilweise im Gasstrom als Nebel verbleibt, der elektrisch niedergeschlagen wird. Der Kontaktprozeß kann ohne jede Schädigung der übrigen Gasbestandteile durchgeführt werden; bemerkt sei noch, daß die Zyanverbindungen gleichzeitig zum größten Teil unter Entstehung von Ammoniak hydrolysiert bzw. hydriert werden.

Die Wirtschaftlichkeitsberechnungen auf Grund der Erfahrungen mit einer Versuchsanlage für eine Stundenleistung von 100 m³ Gas ergaben eine Verbilligung der Ammoniakherstellung von 0,15 RM/tN ohne bzw. von 0,32 RM/tN mit Berücksichtigung der gleichzeitigen Gasentschwefelung.

Auf Grund der leichten Verdampfbarkeit des Ammonsulfits kann dieses mit Luft gemischt über Kontakten zu Stickstoffoxydul bzw. -oxyd und Schwefeldioxyd bzw. -trioxyd oxydiert werden. Die gebildeten Dämpfe werden entsprechend dem Bleikammerverfahren in Salpetersäure und Schwefelsäure verwandelt, die zur Umsetzung von einer entsprechenden Menge Ammonsulfid zu Ammonnitrat, Ammonsulfat usw. dienen können. Ein anderes Weiterverarbeitungsverfahren besteht in der Druckerhitzung der sauren Ammonsulfatlösung, wobei Ammonsulfat und Schwefel gebildet werden.

Die Weiterverarbeitungsverfahren bringen nach den aufgestellten Wirtschaftlichkeitsberechnungen etwa 25 % Gewinn und machen die Kokereien in großem Maße unabhängig vom dem Düngemarkt, da die gewonnenen Säuren und Salze das ganze Jahr hindurch Absatz finden.

Wirtschaftliche Verladung von Platinen.

In Platinenwalzwerken werden die Roh- oder Vorblöcke zu Platinen ausgewalzt, die den Ausgangswerkstoff für Feibleche bilden. Die Platinen sind bis zu 300 mm breit und 8 bis 75 mm stark. An das Fertiggerüst des Platinenwalzwerkes schließt sich ein Abfuhrrollgang an, der die Platinen zu einer Schere führt, wo sie in Stücke von bestimmter Länge, etwa 0,5 bis 1,8 m, geteilt werden. Hinter der Schere folgt eine Auslaufbahn, der Scheren-

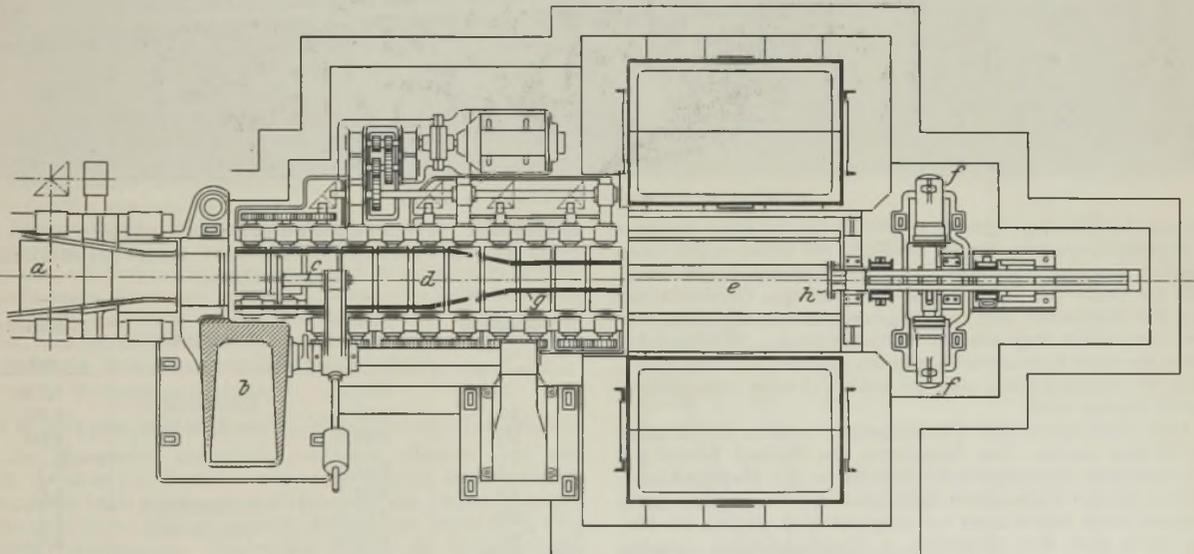


Abbildung 1. Grundriß der Platinen-Verladevorrichtung.

geschaffenen schwierigen Verhältnisse nicht durchsetzen. Das Burkheiser-Verfahren hat zum Teil wieder seine Aufnahme durch die Gesellschaft für Kohlentechnik gefunden, die es so vervollkommnete, daß es betriebsmäßig durchgeführt werden kann. Das Walter-Feld-Verfahren wurde dagegen nicht wieder aufge-

¹⁾ St. u. E. 48 (1928) S. 15/21.

²⁾ Z. anorg. Chem. 136 (1924) S. 75/89.

³⁾ Ber. Kokereiaussch. Nr. 29 (1928) S. 1/26. — Der Bericht mit dem vollständigen Wortlaut ist vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Schließfach 664, zu beziehen.

rollgang, an den sich oft verwickelte Einrichtungen zur Entzunderung, Stapelung und Verladung der Platinenstücke anschließen.

Eine einfache, selbsttätige und durchaus betriebssichere Vorrichtung zum ununterbrochenen Verladen von Platinen zeigen die Abb. 1, 2 und 3 (Demag D.R.P.). Der Abfuhrrollgang a führt das auslaufende Walzgut zur Schere b mit heb- und senkbarem sowie verstellbarem Anschlag c, und der anschließende Scherenrollgang d fördert diese Stücke auf die Platinenrutschplatte e, die um eine Achse senkrecht zu den Rollenachsen schwingt, wobei diese Schwenkbewegung je nach Größe der An-

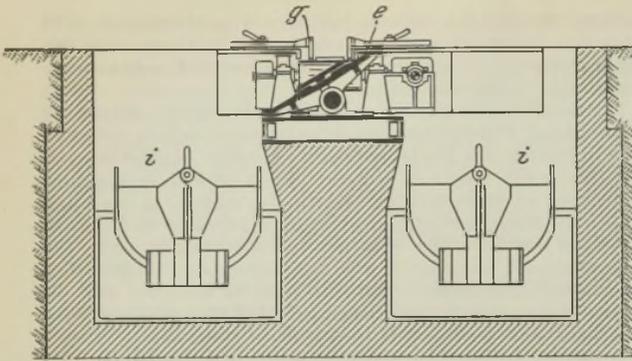


Abbildung 2. Querschnitt durch die Platinen-Verladevorrichtung.

lage entweder durch Handhebel oder Druckwasserzylinder f oder auch durch einen Elektromotor ausgeführt wird. Damit die Platinenstücke geradlinig auf dieser mit zwei wagerechten Gleitkanten versehenen Platte auflaufen, hat der Scherenrollgang d entsprechende Führungsleisten g. Die Geschwindigkeit der Platinenstücke ist so gewählt (etwa 3 bis 4 m/s), daß sie auch nach

(Lederkohle u. dgl.), haftet der Nachteil an, daß sie umständlich sind und nur schwer eine gleichmäßige Einsatztiefe ermöglichen. Es ist daher begreiflich, daß man sich bemüht hat, von diesem alten Verfahren abzukommen und es durch rascher wirkende und leichter beeinflussbare Verfahren zu ersetzen. Als Möglichkeiten hierfür kommen die Einsatzhärtung in einer Gasatmosphäre und in einem zementierenden Salzbad in Betracht; in beiden Fällen kann neben Kohlenstoff auch Stickstoff in das behandelte Werkstück eintreten. Außer in dieser Richtung ist man in neuerer Zeit auch bestrebt, Metalle in die Oberfläche zu deren Härtesteigerung einzuführen. Alle diese Bemühungen haben eine Reihe von Ergebnissen praktischer und theoretischer Art gezeitigt, über die im folgenden berichtet sei, wobei jedoch bei der großen Menge derartiger Untersuchungen auf Vollständigkeit der Berichterstattung kein Anspruch erhoben werden kann.

A. Bramley und G. Lawton¹⁾ untersuchten

Die Wirkung von Kohlenwasserstoffen und Kohlenoxyd auf die Aufkohlung von Stahl.

Zu ihren Versuchen wählten sie die Kohlenwasserstoffe Benzol, Toluol, Xylol und technisches Benzin. Die Gasgemische wurden so hergestellt, daß man das Kohlenoxyd bei 18° durch den flüssigen Kohlenwasserstoff leitete und es dadurch mit diesem sättigte. Um die Wirkung der Kohlenwasserstoffe allein kennen-

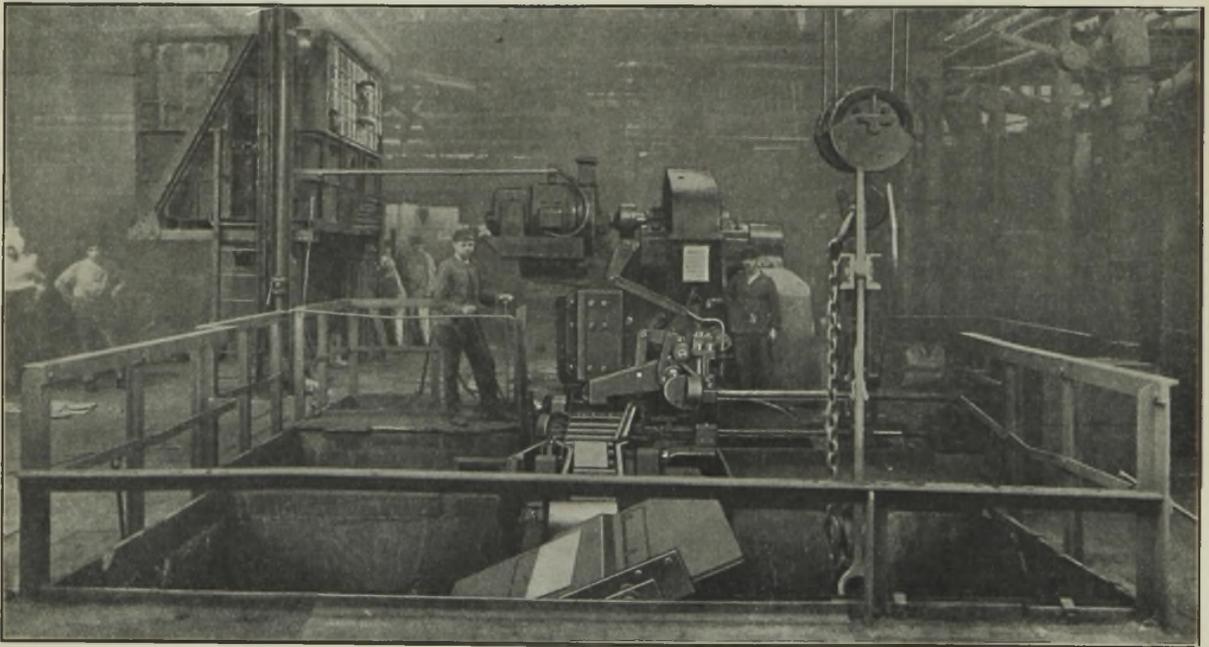


Abbildung 3. Ansicht der Platinen-Verladeanlage.

Verlassen des Scherenrollganges wagerecht auf der Führungskante der Kippplatte gleiten, bis sie am Ende der Platte gegen einen federnden Anschlag h stoßen. Hierdurch kommen die Platinenstücke zur Ruhe und fallen wegen der einseitigen Unterstützung durch die Gleitkante und der Eigenschwere in die eine oder andere der seitlich angeordneten Verlademulden i. Während der Füllung des einen Kübels wird der andere entleert, und umgekehrt, so daß die Abrutschplatte also nur nach Vollaufen eines Kübels verstellt werden muß.

Zum Entzndern der Platinenstücke müssen die Mulden unter Wasser stehen. Das Abspringen des Zunders beruht auf dem plötzlichen Schrumpfen der Oberfläche der Platinenstücke, wobei der Zunder wegen seiner Sprödigkeit der Zusammenziehung des Eisens nicht folgen kann und abgelöst wird. Sollen die Platinen sofort nach dem Schneiden in Eisenbahnwagen verladen werden, so müssen sie ebenfalls durch Fallenlassen in Wasser abgekühlt werden.

Mit Hilfe eines Kranes können die gefüllten Kübel schnell und ohne hohe Kosten herausgehoben und entleert werden. Außer zum ununterbrochenen Verladen der Platinenstücke kann die Einrichtung auch zum Aussondern nach verschiedenen Gütestufen verwendet werden. Eine Stockung des Betriebes tritt keinesfalls ein, da die beschriebene Vorrichtung leicht sämtliche von der Schere gelieferten Platinenstücke bewältigt. Die Rutschplatte wird dabei durch den Steuermann der Schere umgestellt und der Kübel durch den Kranführer gewechselt.

Neuere Erfahrungen in der Oberflächenhärtung.

Den Zementationsverfahren mit festem Einsatzpulver, sei es nun Holzkohle und Bariumkarbonat oder tierische Kohle

Zahlentafel 1. Zusammenhang zwischen Einsatz-tiefe und Einsatzdauer bei 950° und verschiedenen Gasgemischen.

Einsatzdauer h	Einsatz-temperatur °C	Kohlungsmittel	Einsatztiefe mm
5	950,3	Kohlenoxyd und Toluol	1,75
10	950,2		2,65
20	950,9		4,00
5	948,3	Kohlenoxyd und Benzol	2,2
10	952,7		3,0
20	953,5		4,1
40	953,2		5,6
80	951,8		7,8
5	951,2	Kohlenoxyd und Xylol	1,5
10	950,7		2,3
20	950,5		3,5
10	950,5	Kohlenoxyd und Benzin	3,1

zulernen, wurde auch reiner Stickstoff auf die gleiche Weise gesättigt und die Zementation mit dem erhaltenen Gemisch durchgeführt.

In Vorversuchen wurde festgestellt, daß zur Erzielung einwandfreier Ergebnisse die Strömungsrichtung gewechselt

¹⁾ Carnegie Schol. Mem. 16 (1927) S. 35/100.

werden muß, weil die Gase sich außerordentlich rasch zersetzen und dadurch an der Eintrittsstelle leicht ganz andere Zusammensetzungen vorliegen als an der Austrittsstelle, und daß ferner die Probestücke nirgends aufliegen dürfen, Umstände, die von Giolitti und seinen Mitarbeitern, die seinerzeit ähnliche Versuche ausführten, zu wenig berücksichtigt wurden.

In Zahlentafel 1 sind die wichtigsten Ergebnisse zusammengestellt.

Es ergab sich, daß insgesamt am stärksten Benzin und von den einheitlichen Kohlenwasserstoffen am stärksten Benzol wirkt, also der am einfachsten zusammengesetzte Körper. Der Einfluß der Temperatur ist aus Zahlentafel 2 ersichtlich.

Zahlentafel 2. Einfluß der Temperatur auf die Einsatztiefe bei verschiedenen Gasgemischen.

Einsatztemperatur °C	Einsatzdauer h	Kohlungsmittel	Einsatztiefe mm
900	10		1,7
952,0	10	Kohlenoxyd und Toluol	2,7
1000,0	10		3,6
1051,3	10		4,5
1100,2	10		5,5
950,5	10	Kohlenoxyd und Benzin	3,1
1000,1	10		4,1
1050,9	10		6,0
950,7	10	Kohlenoxyd und Xylol	2,2
1000,4	10		2,8

Bei Verwendung von Stickstoff statt Kohlenoxyd wurde eine um etwa ein Drittel schwächere Wirkung festgestellt; ähnlich verhielt sich reines Kohlenoxyd.

Aus den übrigen Untersuchungen der Verfasser sei noch folgendes vermerkt: Giolitti hatte hervorgehoben, daß man durch Regelung der Abkühlungsgeschwindigkeit aus der Einsatztemperatur nachträglich noch den Uebergang vom aufgekohlten Rand zum Kern gleichmäßig gestalten könne. Die Verfasser fanden dagegen durch eingehende Versuche, daß eine solche Beeinflussung nur in sehr geringem Grade stattfinden kann. Bemerkenswert sind auch die Ergebnisse der Volumenbestimmungen vor und nach der Zementation, aus denen hervorgeht, daß zylindrische Proben im Durchmesser zu- und in der Länge abnehmen. Welche Aenderungen das darauf folgende Härten nach sich zieht, ist nicht besprochen, es ist aber anzunehmen, daß durch Ablöschen die Länge weiter verkürzt und der Durchmesser weiter vergrößert wird.

Zu den Versuchen ist zu bemerken, daß ein Vergleich der Wirkung der einzelnen Kohlenwasserstoffe nicht ohne weiteres zulässig ist, weil bei derselben Sättigungstemperatur von 18° die Konzentration der verschiedenen Kohlenwasserstoffe sicher nicht dieselbe gewesen ist.

Eine praktische Bedeutung dürfte in Europa diesem Verfahren nicht beschieden sein, da wir in dem Leuchtgas ein billigeres und, wie Rohland¹⁾ nachgewiesen hat, mindestens ebenso gut wirkendes Mittel zur Verfügung haben, das außerdem noch den Vorteil hat, nicht so leicht übereutektoiden Schichten zu bilden, und bei dem endlich eine so lästige Rußbildung wie bei den schweren Kohlenwasserstoffen nicht auftritt.

W. P. Sykes²⁾ untersuchte

Das Gleichgewicht in Methan-Wasserstoff-Gemischen.

Da Wasserstoff bekanntlich entkohlt, Methan aber aufkohlt, so ist es von Wert, zu wissen, zu welcher Gaszusammensetzung sich beide Wirkungen aufheben. Zu den Untersuchungen wurde nicht reines Methan, sondern Erdgas, das bis zu 80% CH₄ enthielt, herangezogen. Zahlentafel 3 gibt die Erdgasgehalte der Gasgemische an, die bei verschiedenen Temperaturen mit verschiedenen Stählen im Gleichgewicht sind.

Die in der Zahlentafel aufgeführten Zahlenreihen „errechnet“ wurden auf Grund folgender Ueberlegung ermittelt. Nach dem Eisen-Kohlenstoff-Schaubild vermag Eisen bei 1000° 1,4% C zu lösen. Wenn nun durch Versuche gefunden wird, daß bei dieser Temperatur ein Gasgemisch mit 1,02% Erdgas mit der Stahlprobe im Gleichgewicht ist, so müßte nach Sykes der Kohlenstoff im Austenit dieselbe Dampfspannung haben wie der Kohlenstoff in dem Gasgemisch. Liegt beispielsweise ein Stahl mit 0,95% C vor, dann ist bei 1000° der Dampfdruck des Kohlenstoffs im Verhältnis zum Kohlenstoffgehalt niedriger, und

Zahlentafel 3. Naturgasgehalt der gegenüber drei verschiedenen Stählen bei verschiedenen Temperaturen neutralen Gasgemische in Prozent.

Temperatur °C	Stahl mit					
	0,18% C		0,59% C		0,95% C	
	errechnet	beobachtet	errechnet	beobachtet	errechnet	beobachtet
1400	0,0027	1,9	—	—	—	—
1300	0,0048	0,40	—	—	—	—
1200	0,0085	0,20	0,028	0,70	—	—
1100	0,067	0,08	0,22	0,25	0,35	0,40
1000	0,167	0,15	0,55	0,50	0,88	0,90
900	0,430	0,40	1,43	1,50	2,30	2,50
800	1,12	1,20	3,70	3,90	5,90	6,00

auch die für den Gleichgewichtszustand erforderliche Methanmenge ist in demselben Maße kleiner. In der dem Bericht des Verfassers folgenden Erörterung warf H. A. Schwartz mit Recht ein, daß diese Schlußfolgerung gleiche Dampfspannung des elementaren Kohlenstoffs und des Karbids voraussetzt. Sykes übersieht nämlich, daß das metastabile System Eisen-Eisenkarbid in Wirklichkeit keinen Gleichgewichtszustand darstellt und daß der Kohlenstoff in der Gasphase nur denselben Dampfdruck haben kann wie der Kohlenstoff im stabilen System. Wenn trotzdem die errechneten Werte mit den gefundenen nahe zusammenfallen, so beweist dies, daß die Unterschiede beider Dampfdrücke gering sind.

In praktischer Hinsicht zeigen die Versuche, daß Methan schon in ganz geringen Mengen aufkohlt, in theoretischer Hinsicht geben die Ueberlegungen vielleicht die Möglichkeit, den genaueren Verlauf der Linie E'S' im metastabilen System Eisen-Eisenkarbid zu verfolgen.

A. Bramley und H. Beeby¹⁾ untersuchten

Die Oberflächenhärtung durch stickstoffhaltige Dämpfe von Pyridin und Methylcyanid.

Die Verstückung muß bekanntlich durch Stickstoffverbindungen vorgenommen werden, da reiner Stickstoff nicht wirkt. Als solche dienen für die vorliegenden Versuche Pyridin (C₅H₅N) und Methylcyanid (CH₃CN). Diese beiden Verbindungen zeichnen sich vor den anderen Zyaniden durch ihre große Beständigkeit bei hohen Temperaturen aus.

Die stärkste Stickstoffaufnahme bei Verwendung von Pyridin erfolgte bei 950°; der erreichte Stickstoffgehalt betrug bei einer Dauer von 5 h 0,265%. Eine weit stärkere Wirkung hat Methylcyanid, durch dessen Einwirkung in derselben Zeit 0,862% N in die äußere Schicht eingeführt wurden. Abb. 1 und 2 zeigen die Aufnahme von Kohlenstoff und Stickstoff bei Ver-

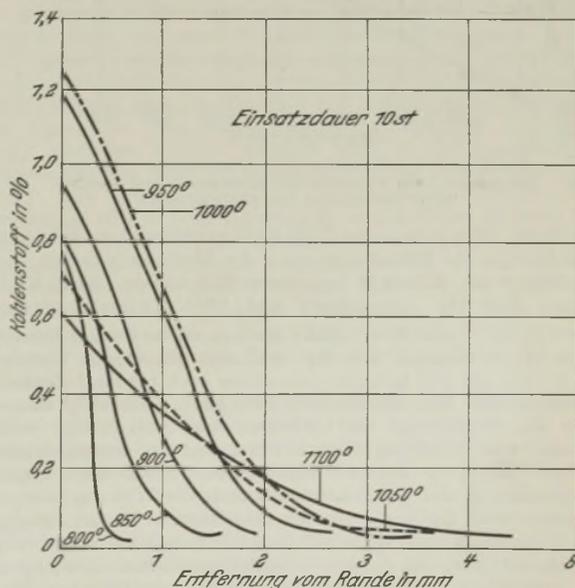


Abbildung 1. Kohlenstoffgehalt in verschiedenen Schichten beim Einsetzen mit Kohlenoxyd und Pyridin für verschiedene Temperaturen.

¹⁾ St. u. E. 47 (1927) S. 52/7.

²⁾ Trans. Am. Soc. Steel Treat. 12 (1927) S. 737/58.

¹⁾ Carnegie Schol. Mem. 15 (1926) S. 71/122. Nach der Zusammenfassung von H. Savage: Rev. Univ. Mines Mét. 16 (1927) S. 253/74.

wendung eines Gemisches von Kohlenoxyd und Pyridin. Es ist ersichtlich, daß oberhalb 1000° Stickstoff- und Kohlenstoffaufnahme wieder geringer werden, was wohl der Zersetzung des Pyridins zuzuschreiben ist. Das Verhältnis der Eindringungstiefen bei Zementation mit Kohlenoxyd und Pyridin einerseits, Kohlenoxyd und Methylcyanid andererseits ist aus Abb. 3 zu ersehen.

Bei höherem Kohlenstoffgehalt des eingesetzten Stückes ist die Stickstoffaufnahme geringer als bei niedrigem Kohlenstoffgehalt. Auf diesen Umstand dürfte es auch zurückzuführen sein, daß bei längerer Wirkung des Gasgemisches der Stickstoffgehalt wieder abzunehmen beginnt; die Kohlenstoffaufnahme hingegen wird durch den Stickstoff nicht beeinflusst.

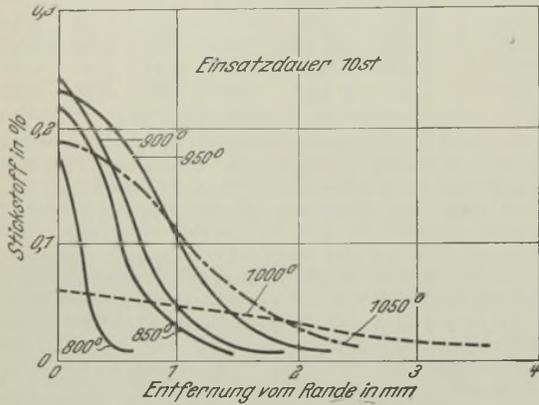


Abbildung 2. Stickstoffgehalt in verschiedenen Schichten beim Einsetzen mit Kohlenoxyd und Pyridin für verschiedene Temperaturen.

Es ergab sich ferner, daß Stickstoff ebenso wie die metallischen Legierungsbeimengungen den Kohlenstoffgehalt des Perlit vermindert; dieser wurde in den äußeren Schichten zu 0,7 % gefunden.

Die Verfasser weisen außerdem nach, daß die Zementation den Diffusionsgesetzen von Fick, d. h. der Gleichung

$$\varphi = \frac{H}{2\sqrt{\pi Kt}} \cdot e^{-\frac{x^2}{4Kt}}$$

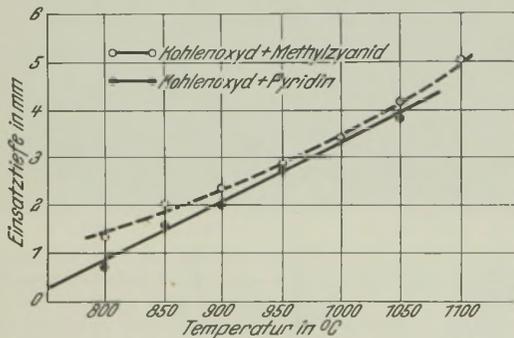


Abbildung 3. Abhängigkeit der Einsatztiefe von der Temperatur beim Einsetzen mit Kohlenoxyd und Pyridin sowie Kohlenoxyd und Methylcyanid.

entspricht. Hierin bedeutet φ die Kohlenstoffzunahme in irgendeiner Zone, t die Diffusionsdauer, x die Entfernung in mm von der Oberfläche; K und H bezeichnen Konstanten. Diese Konstanten sind für Armco-Eisen und 950° Einsatztemperatur $K = 8,8 \cdot 10^{-8}$ und $H = 0,295$. Die aus dieser Formel berechneten Werte stimmen mit den praktisch gefundenen überein. Die Formel gilt mit anderen Konstanten auch für die Aufnahme des Stickstoffs. Mit abnehmender Temperatur überwiegt immer mehr die Verstickung im Verhältnis zur Aufkohlung, wohl deshalb, weil durch den Stickstoff Ac_1 und Ac_2 herabgedrückt werden. Bei ganz hohen Temperaturen verschwindet wegen der Zersetzung des verstickenden Mittels die Wirkung wieder. Praktisch wird das Verfahren der gemeinsamen Einsatzwirkung von Kohlenstoff und Stickstoff vermutlich nicht in Form einer Härtung im Gasstrom, sondern in Salzbadern Bedeutung erlangen.

Ausführliche Angaben widmet Savage dem Fryschen Verstickungsverfahren bei niedrigen Temperaturen. Es erübrigt sich, darüber zu berichten, weil dieses Verfahren den Lesern dieser Zeitschrift bekannt ist. Bemerkenswert ist, daß sich der Verfasser über die praktische Verwendung des Verfahrens sehr lobenswert ausspricht. Es scheint überhaupt, daß dieses Verfahren in Frankreich mehr Eingang gefunden hat als selbst in Deutschland.

Savage gibt ferner einen zusammenfassenden Bericht über

Die Oberflächenhärtung durch Chrom.

Seit der Entdeckung des rostfreien Stahles hat man sich verschiedentlich bemüht, aus wirtschaftlichen Gründen der Oberfläche allein Chrom durch Zementation zuzuführen. Ueber das Verfahren von Kelley¹⁾ wurde in dieser Zeitschrift bereits berichtet. Neuerdings befaßte sich Laissus²⁾ mit diesem Verfahren und fand, daß sich bis zu Temperaturen von 1000° eine äußere eutektische Zone bildet, an die sich ein Bereich fester Lösung anschließt, die keinen Perlit enthält. Bei Temperaturen oberhalb 1000° bildet sich außerdem noch am Rande eine sehr harte Zone, vermutlich aus Karbid bestehend. Die Tiefe der verchromten Zone erreicht bei weichem Eisen, 1200° Temperatur und 20stündiger Einsatzdauer nur 0,7 mm Einsatztiefe. Bemerkenswert ist nun, daß mit fallendem Kohlenstoffgehalt des zu verchromenden Stahles das Chrom rascher und schon bei niedrigeren Temperaturen eintritt. Bei Elektrolyteisen erreicht man bei 10stündiger Einsatzdauer und 1200° Temperatur 0,275 mm Einsatztiefe, bei einem Stahl mit 0,9 % C nur 0,075 mm. Bei den Versuchen wurde als Einsatzmittel ein Ferrochrom mit 60 % Cr, 0,13 % C und 1,5 % Si verwendet. Nimmt man Ferrochrom mit höheren Kohlenstoffgehalten, so ändert sich an dem Verhältnis nichts Wesentliches. Zusatz von Aluminium zum Verchromungspulver erniedrigt die Einsatztiefe auf fast ein Drittel bis zur Hälfte des sonstigen Wertes. Auch die Versuche von Laissus lassen ebenso wenig wie die oben erwähnten von Kelley eine praktische Verwendung der Feuerverchromung erwarten.

R. G. Guthrie und O. Wozasek³⁾ berichteten über

Die günstige Wirkung von Sauerstoff und Sauerstoffverbindungen auf die Zementation.

Wenn man diesen Versuchen trauen darf, so begünstigen Sauerstoff und Sauerstoffüberträger in erstaunlicher Weise die Geschwindigkeit der Aufkohlung. Folgende Beispiele mögen dies beweisen. Bei einem Gas mit der Zusammensetzung:

CO ₂	1,4 %	H ₂	45,0 %
Kohlenwasserstoffe .	2,6 %	CH ₄	23,9 %
O ₂	0,6 %	N ₂	17,3 %
CO	9,0 %		

betrug die durchschnittliche Gewichtszunahme an Kohlenstoff bei fünf Proben und 850° in 10 h 0,58 mg, die Probestücke hatten ein Gewicht von 40 g. Bei Zusatz von 2 % CO₂ betrug die durchschnittliche Gewichtszunahme 4,56 mg.

Ein Gas folgender Zusammensetzung:

CO ₂	1,0 %	H ₂	31,4 %
Kohlenwasserstoffe .	8,2 %	CH ₄	16,2 %
O ₂	0,6 %	N ₂	8,0 %
CO	34,6 %		

kohlte bei fünf anderen Proben unter anderen Bedingungen durchschnittlich um 20,4 mg Kohlenstoff auf. Bei Zusatz von Sauerstoff erhöhte sich die Gewichtszunahme auf 84,8 mg.

Ein Gas mit der Zusammensetzung:

CO ₂	0,4 %	H ₂	45,4 %
Kohlenwasserstoffe .	3,2 %	CH ₄	20,1 %
O ₂	0,4 %	N ₂	20,0 %
CO	10,5 %		

vermochte nur 1 mg Kohlenstoff an die Probe abzugeben. Setzte man feuchtes Gas zu, so stieg die durchschnittliche Kohlenstoffzunahme auf 78,4 mg. (Bei einem Wasserdampfgehalt des Gases ist aber zu beachten, daß oberhalb 900° das Wasser wieder zu entkohlen beginnt.) Das obengenannte Gas wurde auch in ähnlicher Weise stärker wirkend, wenn man die Probe vor dem Einsetzen oberflächlich etwas oxydierte.

Diese Versuche würden beweisen, daß Sauerstoff oder Sauerstoffverbindungen für den Aufkohlungsvorgang wesentlich sind. Eine Erklärung für dieses Verhalten wird von den Verfassern nicht gegeben.

F. Rapatz.

Straßenbahn-Ausstellung in Essen.

Die in den Tagen vom 21. bis 30. September in Essen stattfindende Straßenbahnausstellung, die ein Bild über die wichtigsten technischen und wirtschaftlichen Fortschritte des Straßenbahnwesens geben soll, dürfte auch vom engeren Standpunkte des Hüttenmannes aus Aufmerksamkeit verdienen durch die Ausstellung auf dem Gebiete des Schienen-, Weichen- und Gleisbaues und von Werkstoffen, die insbesondere für Straßenbahnwagen verwendet werden.

¹⁾ St. u. E. 43 (1923) S. 1286.

²⁾ Rev. Mét. 23 (1926) S. 155/78 u. 233/42.

³⁾ Trans. Am. Soc. Steel Treat. 12 (1927) S. 853/70.

Aus Fachvereinen.

American Institute of Mining and Metallurgical Engineers.

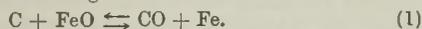
(Frühjahrsversammlung 20. bis 23. Februar 1928 in New York. — Fortsetzung von S. 1182.)

A. L. Feild, New York, berichtete über

Entkohlungsgeschwindigkeit und Oxydationsgrad des Metallbades bei basischen Herdfrischverfahren.

Die Anwendung der theoretischen Chemie auf das Siemens-Martin-Verfahren hat in den letzten Jahren zu einer Reihe von Arbeiten geführt, in deren Reihenfolge sich unschwer ein stufenweises Eindringen in das bisher von dieser Seite noch wenig bearbeitete Gebiet erkennen läßt. McCance¹⁾, R. Schenck²⁾ und andere³⁾ suchten zahlenmäßig die Gleichgewichtskonstanten der in Frage kommenden Teilreaktionen zu ermitteln. Herty⁴⁾ und seine Mitarbeiter versuchten eine näherungsweise Anwendung dieser ermittelten Gleichgewichte, und H. Schenck⁵⁾ entwickelte die genauen Gleichungen, die für den Gleichgewichtszustand zwischen Bad und Schlacke in Frage kommen. Gemeinsam ist diesen beiden letzten Arbeiten die Auffassung, daß sich das Gleichgewicht in kürzester Zeit einstellt, bzw. nur durch die mehr oder weniger willkürliche Aenderung der Zustandsgrößen Druck, Temperatur und Konzentration gestört wird, daß aber kurze Zeit nach der Störung wieder Gleichgewicht eintritt. Für eine ganze Reihe langsam verlaufender Reaktionen trifft allerdings diese Auffassung nicht zu. Aus diesem Grunde lassen sich aus den Gleichgewichtsberechnungen dieser Art wohl Schlüsse qualitativer Natur auf die allgemeine Reaktionsrichtung ziehen, aber es bleibt dabei fraglich, ob und inwieweit dieser Gleichgewichtszustand in der zur Verfügung stehenden Zeit erreicht wird, und welchen Einfluß die mit dem Zustreben auf das Gleichgewicht verbundene Reaktionsgeschwindigkeit auf die einzelnen Komponenten im System Metallbad—Schlacke—Ofenatmosphäre hat. Mit diesen Fragen, von deren Lösung der praktische Erfolg der Anwendung chemisch-theoretischer Berechnung auf das Herdofenschmelzen abhängt, beschäftigt sich A. L. Feild. Anknüpfend an die Tatsache, daß die Zeit zum Fertigmachen der Schmelzungen zu einem großen Teil von der Entkohlungsgeschwindigkeit abhängt, daß aber erfahrungsgemäß eine Erhöhung der Erzeugung durch gewaltsame Uebersteigerung der Frischgeschwindigkeit die Güte des Stahles vermindert, untersucht Feild den Zusammenhang zwischen Sauerstoffgehalt oder, was dasselbe ist, Eisenoxydulgehalt des Stahles und Entkohlungsgeschwindigkeit.

Den Ausgangspunkt seiner Ueberlegungen bildet naturgemäß die bekannte Gleichung



Sie besagt, daß die Entkohlung des Stahles an einen gewissen Eisenoxydulgehalt des Bades geknüpft ist. Das Aufhören der Entkohlung würde einem Gleichgewicht entsprechen, dessen Konstante mit Rücksicht darauf, daß das flüssige Eisen Lösungsmittel im großen Ueberschuß ist, sich zu:

$$K = \frac{[FeO] \cdot [C]}{[CO]} \quad (2)$$

berechnet. Da das Kohlenoxyd nur zu einem geringen Teil im flüssigen Eisen löslich und außerdem seine Löslichkeit ebenso wie die Gleichgewichtskonstante von der Temperatur abhängig ist, läßt sich für praktische Zwecke die Gleichung (2) zu:

$$m = x_1 \cdot y_0 \quad (3)$$

vereinfachen (dabei kommt den hier und den weiter unten genannten Formelzeichen die in Tafel I angegebene Bedeutung zu). m ist dann in ganz bestimmter Weise von der Temperatur abhängig. Ein Fortschreiten der Entkohlung erfordert infolgedessen einen höheren Eisenoxydulgehalt, als dem Werte y_0 entspricht. Die erste praktische Folgerung aus Feilds Arbeit ist also, daß man vor dem Abfangen der Schmelzungen Maßnahmen zu ergreifen hat, die für so lange Zeit die Frischreaktionen unterbinden

¹⁾ A. McCance: Balance Reactions in Steel Manufacture. Trans. Faraday Soc. 21 (1925) 2. Teil, S. 176/201; vgl. St. u. E. 45 (1925) S. 1891/3.

²⁾ Eisen, Kohlenstoff und Sauerstoff in ihren wechselseitigen Beziehungen. St. u. E. 46 (1926) S. 665/82.

³⁾ Schrifttumsangaben in der Arbeit von H. Schenck. Siehe unter Anm. 5.

⁴⁾ S. a. St. u. E. 46 (1926) S. 1597/1601.

⁵⁾ Ueber die Anwendung der theoretischen Chemie auf einige für die Stahlerzeugung wichtige Vorgänge. Arch. Eisenhüttenwes. 1 (1927/28) S. 483/97 (Gr. B: Stahlw.-Aussch. 134).

oder soweit wie möglich verlangsamen, wie zur möglichst weitgehenden Einstellung des Gleichgewichtes nötig ist.

Tafel I. Bedeutung der Formelzeichen.

x_1	Kohlenstoffgehalt im Metall in Gewichtsprozenten.
x_2, x_3, x_4	Mangan-, Silizium-, Phosphor- usw. Gehalt im Metall in Gewichtsprozenten.
y	Eisenoxydulgehalt des Metalls in Gewichtsprozenten.
y_0	Eisenoxydulgehalt des Metalls in Gewichtsprozenten, wie er dem Gleichgewicht zwischen Metall und Schlacke entsprechen würde.
m	Gleichgewichtskonstante für die Gleichung $C + FeO \rightleftharpoons CO + Fe$.
w	Theoretischer Eisenoxydulgehalt der Schlacke in Gewichtsprozenten = $FeO + 1,35 \cdot Fe_2O_3$.
w_0	Theoretischer FeO-Gehalt der Schlacke in Gewichtsprozenten, wie er dem Gleichgewicht zwischen Metall und Schlacke entsprechen würde.
r	Verteilungskoeffizient für Eisenoxydul zwischen Stahl und Schlacke.
A	Berührungsfläche zwischen Bad und Schlacke in m^2 .
M	Gewicht der Schmelzung in kg.
K	Mit verschiedenen Indizes, Zeichen für die Gleichgewichtskonstante verschiedener Reaktionen.
k	Zeichen für die Geschwindigkeitskonstante.
C	Diffusionskonstante für FeO.
W	Eisenoxydleinwanderung von der Schlacke ins Bad, ausgedrückt in Gewichtsprozenten des Metalls.
t	Zeit.

Die genauere Untersuchung des Frischvorganges ist deshalb von höchster Wichtigkeit. Das Fortschreiten der Entkohlung setzt ein dauerndes Eindringen von Eisenoxydul in das Stahlbad unter gleichzeitigem Entweichen des Kohlenoxyds voraus. Von diesen beiden Vorgängen, die als Kochen des Bades in Erscheinung treten, behandelt Feild nur den ersten genauer. Nach seiner Ansicht ist die Löslichkeit des Kohlenoxyds verhältnismäßig konstant und nur abhängig von Temperatur und Druck. Er nimmt daher für seine Berechnung die gelöste Kohlenoxydmenge bei 1 at und der für das Fertigmachen zutreffenden Temperaturspanne als Festwert an, den er, wie bereits aus Formel (2) und (3) ersichtlich, in die Gleichgewichtskonstante einbezieht. Dabei wird übersehen, daß der Lösungsdruck des Kohlenoxyds sich mit dem Teildruck des Kohlenoxyds in der Ofenatmosphäre ins Gleichgewicht setzt, so daß in den Berechnungen der Einfluß oxydierenden oder reduzierenden Schmelzens nicht voll zur Geltung kommt. Von diesem Gesichtspunkt aus ist auch die Annahme der Löslichkeit bei 1 at anfechtbar, da je nach der verwendeten Gasart und der dem Ofen zugeführten Luftmenge der Kohlenoxydgehalt zwischen 0 und äußerstenfalls etwa 28% — Generatorgas bei vollständig abgestellter Luft — verändert werden kann, was einer Partialdruckänderung zwischen 0 und nicht ganz $\frac{1}{3}$ at abs entspricht. Andererseits beeinträchtigt diese Ungenauigkeit den Gang der übrigen theoretischen Ueberlegungen nicht, solange man ihr Ergebnis auf Schmelzungen anwendet, bei denen Gas- und Luftfeinstellung im Verhältnis zueinander nicht verändert werden. Dagegen wird bei der quantitativen Anwendung der noch abzuleitenden Formeln sowie beim Vergleich von Schmelzungen mit verschiedenen Gas-Luft-Einstellungen, oder bei der Anwendung verschiedener Gasarten die Frage der Löslichkeit des Kohlenoxyds bei den verschiedenen Partialdrücken zweifellos berücksichtigt werden müssen. Soweit der Berichtstatter übersehen kann, ließe sich das möglicherweise durch eine entsprechende Untersuchung der Werte von m in Formel (3) erreichen. Dies würde sicherlich einen sehr wertvollen Vergleich für die Verwendung verschiedener Gasarten zulassen.

Die Feildsche Vorstellung vom Wesen der Frischwirkung berücksichtigt die Gasatmosphäre nur insoweit, wie sie eine Sauerstoffanreicherung der mit dem Gas in Berührung stehenden Schlackenoberfläche durch örtliche Oxydation von Eisenoxydul zu Eisenoxyd zum Ausgangspunkt wählt. Dieses Eisenoxyd wandert in der Hauptsache durch die mechanische Durchwirbelung der Schlacke beim Kochen durch diese hindurch bis an die Berührungsfläche Schlacke—Metall und wird dort durch Reaktion mit dem Metall wieder in Eisenoxydul übergeführt. Die Anreicherung an Eisenoxydul hat zur Folge, daß an der Berührungsfläche Schlacke—Metall das durch den Verteilungskoeffizienten bestimmte Gleichgewicht zwischen der Eisenoxydulkonzentration in Schlacke und Bad gestört wird und Eisenoxydul in das Metallbad übertritt. Innerhalb des Metallbades erfolgt die Verteilung des Eisenoxyduls wieder in vornehmlichem Maße

durch die Durchwirbelung und erst in zweiter Linie durch Diffusion. Die letzte Annahme dürfte bei tiefen Bädern nicht so gut zu treffen wie bei der an sich dünneren Schlackendecke. Aber gerade in der Abweichung, die aller Wahrscheinlichkeit nach beim Vergleich der Verhältnisse in Oefen mit verschiedener Badtiefe auftreten wird, dürften Aufschlüsse zu erwarten sein, die bisher zahlenmäßig kaum erfassbar waren.

Im Metallbade selbst verteilt sich der Sauerstoff des Eisenoxyduls zum Teil auf die Eisenbegleiter, zum Teil wird er als solches gelöst vorhanden sein. Dadurch sind die Vorbedingungen für die Abwicklung der Vorgänge nach Gleichung (1) gegeben; gleichzeitig sieht man jedoch, daß diese Reaktion nur unter Berücksichtigung der Oxydation von Mangan, Phosphor und Silizium

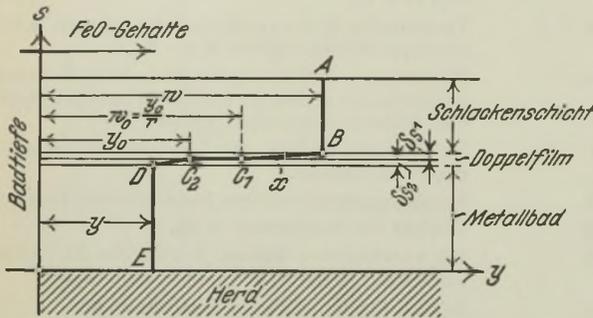


Abbildung 1. Schematische Darstellung der Eisenoxydul-Diffusion von der Schlacke zum Metall.

untersucht werden kann. Hier wird man bei der Weiterführung der Feildschen Gedankengänge auf die Arbeiten von Schenck zurückgreifen müssen.

Zur mathematischen Behandlung genügt eine so allgemeine Darstellung der Verhältnisse, wie sie eben gegeben wurde, nicht. Den Aufbau der Rechnung zugrunde liegenden Vergleichsbildes gibt Abb. 1 in Schaubildform wieder. Hier befindet sich der Koordinatenursprung auf dem Herd, als Ordinaten s sind die Badtiefe und die Stärke der Schlackenschicht, als Abszissen y die Eisenoxydulgehalte aufgetragen. Der Eisenoxydulgehalt

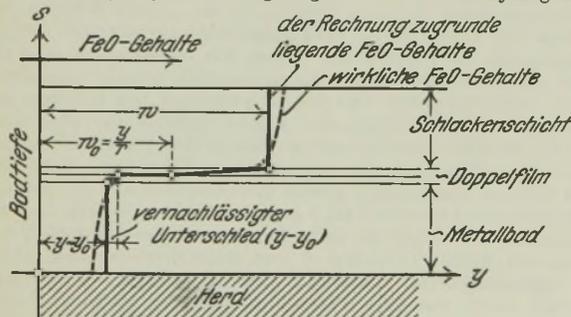


Abbildung 2. Darstellung der der Rechnung zugrunde liegenden vereinfachten Verhältnisse gegenüber den wirklichen bei der Diffusion des Eisenoxyduls.

der Schlacke sowie der des Metallbades wird unter Vernachlässigung der Diffusionserscheinungen innerhalb der beiden Schichten als konstant angenommen und erscheint daher als Senkrechte AB bzw. DE. Die Diffusion des Eisenoxyduls beschränkt sich dann auf den Doppelfilm $\delta_{s1} + \delta_{s2}$ beiderseits der Berührungsfläche Schlacke—Metall, den man sich unendlich dünn vorzustellen hat. Dieser Doppelfilm wird durch die eigentliche Berührungsfläche in zwei Teile geteilt, dessen oberer zur Schlacke und dessen unterer zum Metallbad gehört. Die diffundierende Eisenoxydulmenge je Flächen- und Zeiteinheit wird dann proportional dem Konzentrationsgefälle BC_1 bzw. C_2D und ihre absolute Menge zum Produkt aus den Diffusionskonstanten für Schlacke bzw. Bad und dem Konzentrationsgefälle. Der Linienzug x weist in der Berührungsebene die Unstetigkeitsstelle C_1C_2 auf, entsprechend der Annahme, daß hier der Eisenoxydulgehalt in beiden Stoffen durch die Verteilungskonstante r bestimmt wird, so daß die Gesetzmäßigkeit

$$y_0 = w_0 \cdot r \quad (4)$$

erfüllt ist (siehe die Bezeichnungen in Tafel 1). Setzt man nun mit Feild voraus, daß die Diffusionskonstante innerhalb des Metallbades vor allem im Vergleich zu der in der Schlackenschicht außerordentlich groß ist, so wird das Konzentrationsgefälle C_2D im Verhältnis zu C_1B vernachlässigbar klein, und es kann an Stelle von y_0 das Mittel aus dem tatsächlich vorhandenen Eisenoxydulgehalt des Metallbades y in die Rechnung eingeführt werden. Die so zustande gekommenen Verhältnisse erläutert

Abb. 2, in der gleichzeitig durch einen gestrichelten Linienzug die bei normalem Kochen der Schmelzung tatsächlich zu erwartende Eisenoxydulverteilung angedeutet ist. Aus diesen Darstellungen sind auch die beiden Fälle sofort klar, bei denen die auf dieser Vorstellung aufgebauten Rechnungen nicht mehr gelten. Der eine dieser Fälle tritt ein, wenn die Schmelzung nur sehr wenig kocht, wie es z. B. bei sehr manganreichem Einsatz gelegentlich vorkommt. Dann trifft nämlich die Voraussetzung der Turbulenz nicht mehr zu, und die Eisenoxydulverteilung wird einen ähnlichen Verlauf nehmen wie die Temperaturkurve beim Wärmeausgleich zweier sich berührender Körper. Der zweite Fall liegt vor, wenn grobstückiges Erz geworfen wird und dadurch eine unmittelbare Berührung zwischen Erzstücken und Metall zustande kommt. Dann hört die Schlacke auf, ein geschlossenes Ganzes zu sein, und damit verlieren unsere Rechnungen ihren Sinn. Betrachtet man aber die Erzstücke für sich, so stellen sie gewissermaßen Eisenoxyd bzw. Eisenoxydul in höchster Konzentration dar; die stürmischen Reaktionen erklären sich dann als Folge des außerordentlich hohen Konzentrationsgefälles an ihrer Berührungsstelle mit dem Metall.

Die in Abb. 2 dargestellte Vereinfachung läßt sich übrigens auch in der Weise deuten, daß die gefundenen Diffusionskonstanten den Fehler aufnehmen. Dies ist um so weniger gefährlich, als man zu der Annahme berechtigt ist, daß ihr Wert für Stahl allein unter verschiedenen Verhältnissen ganz bedeutend geringeren Veränderungen unterliegt als für die in ihrer Zusammensetzung erheblich stärker wechselnden Schlacken. Allerdings muß dieser Umstand bei dem Versuch einer laboratoriumsmäßigen Bestimmung der Diffusionskonstanten unter Bedingungen, die den Verhältnissen im Ofen nicht voll entsprechen, berücksichtigt werden. Nach der Begriffsbestimmung der Diffusionskonstanten ist das absolute Gewicht in kg des je Zeiteinheit diffundierenden Eisenoxyduls proportional der Berührungsfläche, die in unserm Fall näherungsweise mit der Herdfläche A übereinstimmt, und dem

Konzentrationsgefälle C_1B , dessen Wert sich zu $(w - \frac{y}{r})$ ergibt;

in diesem Ausdruck ist entsprechend der oben geschilderten Vereinfachung an Stelle des Wertes y_0 bereits der mittlere Eisenoxydulgehalt des Bades y getreten. Die Menge des diffundierenden Eisenoxyduls in Prozenten des Stahlbades (W) ergibt sich dann durch Division der absoluten Menge durch das Stahlgewicht M in kg mal 100. Auf diese Weise entsteht für das prozentual je Zeiteinheit eindringende Eisenoxydulgewicht W der Ausdruck:

$$W = \frac{CA}{M} \left(w - \frac{y}{r} \right) \% \quad (5)$$

Mit Rücksicht auf die annahmegemäß vor dem Diffusionsvorgang eintretende Umwandlung des Eisenoxydulgehaltes in Eisenoxydul muß zur Ermittlung von w der analytisch gefundene Eisenoxydulgehalt der Schlacke entsprechend den Molekulargewichten um das 1,35fache ihres Eisenoxydulgehaltes vermehrt werden.

Das eindringende Eisenoxydul verliert seinen Sauerstoff zum Teil an Kohlenstoff, Mangan, Silizium, Phosphor und gegebenenfalls noch andere der Oxydation zugängliche Eisenbegleiter, zum Teil bleibt es als solches gelöst. Wie sich aus den Molekulargewichten leicht errechnen läßt, erfordert zur Oxydation 1 kg Kohlenstoff 6 kg FeO, 1 kg Mangan 1,3 kg FeO, 1 kg Silizium 5,8 kg FeO und 1 kg Phosphor 5,1 kg FeO. Sollen noch andere Eisenbegleiter in die Rechnung mit einbezogen werden, so müssen die entsprechenden Gewichtsverhältnisse vorher errechnet werden. Aus dieser Überlegung folgt ohne weiteres der mathematische Ausdruck für die Verteilung der augenblicklich eindringenden Eisenoxydulmenge:

$$W = -6 \frac{dx_1}{dt} - 1,3 \frac{dx_2}{dt} - 5,8 \frac{dx_3}{dt} - 5,1 \frac{dx_4}{dt} + \frac{dy}{dt} \quad (6)$$

Durch die Substitution:

$$p = \frac{-6 \frac{dx_1}{dt} - 1,3 \frac{dx_2}{dt} - 5,8 \frac{dx_3}{dt} - 5,1 \frac{dx_4}{dt}}{-6 \frac{dx_1}{dt}}$$

ergibt sich für W in vereinfachter Schreibweise:

$$W = -6p \frac{dx_1}{dt} + \frac{dy}{dt} \quad (8)$$

Die Gleichsetzung der beiden Ausdrücke (5) und (8) für W liefert die Hauptgleichung für die Diffusion:

$$-6p \frac{dx_1}{dt} + \frac{dy}{dt} - \frac{CA}{M} \left(w - \frac{y}{r} \right) = 0.$$

Die Abhängigkeit von C von der Zusammensetzung der Schlacke muß noch durch spätere Untersuchungen geklärt

werden. Vorerst läßt sich dieser Umstand durch die Untersuchung an Bädern mit annähernd gleichartiger Schlackendecke umgehen. Ein weiterer Zusammenhang besteht zwischen C und der Temperatur. Aber auch hier wird man sich zunächst auf relative Werte beschränken müssen, solange die Frage einer einwandfreien Temperaturmessung noch nicht geklärt ist. Die Heftigkeit des Kochens äußert sich vor allem in einer Vergrößerung der Berührungsfläche Metall—Schlacke, deren Wert rechnerisch nicht erfassbar ist. Da jedoch die Heftigkeit des Kochens eigentlich nur die Folge einer entsprechenden Schlackenzusammensetzung, Temperatursteigerung und Gaszusammensetzung im Ofen ist, wird sich ihr Einfluß bei in größerem Maßstab durchgeführten Untersuchungen zunächst in dem Wert für C widerspiegeln und eine zusätzliche Veränderlichkeit seiner Abhängigkeit von Temperatur und Schlackenzusammensetzung ergeben. Für die praktischen Untersuchungen am Ofen ist dies von geringerer Bedeutung, da zu erwarten steht, daß diese Abhängigkeit gesetzmäßig und eindeutig ist. Dagegen ist ihr Einfluß bei der Uebertragung laboratoriumsmäßig festgestellter Werte auf die Praxis zu beachten.

Die weitere Untersuchung der Entkohlungsgeschwindigkeit bei beständig gestörtem Gleichgewicht erfordert die Anwendung der chemischen Dynamik. Die Geschwindigkeit einer Reaktion ist stets proportional einer Geschwindigkeitskonstanten k und den jeweiligen Konzentrationen der reagierenden Stoffe. Dies gilt bei einer beliebigen Reaktionsformel sowohl für den Verlauf von rechts nach links als auch für den von links nach rechts. Dabei sind jedoch die Geschwindigkeitskonstanten verschieden. Das Fortschreiten der Reaktion ist infolgedessen als Differenz der Reaktionsgeschwindigkeiten nach beiden Seiten hin aufzufassen. Die Reaktion kommt zum Stillstand — und das ist gleichbedeutend mit dem Eintritt des chemischen Gleichgewichtes —, wenn die Reaktionsgeschwindigkeiten in beiden Richtungen gleich groß sind. Für die Reaktion der Entkohlung nach Formel (1) erhält man streng genommen für die Reaktionsgeschwindigkeit von links nach rechts:

$$v_l = k_l \cdot (C) \cdot (FeO) \tag{10}$$

desgleichen für die Reaktionsgeschwindigkeit von rechts nach links:

$$v_r = k_r \cdot (CO) \cdot (Fe) = k' \tag{11}$$

In Formel (11) ist angedeutet, daß in unserem Fall die Reaktionsgeschwindigkeit von rechts nach links als konstant angesehen werden kann, da die Konzentration des Eisens als Lösungsmittel im Ueberschuß nahe 100 % ist und sich in den gegebenen Grenzen des Reaktionsverlaufes praktisch nicht ändert und da ferner die Konzentration des Kohlenoxyds nur von Temperatur und dem Teildruck abhängig ist, die beide seine Löslichkeit im Stahlbad bestimmen. Für das Gleichgewicht erhält man durch Gleichsetzung von $v_l = v_r$ und entsprechende Ordnung der Faktoren Formel (2) und (3). Dabei ergibt sich sofort die Gleichgewichtskonstante $m = \frac{k'}{k_l}$.

Für die Wahl des Maßstabes der Reaktionsgeschwindigkeit kommt in unserem Falle nur die Aenderung des Kohlenstoffgehaltes in Betracht, worauf ebenfalls bei der laboratoriumsmäßigen Untersuchung und ihrer Auswertung zur Berechnung der Geschwindigkeitskonstanten Rücksicht genommen werden muß. Man erhält dann als Ausdruck für die Geschwindigkeit des Gesamtfortschrittes der Reaktion die Kohlenstoffabnahme je Zeiteinheit zu:

$$-\frac{dx_1}{dt} = k_l x_1 y - k' = k_l (x_1 y - m) \tag{12}$$

Die Entwicklung zeigt, daß im vorliegenden Falle die Reaktionsgeschwindigkeit direkt proportional der Differenz zwischen dem wirklichen und dem zum Gleichgewicht gehörigen Eisenoxydulgehalt ist. Die Auflösung von Gleichung (12) nach y liefert für den tatsächlichen Eisenoxydulgehalt:

$$y = \frac{1}{x_1} \left[m - \frac{dx_1}{dt} \cdot \frac{1}{k_l} \right] \tag{13}$$

Die Bedeutung dieser Gleichung ist folgende: Der Differentialquotient $\frac{dx_1}{dt}$ würde für eine Kohlenstoffzunahme positiv ausfallen. Für die Kohlenstoffabnahme erhält er aus sich heraus das negative Vorzeichen. Infolgedessen kehrt sich das negative Vorzeichen bei Einsetzung der Zahlenwerte um. Es ergibt dann das zweite Glied den Betrag, um den der dem Gleichgewichtszustand entsprechende Eisenoxydulgehalt des Stahles bei einer bestimmten Entkohlungsgeschwindigkeit überschritten wird. Gleichzeitig erkennt man, daß diese Überschreitung der Entkohlungsgeschwindigkeit direkt proportional ist.

Um aus dem Verlauf untersuchter Schmelzungen auf die Einflüsse des Verhältnisses von Herdfläche zu Einsatzgewicht Schlüsse ziehen zu können, ist die Verbindung der Gleichungen (13) und (9) erforderlich. Zu diesem Zweck muß in erster Linie der Differentialquotient $\frac{dy}{dt}$ gebildet werden:

$$\begin{aligned} \frac{dy}{dt} &= -\frac{1}{x_1^2} \cdot \frac{dx_1}{dt} \left(m - \frac{dx_1}{dt} \cdot \frac{1}{k_l} \right) - \frac{1}{k_l x_1} \cdot \frac{d^2 x_1}{dt^2} \tag{14} \\ &= -\frac{y}{x_1} \frac{dx_1}{dt} - \frac{1}{k_l x_1} \frac{d^2 x_1}{dt^2} \end{aligned}$$

Die Einführung dieses Wertes in die Diffusionsgleichung liefert:

$$\begin{aligned} -6p \frac{dx_1}{dt} - \frac{m}{x_1} \cdot \frac{dx_1}{dt} + \frac{1}{k_l x_1} \left(\frac{dx_1}{dt} \right)^2 - \frac{1}{k_l x_1} \cdot \frac{d^2 x_1}{dt^2} - \frac{CAw}{M} \\ + \frac{CAm}{M \cdot v \cdot x_1} - \frac{CA}{Mk_l v x_1} \cdot \frac{dx_1}{dt} = 0 \tag{15} \end{aligned}$$

Diese Differentialgleichung zweiter Ordnung zweiten Grades würde einer mathematischen Auflösung ziemliche Schwierigkeiten entgegensetzen. Auf empirischem Wege läßt sich jedoch die Abnahme der Veränderlichen durch entsprechende Analysen verhältnismäßig leicht feststellen und daraus C und k ermitteln. Da beide Größen von der Temperatur abhängig sind und da man außerdem zwei Zeitabschnitte benötigt, um für dasselbe Bad und dieselbe Schlackenzusammensetzung die Bestimmungsgleichungen aufzustellen, so kann zu diesem Zweck nur ein Zeitpunkt gegen Ende der Schmelzung gewählt werden, zu dem erhebliche Temperatursteigerungen nicht mehr auftreten. Andererseits drängt die Unsicherheit der Analysen infolge der mangelhaften Gleichmäßigkeit der drei zu analysierenden Phasen — Gasphase, Schlacke und Eisenbad — zur Untersuchung an verhältnismäßig kleinen und kleinsten Einheiten, ein Weg, der deutlich nach dem Laboratorium weist. Außerdem ist es fraglich, ob Untersuchungen bei verschiedenen Herdflächen zu gleichen Diffusionskonstanten C führen, da man keinen Maßstab für die Intensität des Kochens und vor allem der Gleichmäßigkeit des Kochens über die ganze Herdfläche hat. Bei näherem Zusehen wird es vielleicht möglich sein, im Laboratorium für die Konstante k der Reaktionsgeschwindigkeit entsprechende Werte zu erhalten und mit diesen

an die Bestimmung des Wertes $\frac{CA}{M}$ heranzugehen. Dieser letzte

Wert gestattet, zahlenmäßig den Einfluß der mittleren Badtiefe zu erfassen, denn der Quotient Herdfläche : Schmelzungsgewicht ist ja umgekehrt proportional der sogenannten mittleren Badtiefe, da man ihn bloß mit dem spezifischen Gewicht des Metallbades zu multiplizieren braucht, um den reziproken Wert der Badtiefe zu erhalten. Die Wiedergabe einer Berechnung von k und C auf Grund einer Arbeit von Keats und Herty lohnt sich an dieser Stelle nicht, da sie nur unter einer Vergewaltigung der ursprünglich ebenfalls nach Herty angegebenen Werte für m und r zustande kam. Zu Vergleichszwecken seien dagegen die Werte für m und r nach Herty in Zahlentafel 2 hier wiedergegeben.

Zahlentafel 2. Werte für m und r nach Herty, bezogen auf die prozentuale Konzentration von FeO und C.

Temperatur °C	Gleichgewichtskonstante = m	Verteilungskonstante = r
1524	0,044	
1536		0,0079
1562	0,037	0,0093
1592	0,026	0,011
1605	0,024	0,012
1660	0,021	0,015

Mit Hilfe der angegebenen Gleichungen läßt sich durch ihre Auflösung nach y ein Wert für den mutmaßlichen Eisenoxydulgehalt des Stahles feststellen; doch müssen nach Ansicht des Berichterstatters zunächst Bestätigungen der Gedankengänge Feilds durch umfangreiche Nachprüfungen erbracht werden, ehe zu einer zahlenmäßigen Auswertung seiner Gleichungen geschritten werden kann. Trotz dieser scheinbar recht erheblichen Vorbehalte verliert die Feildsche Arbeit keineswegs an Wert; denn qualitativ finden die aus ihr zu ziehenden Schlüsse bereits weitgehende Bestätigung. Bekannt ist z. B. die qualitative Minderwertigkeit von Schmelzungen, die unter zu eisenoxydreicher Schlacke abgestochen werden (basisches Verfahren vorausgesetzt), auch dann, wenn versucht wurde, durch recht erhebliche Manganzusätze eine weitgehende Desoxydation herbeizuführen. Eine weitere Bestätigung bietet die qualitativ günstige Wirkung des sogenannten Abstehenlassens unter reduzierender

Ofenatmosphäre. Hierbei wird zwar der Teildruck des Kohlenoxyds etwas erhöht, so daß der Gleichgewichts-Eisenoxydulgehalt des Stahles nach Gleichung (2) etwas steigt. Andererseits vermindert sich aber mit der Zeit der theoretische Eisenoxydulgehalt der Schlacke — $(\text{FeO} + 1,35 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3)$ —, da ihre weitere Oxydation mehr oder weniger unterbunden wird. Tatsächlich erfolgt dann eine starke Abnahme der Frischwirkung, ohne daß man von einem Kälterwerden des Stahles sprechen kann. Auf diese Weise nähert man sich bereits vor dem Manganzusatz weitgehend dem geringstmöglichen Sauerstoffgehalt des Bades und erhält bei einer Mindestmenge an Manganabbrand eine vorzügliche Desoxydationswirkung. Die Uebertragung der bisher entwickelten Gedankengänge auf die Desoxydation liefert ebenfalls belangreiche Aufschlüsse, auf die hier nur mit einem Fingerzeig hingewiesen werden kann.

Es läßt sich die Gleichung der Desoxydation mit Mangan durch die Formel:



darstellen. Die entsprechende Gleichgewichtskonstante, die ein Produkt aus der Gleichgewichtskonstanten der Desoxydationswirkung des Kohlenstoffes und jener der Desoxydationswirkung des Mangans darstellt, ergibt sich zu:

$$K_2 = \frac{[\text{C}] [\text{FeO}]^2 [\text{Mn}]}{[\text{CO}] \cdot [\text{MnO}]} \quad (17)$$

Aus dieser nur von der Temperatur abhängigen Konstanten läßt sich folgendes ablesen:

1. Bei gleicher Temperatur ist der Manganabbrand um so geringer, je höher der Kohlenstoffgehalt ist, denn es ist ja das Produkt $[\text{C}] \cdot [\text{FeO}]$ bei gleicher Lösungsfähigkeit für $[\text{CO}]$ konstant.

2. Bei gleicher Temperatur sinkt der Eisenoxydulgehalt mit zunehmendem Mangananteil, und zwar in der Weise, daß sich Kohlenstoff- und Mangankonzentration multiplikativ ersetzen.

3. Mit steigender Temperatur steigt die Löslichkeit für Kohlenoxyd; das Verhalten des Manganoxyduls ist unbekannt, es dürfte aber auch mit steigender Temperatur eine Steigerung der an sich außerordentlich geringen Löslichkeit des Stahles für diese Verbindung anzunehmen sein. Daraus folgt, daß heiß abgestochene Schmelzungen bei gleichem Mangan- und Kohlenstoffgehalt neben einem höheren Kohlenoxydulgehalt auch einen höheren Eisenoxydulgehalt aufweisen. Die Einwanderung von Manganoxydul, die dann zu erwarten steht, kann sogar eine Reduktion von Mangan zur Folge haben (Rückmangan).

Diese drei Punkte decken sich im allgemeinen mit den praktischen Erfahrungen. Aber auch scheinbare Widersprüche mit Gleichung (17) finden leicht ihre Erklärung, wenn man entsprechend den Gedankengängen Feilds die Zusammensetzung der Schlacke und die durch sie bedingte Diffusion von Eisen- und Manganoxydul in Betracht zieht. Je reicher die Schlacke an freiem Eisenoxydul ist, desto höher wird der Sauerstoffgehalt des Stahles sein, da dann die Störung des Gleichgewichtes um so stärker erfolgt. Andererseits wird ein hoher Manganoxydulgehalt der Schlacke einen verhältnismäßig hohen Manganoxydulgehalt des Stahles bedingen. Da unsere Manganbestimmungen keinen Unterschied

zwischen Mangan und Manganoxydul machen, ist es möglich, daß gleiche Mangananteile bei Stählen, die unter verschiedenartigen Schmelzungen abgestochen wurden, nicht gleichwertig zu sein brauchen, obwohl sie den gleichen analytischen Mangananteil aufweisen. Am vorteilhaftesten müßte das Mangan unter sehr kalkreichen und entsprechend manganarmen Schmelzungen wirken, weil dann bei genügender Menge des Mangans die Bildung von Einschlüssen aus eisenhaltigem Manganoxydul verringert wird. Im Gegensatz dazu erfolgt unter dünnen, manganreichen Schmelzungen bei gleichem Mangananteil des Stahles zwar ein eisenoxydularmes Erzeugnis, jedoch mit höherem Manganoxydulgehalt, was gleichbedeutend mit einer erhöhten Gefahr durch Einschlüsse ist. Eine weitere Ausdehnung der Gleichgewichtskonstanten auf den Siliziumzusatz liefert eine Gleichgewichtskonstante K_3 zu:

$$K_3 = \frac{[\text{C}] \cdot [\text{FeO}] \cdot [\text{Mn}] \cdot [\text{Si}]}{[\text{CO}] \cdot [\text{MnO}] \cdot [\text{SiO}_2]} \quad (18)$$

Da Manganoxydul und Kieselsäure sich je nach der Temperatur zu Mangansilikat verbinden und eine Löslichkeit dieses Körpers in Stahl nach unsern bisherigen Erfahrungen praktisch nicht in Frage kommt, lassen sich die besonderen Verhältnisse beim sauren Verfahren durch die Gleichung (18) auch in gewisser Weise erklären. Das saure Futter und in gleicher Weise auch das saure Futter der Gießpfanne veranlassen ein stetes Eindringen von Kieselsäure entsprechend dem Verteilungskoeffizienten, die augenblicklich an etwa vorhandenes Manganoxydul — ebenso auch an Eisenoxydul — gebunden wird. Mit Rücksicht auf die Gleichgewichtskonstante muß sich infolgedessen, solange Mangan im Stahl vorhanden ist, immer neues Manganoxydul bilden. Uebereinstimmend mit der Erfahrung verschwindet infolgedessen aus sauren Schmelzungen das Mangan sehr schnell. Demgegenüber findet die Häufung von Einschlüssen in Schmelzungen, die mit hohem Eisenoxydulgehalt abgebrochen und desoxydiert werden, ohne weiteres ihre Erklärung.

Durch diese kurzen Hinweise dürfte die Fruchtbarkeit der bisher geschilderten theoretischen Erkenntnisse zur Genüge gekennzeichnet sein. Gleichzeitig erhellt daraus aber auch die Fülle der Einzelfragen, deren Lösung einer zahlenmäßigen Berechnung vorausgehen muß. Allen andern Aufgaben voran steht aber die Auffindung wenigstens eines Maßstabes für die Temperatur von Stahl und Schlacke. Denn alle angeführten „Konstanten“ sind Festwerte von Isothermen, so daß alle Vergleiche und sogenannten Verhältniszahlen in dem Augenblick ihren Sinn verlieren, in dem man keine Anhaltspunkte für die Höhe der Temperatur hat.

Dr.-Ing. C. Schwarz.

Floyd C. Kelley, Schenectady, legte eine Arbeit vor über **Das Kornwachstum in Metallen, hervorgerufen durch Diffusion.**

Die Arbeit enthält die Ergebnisse von Diffusionsversuchen mit verschiedenen, zum Teil mit Tonerde vermischten reinen Metallen in Eisen und behandelt die verschiedenen Arten des Kornwachstums sowie die Vorgänge bei der Diffusion. Die Ergebnisse und Schlußfolgerungen werden mit neueren deutschen Arbeiten von G. Grube verglichen.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

(Patentblatt Nr. 37 vom 13. September 1928.)

Kl. 1b, Gr. 4, K 96 715. Vorrichtung zur magnetischen Scheidung. Fried. Krupp, Grusonwerk, A.-G., Magdeburg-Buckau.

Kl. 7 a, Gr. 20, Sch 84 683. Gelenkkupplung für Walzwerke. Schloemann, A.-G., Düsseldorf, Steinstr. 13.

Kl. 7 a, Gr. 20, Sch 84 684. Gelenkkupplung für Walzwerke. Schloemann, A.-G., Düsseldorf, Steinstr. 13.

Kl. 7 a, Gr. 25, V 22 558. Vorrichtung zum Wenden von Werkstücken für Walzwerke. Vereinigte Stahlwerke, A.-G., Düsseldorf, Bendemannstr. 2, und Karl Schulte, Duisburg-Ruhrort, Fürst-Bismarck-Str. 1 a.

Kl. 7 a, Gr. 26, Sch 84 739. Kühlbett mit mindestens einer Auflaufrinne. Schloemann, A.-G., Düsseldorf, Steinstr. 13.

Kl. 7 a, Gr. 27, Sch 84 926. Spill mit elektrischem Antrieb, insbesondere für Walzwerksanlagen. Schloemann, A.-G., Düsseldorf, Steinstr. 13.

Kl. 7 c, Gr. 3, T 32 825. Verfahren zur Herstellung von ringförmigen Vertiefungen in Blechen. Eduard Theisen, München O 27, Herschelstr. 25.

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

Kl. 7 c, Gr. 18, Sch 82 758. Einrichtung zum absatzweisen Zuführen der Werkstücke bei Pressen, Stanzen od. dgl. mittels einer einzigen, um wagerechte Achsen umlaufenden Kette. L. Schuler, A.-G., Göppingen (Wttbg.).

Kl. 18 a, Gr. 3, H 113 171. Zum Einblasen von staubförmigen Beschickungsstoffen — wie Gichtstaub — in Hochöfen dienende Vorrichtung. Paul Heskamp, Duisburg-Ruhrort, Kaiserstr. 72.

Kl. 18 a, Gr. 8, M 100 165. Vorrichtungen zum Absperren und Wiederöffnen von Hochofengichtgas- und anderen Gasleitungen. Dr.-Ing. E. Moldenhauer, Düsseldorf, Graf-Adolf-Str. 67, u. Karl Brinker, Essen (Ruhr), Michaelstr. 1.

Kl. 18 a, Gr. 18, D 51 896. Verfahren zur Gewinnung von Eisen aus Erzen, Schlacken oder anderen eisenhaltigen Stoffen durch Einwirkung von Chlorwasserstoffgas. Ernst Diepschlag, Breslau, Borsigstr. 25.

Kl. 24 c, Gr. 5, Sch 82 183. Füllkörper für Wärmespeicher. Heinrich Schmidt, Bochum, Kronenstr. 32.

Kl. 24 e, Gr. 3, M 94 961. Verfahren zum Betriebe von Hochleistungsabstich-Generatoren in Verbindung mit einem Wind-erhitzer. Benno Marcus, Berlin SW 47, Yorkstr. 85.

Kl. 24 l, Gr. 5, D 52 669. Brenner für Kohlenstaubfeuerungen. Deutsche Babcock & Wilcox Dampfkessel-Werke, A.-G., Oberhausen (Rhld.), Duisburger Str. 375.

Kl. 31 c, Gr. 15, J 27 739. Vorrichtung zum Verdichten und Entgasen flüssiger Metalle in einem sowohl um eine senkrechte

wie eine wagerechte Achse drehbaren Gefäß. N. N. Jarotzky, Moskau.

Kl. 31 c, Gr. 15, M 92 778. Verfahren zum Erwärmen von nichtmetallischen Gußformen oder von Gußstücken. Dr.-Ing. E. h. Alexander Meißner, Berlin W 10, Matthäikirchstr. 11.

Kl. 31 c, Gr. 25, W 71 879. Verfahren zur Herstellung von Spritzgußformen aus Eisen über Teilmodellen aus Metall, Gips od. dgl. Kuno Welscher, Berlin-Friedenau, Ortrudstr. 2.

Kl. 31 c, Gr. 26, M 92 033. Spritzgußmaschine mit Gasdruck und Schöpfgefäß, bei der das Schließen und Öffnen sowie das Füllen und Entleeren der Formen durch eine gemeinsame Antriebsvorrichtung selbsttätig erfolgt. Madison-Kipp Corporation, Madison, Wisconsin (V. St. A.).

Kl. 31 c, Gr. 29, A 47 289. Verfahren zur Herstellung von Gußstücken verschiedener Form und Größe in einem stetigen Arbeitsgang unter Verwendung von Sandaufbereitungs-, Kühl- und Formvorrichtungen. Franz K. Axmann, Köln-Ehrenfeld, Vogelsanger Str. 260.

Kl. 31 c, Gr. 29, M 90 492. Form- und Gießanlage mit Fließarbeit. Felix Müller, Leipzig, Härtelstr. 14.

Kl. 31 c, Gr. 30, M 99 014. Verfahren zum Lösen der Metallkerne von Gußstücken. Siegfried Junghans, Villingen i. Bad.

Kl. 31 c, Gr. 30, V 23 645. Förderband für Guß und Altsand. Vereinigte Schmirgel- und Maschinenfabriken, A.-G., vorm. S. Oppenheimer & Co. u. Schlesinger & Co., Hannover-Hainholz.

Kl. 49 i, Gr. 12, K 104 101. Maschine zum gleichzeitigen Kappen, Lochen oder Stanzen beider Enden von eisernen Schwellen für den Eisenbahnoberbau. Kalker Maschinenfabrik, A.-G., Köln-Kalk.

Kl. 75 a, Gr. 9, M 97 201. Verfahren zum Schärfen von Kaliberwalzen. H. A. Waldrich, G. m. b. H., Siegen i. W.

Kl. 80 a, Gr. 46, S 78 322. Verfahren zur Herstellung von Gegenständen, insbesondere Steinen, Platten u. dgl. aus schmelzbaren Stoffen, wie Ton, Tonerde, Schlacke, Kalk, Magnesium u. dgl. Peter Joseph Spengler u. Johann Peter Spengler, Ostswine b. Swinemünde.

Deutsche Gebrauchsmustereintragungen.

(Patentblatt Nr. 37 vom 13. September 1928.)

Kl. 7 a, Nr. 1 043 496. Durch Schweißung ausgebesserte Kaliberringe an Walzen, insbesondere Blockwalzen. Alfons Münten, Duisburg-Wanheim, Nürnberger Str. 27.

Kl. 18 b, Nr. 1 043 105. Zwillinge-Wärmespeicher-Besatzstein. Hermann Meixner, Hannover, Leibnizstr. 1.

Kl. 18 c, Nr. 1 043 955. Vorrichtung zum Vorwärtskanten von Blöcken in Wärmöfen. Demag, A.-G., Duisburg, Werthausener Str. 64.

Kl. 31 a, Nr. 1 043 358. Tiegel aus hochhitzebeständigen Metallegierungen. Arthur Marré, Düsseldorf-Gerresheim, Sonnenbornstr. 46, u. Reinhold Pose, Düsseldorf-Erkrath, Gerberstr. 26.

Kl. 31 b, Nr. 1 043 381. Vorrichtung zum Abrichten der Aufschlaghölzer bei Rüttelformmaschinen. Otto Kümmel u. Eugen Siegle, Eblingen a. N.

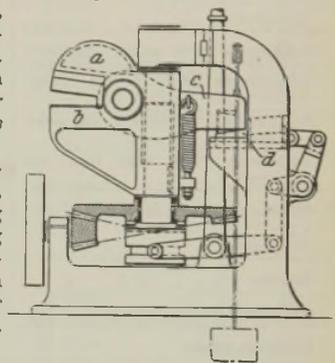
Kl. 42 k, Nr. 1 044 175. Prüfmaschine für Torsions- und Zugbeanspruchung. Losenhausenwerk, Düsseldorfer Maschinenbau-A.-G., Düsseldorf-Grafenberg, Grafenberger Allee 323 c.

Kl. 48 a, Nr. 1 043 462. Galvanisieranlage für Drähte, Bandeisen u. dgl. Otto Brenscheidt, Iserlohn i. W.

Deutsche Reichspatente.

Kl. 49 c, Gr. 13, Nr. 460 663, vom 11. Juni 1925; ausgegeben am 2. Juni 1928. J. Banning, Akt.-Ges., in Hamm i. Westf. Schere für in Bewegung befindliches Walzgut u. dgl.

Der bewegliche Scherenteil a der als Hebelschere a, b ausgebildeten Vorrichtung erhält seine Schneidbewegung durch Auflaufen seines rückwärtigen Armes c auf einen in den Schwenkbereich der Schere einschiebbaren Keil d.



Statistisches.

Die Rohstahlgewinnung des Deutschen Reiches im August 1928¹⁾.

In Tonnen zu 1000 kg.

	Rohblöcke						Stahlguß			Insgesamt	
	Thomas-Stahl	Bessemer-Stahl	Basische Siemens-Martin-Stahl	Saure Siemens-Martin-Stahl	Tiegel- und Elektro-Stahl	Schweißstahl (Schweißeisen)	basischer	saurer	Tiegel- und Elektro-	1928	1927
August (1928: 27 Arbeitstage, 1927: 27 Arbeitstage)											
Rheinland-Westfalen . . .	533 894		489 387	11 003	10 139		9 763	4 293	469	1 059 002	1 130 743
Sieg-, Lahn-, Dillgebiet u. Oberhessen	—		27 097	—	—		272	—	—	29 701	39 495
Schlesien	—		39 028	—	—		448	421	—	40 261	52 258
Nord-, Ost- u. Mittelddeutschland		—	68 669	395	1 608	3 437	2 681	1 155	1 073	120 082	123 775
Land Sachsen	71 913		45 940	—	—		1 059	981	—	55 887	57 158
Süddeutschland u. Bayrische Rheinpfalz			3 684	—	—		391	145	—	24 412	28 681
Insgesamt: August 1928 . . .	605 807	—	673 805	11 398	11 747	3 437	14 614	6 995	1 542	1 329 345	—
davon geschätzt	—	—	14 100	—	1 355	—	1 155	100	235	16 945	—
Insgesamt: August 1927 . . .	608 782	39	760 870	16 916	14 834	3 285	16 557	9 305	1 522	—	1 432 110
davon geschätzt	—	—	7 500	—	30	—	75	100	—	—	7 705
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung										49 235	53 041
Januar bis August ²⁾ (1928: 205 Arbeitstage, 1927: 203 Arbeitstage)											
Rheinland-Westfalen . . .	4 261 903		3 931 141	112 478	90 572		80 085	39 712	3 453	8 519 855	8 554 821
Sieg-, Lahn-, Dillgebiet u. Oberhessen	—		236 455	—	—		2 177	—	—	254 846	275 414
Schlesien	—		343 579	—	—		3 826	—	—	354 278	384 313
Nord-, Ost- u. Mittelddeutschland		28	526 863	4 897	8 908	26 560	21 805	9 386	4 191	914 644	915 508
Land Sachsen	531 639		265 147	—	—		9 735	5 505	—	409 217	409 217
Süddeutschland u. Bayrische Rheinpfalz			27 116	—	—		3 333	1 219	—	332 924	208 486
Insges.: Jan. bis Aug. 1928 . . .	4 793 542	28	5 330 301	117 375	99 480	26 560	120 966	60 013	11 142	10 559 407	—
davon geschätzt	—	—	66 600	—	1 565	—	1 680	800	235	70 880	—
Insges.: Jan. bis Aug. 1927 . . .	4 529 501	354	5 780 917	120 450	95 969	28 206	119 753	63 064	9 545	—	10 747 759
davon geschätzt	—	—	60 000	—	240	—	600	800	—	—	61 640
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung										51 509	52 945

¹⁾ Nach den Ermittlungen des Vereins Deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller. ²⁾ Unter Berücksichtigung der Berichtigungen für Januar bis einschl. Juli.

**Die Leistung der Walzwerke einschließlich der mit ihnen verbundenen Schmiede- und Preßwerke
im Deutschen Reiche im August 1928¹⁾.**

Erzeugung in Tonnen zu 1000 kg.

Sorten	Rheinland und Westfalen	Sieg-, Lahn-, Dillgebiet u. Oberhessen	Schlesien	Nord-, Ost- und Mittel- deutschland	Land Sachsen	Süd- deutschland	Deutsches Reich insgesamt	
	t	t	t	t	t	t	1928 t	1927 t
Monat August (1928: 27 Arbeitstage, 1927: 27 Arbeitstage)								
Halbzeug zum Absatz bestimmt	77 821	1 408	3 776	2 124	1 715		86 844	72 343
Eisenbahnoberbaustoffe	101 109	—	9 806		13 749		124 664	161 099
Formeisen (über 80 mm Höhe) und Universaleisen	67 586	—	33 815		11 833		113 234	116 859
Stabeisen und kleines Formeisen	205 040	5 035	14 386	26 752	18 233	8 631	278 077	309 969
Bandeseisen	36 975	2 706		886			40 567	44 100
Walzdraht	100 033	5 610 ²⁾		—	—	³⁾	105 643	95 489
Grobbleche (4,76 mm u. darüber)	62 351	6 635	11 170		3 294		83 450	101 386
Mittelleche (von 3 bis unter 4,76 mm)	11 416	2 195	3 414		1 555		18 580	20 578
Feinbleche (von über 1 bis unter 3 mm)	16 724	11 571	2 912		2 166		33 373	32 454
Feinbleche (von über 0,32 bis 1 mm)	14 214	12 923	—			9 534	36 671	38 945
Feinbleche (bis 0,32 mm)	5 429	1 384 ⁴⁾		—	—	—	6 813	4 610
Weißbleche	12 384	—	—	—	—	—	12 384	10 517
Röhren	74 992	—	8 184			—	83 176	67 789
Rollendes Eisenbahnzeug	10 626	—	839	—	1 532		12 997	20 795
Schmiedestücke	16 098	1 280		1 171	606		19 155	25 341
Andere Fertigerzeugnisse	4 906	904			361		6 171	10 573
Insgesamt: August 1928	813 188	48 339	35 819	92 299	48 906	23 248	1 061 799	—
davon geschätzt	19 795	2 100	—	—	—	—	21 895	—
Insgesamt: August 1927	868 817	50 658	41 503	96 608	48 446	26 815	—	1 132 847
davon geschätzt	6 350	—	—	—	—	—	—	6 350
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung							39 326	41 957
Monat Januar bis August ⁵⁾ (1928: 205 Arbeitstage, 1927: 203 Arbeitstage)								
Halbzeug zum Absatz bestimmt	671 906	10 348	33 343	22 720	16 821		755 138	595 772
Eisenbahnoberbaustoffe	840 216	—	54 873		72 551		967 640	1 208 443
Formeisen (über 80 mm Höhe) und Universaleisen	548 062	—	231 039		83 481		862 582	848 061
Stabeisen und kleines Formeisen	1 691 638	34 905	102 995	212 835	111 423	81 704	2 235 500	2 189 146
Bandeseisen	311 179	18 176		5 281			334 636	347 757
Walzdraht	750 319	53 773 ²⁾		—	—	³⁾	804 092	769 801
Grobbleche (4,76 mm u. darüber)	473 055	58 241	85 712		20 547		637 555	794 592
Mittelleche (von 3 bis unter 4,76 mm)	94 682	14 805	30 211		9 139		148 837	160 935
Feinbleche (von über 1 bis unter 3 mm)	140 736	94 023	15 778		17 436		267 973	247 440
Feinbleche (von über 0,32 bis 1 mm)	107 719	109 206	—			73 602	290 527	277 114
Feinbleche (bis 0,32 mm)	45 539	6 062 ⁴⁾		—	—	—	51 601	42 336
Weißbleche	89 782	—	—	—	—	—	89 782	85 803
Röhren	540 238	—	44 341			—	584 579	528 016
Rollendes Eisenbahnzeug	100 410	—	6 045	—	12 052		118 507	125 761
Schmiedestücke	141 448	10 600		9 236	4 018		165 302	190 799
Andere Fertigerzeugnisse	37 411	8 228			2 674		48 313	66 007
Insgesamt: Januar bis August 1928	6 551 135	379 802	283 845	664 555	301 901	181 326	8 362 564	—
davon geschätzt	70 245	2 100	—	—	—	—	72 345	—
Insgesamt: Januar bis August 1927	6 559 661	374 764	290 824	694 725	355 783	202 026	—	8 477 783
davon geschätzt	50 800	—	—	—	—	—	—	50 800
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung							40 793	41 762

¹⁾ Nach den Ermittlungen des Vereins Deutscher Eisen- und Stahl-Industrieller. ²⁾ Einschließlich Süddeutschland und Sachsen. ³⁾ Siehe Sieg-, Lahn-, Dillgebiet und Oberhessen. ⁴⁾ Ohne Schlesien. ⁵⁾ Unter Berücksichtigung der Berichtigungen für Januar bis einschl. Juli.

Der Stein- und Braunkohlenbergbau Preußens im 1. Halbjahr 1928¹⁾.

Oberbergamtsbezirk	Betriebene Werke	Förderung		Absatz (einschließlich Selbstverbrauch usw.)	Zahl der Beamten und Vollarbeiter		
		insgesamt	davon aus Tagebauen		insgesamt	davon	
						t	t
I. Nach Oberbergamtsbezirken.							
A. Steinkohlen.							
Breslau	28	12 459 513	—	12 424 598	76 268	—	2 668
Halle	1	29 272	—	29 780	213	—	31
Clausthal	3	284 188	—	281 700	3 254	—	129
Dortmund	214	55 975 246	—	55 433 030	351 179	—	22 652
Bonn	17	5 151 622	—	5 105 312	37 326	—	2 558
Zusammen in Preußen	263	73 899 841	—	73 274 420	468 240	—	28 038
1. Halbjahr 1927	276	73 925 100	—	73 164 409	482 112	—	27 411
B. Braunkohlen.							
Breslau	26	5 260 322	4 687 116	5 263 561	6 228	2 027	1 214
Halle	168	38 516 183	34 685 923	38 522 507	48 804	18 040	14 995
Clausthal	20	1 389 207	830 422	1 388 456	3 307	1 139	371
Bonn	37	23 103 177	23 062 402	23 103 332	15 417	6 817	8 278
Zusammen in Preußen	251	68 268 889	63 265 863	68 277 856	73 756	28 023	24 858
1. Halbjahr 1927	268	60 691 719	55 408 006	60 678 772	72 357	27 364	24 381
II. Nach Wirtschaftsgebieten.							
A. Steinkohlen.							
1. Oberschlesien	14	9 490 737	—	9 484 799	49 554	—	1 042
2. Niederschlesien	14	2 968 776	—	2 939 799	26 714	—	1 626
3. Löbejün-Wettin	1	29 272	—	29 780	213	—	31
4. Niedersachsen (Obernkirchen, Barsinghausen, Ibbenbüren, Minden, Südharz usw.)	7	550 247	—	545 341	5 455	—	165
5. Niederrhein-Westfalen	216	58 226 496	—	57 660 908	364 794	—	23 571
6. Aachen	11	2 634 313	—	2 613 793	21 510	—	1 603
Zusammen in Preußen	263	73 899 841	—	73 274 420	468 240	—	28 038
B. Braunkohlen.							
1. Gebiet östlich der Elbe	97	20 878 653	19 030 493	20 888 878	25 745	9 116	8 315
2. Mitteldeutschland westlich der Elbe, einschl. Kasseler Gebiet	117	24 287 059	21 172 968	24 285 646	32 594	12 090	8 264
3. Rheinland nebst Westerwald	37	23 103 177	23 062 402	23 103 332	15 417	6 817	8 279
Zusammen in Preußen	251	68 268 889	63 265 863	68 277 856	73 756	28 023	24 858

¹⁾ Reichsanzeiger Nr. 203 vom 31. August 1928.

Die Saarkohlenförderung im Juli 1928.

Nach der Statistik der französischen Bergwerksverwaltung betrug die Kohlenförderung des Saargebiets im Juli 1928 insgesamt 1 105 806 t; davon entfallen auf die staatlichen Gruben 1 069 047 t und auf die Grube Frankenholz 36 759 t. Die durchschnittliche Tagesleistung betrug bei 25,94 Arbeitstagen 42 626 t. Von der Kohlenförderung wurden 81 494 t in den eigenen Werken verbraucht, 42 786 t an die Bergarbeiter geliefert und 33 864 t den Kokereien zugeführt sowie 958 718 t zum Verkauf und Versand gebracht. Die Haldenbestände verminderten sich um 11 056 t. Insgesamt waren am Ende des Berichtsmonats 383 245 t Kohle und 4263 t Koks auf Halde gestürzt. In den eigenen angegliederten Betrieben wurden im Juli 1928 23 020 t Koks hergestellt. Die Belegschaft betrug einschließlich der Beamten 62 774 Mann. Die durchschnittliche Tagesleistung der Arbeiter unter und über Tage belief sich auf 796 kg.

Roheisen- und Rohstahlerzeugung Rußlands im ersten Vierteljahr des Wirtschaftsjahres 1927/28 (Oktober-Dezember)¹⁾.

Gebiete	Am 31. Dezember 1927 in Betrieb			Roheisen		Rohstahl	
	Hochöfen	Martin-Oefen	Bessom-Birnen	insgesamt	davon Gießerei-roheisen	insgesamt	davon Bessemer-Rohstahl
Insgesamt	60	175	15	789 637	179 677	1 024 260	113 360
davon:							
Ukraine	27	76	—	597 791	112 974	603 123	—
Ural	26	50	—	138 550	25 916	239 060	—
Üebriger europäischer Teil	5	46	—	50 634	38 266	178 409	—
Kaukasus und Sibirien	1	3	—	2 662	2 521	3 668	—

¹⁾ Vgl. Bull. stat. mens. 1927/28 Nr. 1 bis 3, Taf. 24. b.

Belgiens Hochöfen am 1. September 1928.

	Hochöfen			Erzeugung in 24 h
	vor-handen	unter Feuer	außer Betrieb	
Hennegau und Brabant:				
Sambre et Moselle	7	7	—	1 775
Moncheret	1	1	—	110
Thy-le-Château	4	4	—	660
Hainaut	4	4	—	850
Monceau	2	2	—	400
La Providence	4	4	—	1 300
Clabecq	3	3	—	600
Boël	2	2	—	400
zusammen	27	27	—	6 095
Lüttich:				
Cockerill	7	7	—	1 443
Ougrée	6	6	—	1 210
Angleur-Athus	9	8	1	1 275
Esperance	4	4	—	600
zusammen	26	25	1	4 528
Luxemburg:				
Halanz	2	2	—	165
Musson	2	2	—	169
zusammen	4	4	—	334
Belgien insgesamt	57	56	1	10 957

Großbritanniens Roheisen- und Stahlerzeugung im August 1928.

Die Zahl der im Betrieb befindlichen Hochöfen belief sich Ende August auf 130 oder 1 weniger als zu Beginn des Monats. An Roheisen wurden im August 527 300 t gegen 546 400 t im Juli 1928 und 605 600 t im August 1927 erzeugt. Davon entfielen auf Hämatit 167 300 t, auf basisches Roheisen 196 500 t, auf Gießerei-roheisen 123 200 t und auf Puddelroheisen 25 600 t. Die Herstellung von Stahlblöcken und Stahlguß betrug 658 700 t gegen 677 600 t im Juli 1928 und 653 400 t im August 1927.

Die Ergebnisse der Bergwerks- und Hüttenindustrie Deutsch-Oberschlesiens im Juli 1928¹⁾.

Gegenstand	Juni 1928 t	Juli 1928 t
Steinkohlen	1 579 675	1 688 292
Koks	109 962	115 646
Briketts	25 329	31 162
Rohteer	4 756	4 858
Teerpech und Teeröl	47	52
Rohbenzol und Homologen	1 607	1 636
Schwefelsaures Ammoniak	1 607	1 655
Roheisen	21 373	20 794
Flußstahl	38 665	39 879
Stahlguß (basisch u. sauer)	1 141	1 061
Halbzeug zum Verkauf	3 130	2 982
Fertigerzeugnisse	31 564	30 770
Gußwaren II. Schmelzung	2 856	2 814

¹⁾ Oberschl. Wirtsch. 3 (1928) S. 546 ff.

Die Ergebnisse der polnisch-oberschlesischen Bergbau- und Eisenhüttenindustrie im Juli 1928¹⁾.

Gegenstand	Juni 1928 t	Juli 1928 t
Steinkohlen	2 404 528	2 427 833
Koks	133 501	140 125
Rohteer	6 327	6 301
Teerpech	1 214	803
Teeröle	733	505
Rohbenzol und Homologen	1 690	1 615
Schwefelsaures Ammoniak	2 915	3 022
Steinkohlenbriketts	20 844	21 588
Roheisen	35 504	38 235
Flußstahl	78 596	82 738
Fertigerzeugnisse der Walzwerke	59 314	63 154

¹⁾ Vgl. Z. Berg-Hüttenm. V. 67 (1928) S. 566 ff.

Wirtschaftliche Rundschau.

Eisenschwammgesellschaft m. b. H., Bochum. — Zur Gründung der Eisenschwamm-G. m. b. H., Bochum, erfahren wir von zuständiger Seite im einzelnen folgendes: Die Gesellschaft ist mit einem Kapital von 100 000 *RM* gegründet worden. Die beiden Gründerfirmen, Fried. Krupp, A.-G., und Vereinigte Stahlwerke, A.-G., beschäftigten sich bereits seit geraumer Zeit mit der direkten Gewinnung und insbesondere mit der Verwertung des Eisenschwammes als Rohstoff für die Qualitätsstahlerzeugung. Namentlich diese zweite Frage wurde in der letzten Zeit infolge des sich immer stärker bemerkbar machenden Mangels an Qualitätsschrott besonders brennend. Für die schwedische Stahlindustrie ist der Qualitätsschrottersatz bereits heute eine Lebensfrage.

Ueber die Einzelheiten der bisher bekannten wichtigsten Verfahren ist an dieser Stelle ausführlich berichtet worden¹⁾.

Untersuchungen der obengenannten deutschen Gruppe, wie weit die einzelnen Verfahren in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht entwicklungsfähig seien, führten zur Gründung der Eisenschwammgesellschaft m. b. H. in Bochum, die insbesondere das Norsk Staal-Verfahren nach einigen grundsätzlichen Aenderungen in ofentechnischer Hinsicht für die deutschen Verhältnisse weiter ausbauen und auf seine Wirtschaftlichkeit hin bei Massenerzeugung prüfen soll.

Die augenblicklich in Bau befindliche Anlage wird in der Lage sein, größere Mengen Eisenschwamm, die dem augenblicklichen Bedarf der beiden Gründerfirmen entsprechen würden, zu erzeugen; es steht zu erwarten, daß sie in etwa einem Jahre in Betrieb genommen werden kann. Als Geschäftsführer der neuen Gesellschaft wurden Direktor Lenz von der Firma Fried. Krupp und Dr.-Ing. Rohland von den Vereinigten Stahlwerken bestellt.

Betreffs der Verwendbarkeit des Eisenschwammes als Qualitätsschrott liegen bereits gewisse Teilergebnisse größerer Versuchsreihen vor, die als günstig bezeichnet werden können. Die Bauzeit der obigen Versuchsanlage soll gleichzeitig dazu benutzt werden, die Verwendbarkeit des Eisenschwammes in schmelztechnischer und qualitativer Beziehung weiterhin zu klären.

Vom Mittelblechmarkt. — Die Konvention der Mittelblechwerke ist vorläufig bis Ende dieses Jahres weiter verlängert worden. Der bisherige Grundpreis von 165 *RM* für 1000 kg Frachtgrundlage Essen oder Dillingen bleibt bestehen.

Von der Internationalen Rohstahlgemeinschaft. — In der Sitzung des Verwaltungsausschusses der Internationalen Rohstahlgemeinschaft am 14. September in Luxemburg wurde festgestellt, daß die Auslandsnachfrage nach allen Erzeugnissen unverändert stark ist. Um eine gewisse Stetigkeit der Erzeugung zu gewährleisten, wurde beschlossen, die bisherige Erzeugungsmenge in Höhe von 29 287 000 t beizubehalten. Die Ausschlußbeschlüsse vom 13. Juli über Abrechnungsfragen wurden einstimmig gutgeheißen einschließlich der Neuregelung des Verhältnisses der Tschechoslowakei, Oesterreichs und Ungarns zur Rohstahlgemeinschaft.

Vom Internationalen Walzdrahtverband. — In einer Sitzung des Internationalen Walzdrahtverbandes am 11. September 1928 wurde festgestellt, daß bei durchaus befriedigender Beschäftigung der Auftragseingang aus dem Inland und aus dem Ausland auf

eine weitere gute Besetzung der Werke in den nächsten Monaten schließen läßt. Trotz der auf dem Weltmarkt herrschenden Aufwärtsbewegung der Eisenpreise kam man zu dem Beschluß, die Ausfuhrpreise für Walzdraht nur um 2/6 sh je t auf £ 6.2.6 zu erhöhen, um die bisher schon verfolgte stabile Preisbildung aufrechtzuerhalten.

Die Lage des schwedischen Eisenerzbergbaues während des Jahres 1927¹⁾. — Der kräftige Aufschwung der letzten Jahre in den Absatzverhältnissen für phosphorreiche Eisenerze setzte sich auch während des Jahres 1927 fort, so daß der Markt für diese Sorten fest war, was auch in den Preisen zum Ausdruck kam. Die gesamte Erzausfuhr der Grängesberggesellschaft betrug im Berichtsjahre 9,69 Mill. t; sie übersteigt damit bei weitem die Ausfuhr der Gesellschaft während irgendeines der vorhergehenden Jahre.

Eine Entwicklung von größter Bedeutung, auch rein volkswirtschaftlich gesehen, war für die Grängesberggesellschaft die glücklich durchgeführte neue Erzabrede mit dem schwedischen Staate, derzufolge die Gesellschaft unmittelbar umfassende Vorarbeiten zur Fördersteigerung bis auf die bewilligten 9 Mill. t ausfuhrfähigen Erzes jährlich treffen konnte. Hierdurch wird der Einfluß der Grängesberggesellschaft auf dem Erzmarkt des Festlandes künftighin bedeutend zunehmen. Ein weittragender und auf die Dauer sicherlich auch kluger Schritt zwecks Vermeidung eines lästigen Wettbewerbs, vor allem auf dem Gebiet der phosphorarmen Eisenerze, war der Erwerb wichtigerer nordafrikanischer Eisenerzfelder durch die Grängesberggesellschaft. Bemerkenswert ist, daß die Gesellschaft es für angezeigt gefunden hat, ihre Tätigkeit auch auf den Einkauf und Verkauf von Eisenerzen aus anderen als ihr angeschlossenen schwedischen Gruben auszudehnen.

Nach phosphorarmen Eisenerzen, besonders manganhaltigen Sorten, herrschte lebhaft Nachfrage. Die Marktlage für phosphorarmen Schlich und Stückerz war immer noch schwach. Eine etwas erhöhte Nachfrage war jedoch in der letzten Zeit auch bei den letztgenannten Sorten festzustellen. Von großem Einfluß, wegen des erhöhten Wettbewerbs für den schwedischen Schlichmarkt, wurde die Wiederaufnahme der Erzeugung der A.-G. Sydvaranger während der letzten Hälfte des Berichtsjahres. Die schwedischen Schlichgruben haben sicherlich binnen kurzem mit dem Auftreten eines noch größeren norwegischen Schlichherstellers, nämlich der Dunderlandgesellschaft, zu rechnen.

Die Betriebsverhältnisse bei den sämtlichen Eisenerzgruben Schwedens gestalteten sich während des Berichtsjahres im Durchschnitt wie folgt:

A. Gruben, hauptsächlich Erze für die Ausfuhr fördernd:			
9 Unternehmen (oder 47,4 %)	waren zu	76—100 %	des üblichen Betriebes beschäftigt.
2 „ („ 10,5 %)			
0 „ („ 0,0 %)			
8 „ („ 42,1 %)			
Zus. 19 Gruben (oder 100 %)		0—25 %	tlgt.

Die Anzahl der beschäftigten Arbeiter betrug bei üblichem Betrieb 7239. Von diesen waren am 1. Januar 1927 5448 oder 75,5 % beschäftigt und 1791 oder 24,5 % beurlaubt, am 31. De-

¹⁾ Vgl. F. Wüst: St. u. E. 47 (1927) S. 905/15 u. 955/65.

¹⁾ Auszug aus dem Bericht der schwedischen Handelskammer

zember 1927 6287 oder 80,5% beschäftigt und 1506 oder 19,5% beurlaubt.

B. Gruben, hauptsächlich Erze zum einheimischen Gebrauch fördernd:

13 Unternehmen (oder 33,3 %)	} waren {	76—100 % } des üblichen Betriebes beschäftigt.		
4 „ („ 10,3 %)			51— 75 % }	
5 „ („ 12,8 %)				26— 50 % }
17 „ („ 43,6 %)				

Zus. 39 Gruben (oder 100%)

Die Anzahl der beschäftigten Arbeiter betrug bei üblichem Betrieb 3801, von denen am 1. Januar 1927 1822 oder 48,0% beschäftigt und 1979 oder 52,0% beurlaubt, und am 31. Dezember 1927 1704 oder 47,5% beschäftigt und 1892 oder 52,5% beurlaubt waren.

Die berechnete und wirkliche Eisenerzförderung der sämtlichen Gruben Schwedens betrug während des Jahres:

Berechnete Normalförderung 1927:

	Zum einheimischen Gebrauch		Zusammen
	t	t	
Stückerz	380 658	8 362 627	8 743 285
Schlich	233 040	859 065	1 092 105
Sinter und Briketts	66 732	59 000	125 732
Zusammen	680 430	9 280 692	9 961 122

Wirkliche Förderung 1927:

	Zum einheimischen Gebrauch		Zusammen
	t	t	
Stückerz	301 870	8 340 569	8 642 439
Schlich	162 813	612 922	775 735
Sinter und Briketts	51 036	38 004	89 040
Zusammen	515 719	8 991 495	9 507 214

Während die Preise für die manganhaltigen phosphorarmen Eisenerze in den meisten Fällen als zufriedenstellend bezeichnet werden konnten, war irgendeine Besserung in den allzu niedrigen Preisen für die phosphorarmen Stückerze und Schliche kaum zu verzeichnen. Die verschiedenen Preislagen werden durch die folgenden Angaben gekennzeichnet:

	Januar 1927	Dezember 1927
Mittelpreise je t fob Ausfuhrhafen		
Stückerz, 55 % Fe, niedriger Phosphor- und Schwefelgehalt	etwa ^a 12,75 Kr.	etwa 12,75 Kr.
Schlich, 60 % Fe, niedriger Phosphor- und Schwefelgehalt	etwa 11,— Kr.	etwa 11,50 Kr.

Da der zu Beginn des Jahres 1928 bei fast allen Gruben eingetretene offene Arbeitskampf während eines bedeutenden Teils des Jahres angedauert hat und somit ein erheblicher Teil der Förderung ausgefallen ist, dürften gesteigerte Nachfrage nach Schwedenerzen und festere Preise unzweifelhaft die Folge für die nächste Zukunft sein. *Ernst Brandenburg.*

Ammoniakfabrik in Holland. — Die holländischen Staatsgruben in Limburg beabsichtigen, eine Anlage zur Erzeugung von synthetischem Ammoniak zu errichten. Die Anlage soll stündlich 20 000 m³ Koksofengas und 5000 m³ Luft zerlegen; die hierbei erzeugten Wasserstoff- und Stickstoffmengen genügen zur täglichen Herstellung von 100 t Ammoniak. Die Fabrik wird im Auftrage der Société Anonyme Ammoniaque Synthétique et Dérivés in Brüssel, zu der die Gesellschaften Montecatini, Mailand, und Evence Coppée & Co., Brüssel, gehören, erbaut, und zwar von der Firma Messer & Co., G. m. b. H., in Frankfurt a. M.; sie soll nach Verfahren und Konstruktionen des Ingenieurs Adolf Messer arbeiten.

Erträge von Hüttenwerken und Maschinenfabriken im Geschäftsjahre 1927 und 1927/28.

Gesellschaft	Aktienkapital a) = Stamm- b) = Vorzugsaktien	Rohgewinn	Allgemeine Unkosten, Abschreibungen, Zinsen usw.	Reingewinn einschl. Vortrag	Gewinnverteilung					
					Rücklagen	Rückstellungen, Ruhegeldkassen, Unterstützungsbekanntmachungen, Belohnungen	Gewinnanteile an Aufsichtsrat, Vorstand usw.	Gewinnanteil		Vortrag
								a) auf Stamm-	b) auf Vorzugs-	
	RM	RM	RM	RM	RM	RM	RM	%	RM	
Aktien-Gesellschaft für Eisenindustrie u. Brückenbau (vorm. Johann Caspar Harkort) in Duisburg (1. 1. 1927 bis 31. 12. 1927)	2 000 000	443 535	940 505	Verlust 496 970	—	—	—	—	—	Verlust 496 970
Berlin-Karlsruher Industrie-Werke, Aktiengesellschaft, Berlin (1. 1. 1927 bis 31. 12. 1927)	30 000 000	3 071 114	17 871 114	1) 14 800 000	—	—	—	—	—	—
Eisenwerk-Gesellschaft Maximilianshütte in Rosenberg (Oberpfalz) (1. 4. 1927 bis 31. 3. 1928)	22 500 000	9 022 036	6 503 168	2 518 868	—	—	—	2 250 000	10	191 629
Eisenwerk Kraft, Duisburg (1. 1. 1927 bis 31. 12. 1927)	7 812 500	298 548	1 052 539	2) 753 991	—	—	—	—	—	—
Flender-Aktiengesellschaft für Eisen-, Brücken- und Schiffbau, Benrath (1. 1. 1927 bis 31. 12. 1927)	2 000 000	1 071 308	1 334 294	Verlust 262 986	—	—	—	—	—	Verlust 262 986
Gelsenkirchener Bergwerks-Aktien-Gesellschaft, Essen (1. 4. 1927 bis 31. 3. 1928)	a) 250 000 000 b) 12 000 000	27 141 939	1 500 000	25 641 939	—	—	405 642 ³⁾	18 990 352	8	6 245 944
Hartung, Aktiengesellschaft, Berliner Eisengießerei und Gußstahlfabrik, Berlin-Lichtenberg (1. 4. 1927 bis 31. 3. 1928)	3 000 000	988 451	817 457	170 994	10 000	—	18 000	120 000	4	22 994
Krefelder Stahlwerk, Aktiengesellschaft, Krefeld (1. 1. 1927 bis 31. 12. 1927)	a) 4 500 000 b) 1 500 000	22 525	37 944	Verlust 15 419	—	—	—	—	—	Verlust 15 419
Pfälzische Chamotte- und Thonwerke (Schiffer & Kircher), A.-G., Grünstadt (Rheinpfalz) (1. 1. 1927 bis 31. 12. 1927)	a) 2 400 000 b) 120 000	1 970 595	1 868 580	4) 102 015	—	—	—	87 496 (7 200)	a) 4*) b) (6)	14 519
Preß- u. Walzwerk, Aktiengesellschaft, in Reisholz bei Düsseldorf (1. 1. 1927 bis 31. 12. 1927)	5 690 000	3 620 299	2 863 133	757 166	74 242	75 000	—	569 000	10	38 924
Stellawerk-Aktiengesellschaft, vormals Willich & Co., Homberg, Niederrhein (1. 1. 1927 bis 31. 12. 1927)	4 000 000	522 146	512 719	9 427	—	—	—	—	—	9 427
Französische Franken										
Homberger Eisenwerk, Aktien-Gesellschaft, vorm. Gebr. Stumm, Homberg-Saar (1. 1. 1927 bis 31. 12. 1927)	6 250 000	2 298 263	1 720 930	577 333	—	—	—	500 000	8	77 333
Neunkircher Eisenwerk, Aktien-Gesellschaft, vorm. Gebr. Stumm, Neunkirchen-Saar (1. 4. 1927 bis 31. 3. 1928)	a) 25 000 000 b) *) 25 000 000	17 100 458	10 619 332	6 481 126	—	—	—	a) 2 000 000 b) 2 000 000	8 8	2 481 126
Polnische Goldzloty										
Kattowitzer Aktien-Gesellschaft für Bergbau u. Eisenhüttenbetrieb, Kattowitz (1. 1. 1927 bis 31. 12. 1927)	24 000 000	3 978 400	3 195 484	782 916	—	400 000	—	—	—	382 916
Oesterreichische Schillinge										
Veitscher Magnesitwerke, Aktien-Gesellschaft, Wien (1. 1. 1927 bis 31. 12. 1927)	10 000 000	3 385 900	1 625 216	1 760 684	70 151	45 000	70 151	1 200 000	12	375 382

1) Zur Deckung des Verlustes wurden 3 000 000 RM der Rücklage entnommen sowie das Aktienkapital von 30 Mill. RM auf 15 Mill. RM herabgesetzt. Aus den hierdurch gewonnenen Mitteln werden 11,8 Mill. RM auf den Verlust verbucht, 1,5 Mill. RM zur Schaffung einer gesetzlichen Rücklage und 1,7 Mill. RM zu einer Sonderrücklage verwendet. 2) Wird aus der Rücklage gedeckt. 3) Auf 237 379 400 RM gewinnanteileberechtigten Stammaktien. 4) Nach Abzug von 6% Gewinn auf 7200 RM Vorzugsaktien. 5) Auf 2 187 400 RM gewinnanteileberechtigten Stammaktien. 6) Genußscheine.

Buchbesprechungen.

Jellinek, Karl, Dr., a. o. Professor an der Technischen Hochschule Danzig: Lehrbuch der physikalischen Chemie. 5 Bde. 2., vollst. umgearb. Aufl. Stuttgart: Ferdinand Enke. 4^o. Bd. 1: Grundprinzipien der physikalischen Chemie. Die Lehre vom fluiden Aggregatzustand reiner Stoffe. Mit 162 Tab. und 337 Textabb. 1928. (LIII, 966 S.) 82 *RM* (Subskr.-Preis 72 *RM*), geb. 86 *RM*.

Als vor reichlich vierzig Jahren die physikalische Chemie sich zu einer eigenen Wissenschaft entwickelte, hatte an dieser Entwicklung neben den glänzenden experimentellen und theoretischen Arbeiten von van't Hoff, Arrhenius und Nernst einen sehr wesentlichen Anteil das Lehrbuch der allgemeinen Chemie von Ostwald. Das faßte die verstreuten älteren Arbeiten zusammen, die gelegentliche Anwendungen der Thermodynamik oder der kinetischen Theorie auf chemische Fragen, die thermochemischen Messungen, die elektrochemischen Erscheinungen und die Zusammenhänge physikalischer Eigenschaften mit der chemischen Zusammensetzung zum Gegenstande hatten, verknüpfte sie mit den genannten Arbeiten und mit eigenen Untersuchungen des Verfassers und gab damit in vorbildlicher Weise einen Ueberblick über ein Wissensgebiet, das sich so zur Selbständigkeit durchsetzen konnte.

Natürlich folgte nun eine vielfache Bearbeitung des Gebietes im Laboratorium und am Schreibtisch; die erste Auflage des Ostwaldschen Lehrbuches war bald veraltet, und es folgte im letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts eine zweite. Aber diese wurde nicht fertig, und so hat lange Zeit eine große, umfassende Darstellung des Gebietes gefehlt; denn die diesem Werke gegenüber kleineren Lehrbücher, selbst das in den späteren Auflagen zu ziemlichem Umfang angewachsene von Nernst, hatten doch wesentlich andere Ziele.

Da erschienen zu Anfang des Krieges bald nacheinander zwei Bände eines groß angelegten Lehrbuches von einem Verfasser, der bis dahin nicht so stark durch eigene Forschungsarbeiten hervorgetreten war, von Karl Jellinek. Aber dieses Buch zeigte, daß man seine Arbeitskraft auch anders als in wissenschaftlichen Untersuchungen glänzend nützen kann. Leider bereitete der Krieg diesem Werke, wie so vielen anderen, ein vorzeitiges Ende. Erst jetzt nach dreizehnjähriger Pause tritt es wieder vor uns hin, in zweiter Auflage und mit Rücksicht auf die außerordentliche Entwicklung der physikalisch-chemischen Forschung mit merklich geänderten Plänen.

Das Werk soll jetzt fünf Bände umfassen; der erste vorliegende bringt die allgemeinen Gesetze des Stoffes und der Energie und die Eigenschaften der einheitlichen Gase und Flüssigkeiten vom experimentellen, thermodynamischen und kinetischen Standpunkte aus. Der zweite Band soll sich mit dem festen Zustand befassen und mit den verdünnten Lösungen, der dritte soll Statik und Kinetik mit Elektrochemie umfassen, der vierte Phasenlehre, Weltäther und Relativitätstheorie, Korpuskularstrahlen, Radioaktivität, der fünfte endlich Bau der Atome und Molekeln, Spektre, Photochemie, Kristallbau.

Das ist eine ungeheure Aufgabe für die Arbeitskraft eines einzelnen, denn das „ausführliche Lehrbuch“ ist tatsächlich nahezu ein Handbuch. Nicht in dem Sinne, daß es über alles berichtet, was auf dem Gebiete gearbeitet worden ist, aber doch so, daß es auf alle die Dinge ausführlich eingeht, die irgend von grundsätzlicher Wichtigkeit für das Ganze sind. Aber schon aus den zwei Bänden der ersten Auflage und noch mehr wieder aus dem jetzt vorliegenden Bande geht hervor, daß der Verfasser dieser ungeheuren Aufgabe gewachsen ist; er hat sich ihr mit außerordentlicher Hingabe gewidmet und Studien getrieben, zu denen man sich im reiferen Alter im allgemeinen nicht mehr entschließt. Aber der Erfolg zeigt, daß die Mühe gelohnt hat, das Werk gibt das, was es behandelt, in ausgezeichnete Weise wieder, belehrend für den fortgeschrittenen Studenten wie für den selbständigen Forscher, und ist dabei überaus anregend zu lesen.

Der Eisenhüttenmann findet daher in diesem Bande, und sicherlich auch in den späteren, eine ausgezeichnete Darstellung der Grundlagen seiner Wissenschaft — denn was ist Metallurgie anders als angewandte physikalische Chemie? —, allerdings in solcher Ausführlichkeit, daß es im allgemeinen nicht nötig sein wird, das Buch ganz durchzustudieren. Aber es wird ihm trotzdem sehr häufig von großem Nutzen sein, wenn er sich über einzelne Gegenstände zu unterrichten wünscht; denn soweit der Besprecher urteilen kann, ist es überall so geschrieben, daß es für einen gut vorgebildeten Naturwissenschaftler ohne weiteres lesbar ist. Wird es daher schwerlich von vielen einzelnen angeschafft werden, so sollte es doch in jeder größeren Bücherei nicht fehlen; es wird überall gern benutzt werden und Nutzen

stiften. Hoffen wir, daß diesem ersten Bande die übrigen in nicht allzu großem Abstände folgen.

Max Bodenstein.

Hatfield, William Herbert: Cast Iron in the Light of Recent Research. With frontispiece and 210 ill., including many photomicrographs. 3rd ed., revised and enlarged. London (W. C. 2, 42 Drury Lane): Charles Griffin & Company, Ltd., 1928. (XV, 340 p.) 8^o. Geb. 16 sh.

Als das Buch im Jahre 1912 bei seiner ersten Auflage in dieser Zeitschrift besprochen wurde¹⁾, wurde es als eine ausgezeichnete Zusammenstellung des damaligen Wissens über das Gußeisen bezeichnet. Dies gilt voll und ganz auch noch heute. In der Zwischenzeit sind eine Reihe von Fortschritten gemacht worden, die im großen ganzen bei der Herausgabe der neuen Auflage genügend berücksichtigt worden sind. Eine Anzahl von neuen Abschnitten ist auf diese Weise hinzugekommen. Z. B. ist jetzt den physikalischen Eigenschaften des Gußeisens ein besonderer Abschnitt gewidmet worden. Der frühere Abschnitt über das Glühen wurde in zwei geteilt, von denen der eine eingehend das Glühen des Graugusses behandelt, während der andere sich mit der Warmbehandlung von weißem Gußeisen befaßt. Weiter ist ein sehr bemerkenswerter Abschnitt über den Einfluß der Arbeitstemperatur auf die inneren Teile von Verbrennungsmaschinen eingefügt worden, der einen ausgezeichneten Ueberblick über die Beanspruchung von Zylinderköpfen, Zylinderhemden und -kolben von Verbrennungsmaschinen bietet. Aber auch die in alter Anordnung erhalten gebliebenen Abschnitte sind auf den neuesten Stand des Wissens gebracht worden. So sind z. B. eine Reihe von Diagrammen durch neue ersetzt worden, wie das Diagramm Eisen-Kohlenstoff, Eisen-Silizium unter besonderer Berücksichtigung des von Oberhoffer sowie von Wever und Giani gefundenen abgeschnürten γ -Gebietes, das Diagramm Eisen-Phosphor, das gleichfalls das von Esser und Oberhoffer gefundene abgeschnürte γ -Gebiet zeigt. Bei Besprechung der Graphitbildung im Gußeisen ist ein kurzer Abschnitt über die von der englischen Ansicht abweichende Auffassung der festländischen Forscher von der unmittelbaren Abscheidung des Graphits aus der Schmelze eingefügt. Selbst Hansons Versuch, die beiden Diagramme Eisen-Graphit und Eisen-Eisenkarbid zu einem einzigen Diagramm zu vereinigen, ist bereits erwähnt. Die neuesten deutschen Arbeiten über das hochwertige Gußeisen (Maurers Gußeisendiagramm und Piwo-warskys Ueberhitzungstheorie) sind zwar erwähnt, allerdings reichlich kurz. Wenn die Ausführungen hierüber einen etwas breiteren Raum eingenommen hätten, dann müßte man das Buch als vollständig bezeichnen. Es dürfte augenblicklich die neuzeitlichste Zusammenstellung über Gußeisen sein, die dem Gießereimann im technischen Weltchrifttum zur Verfügung steht.

Hans Jungbluth.

Pfanhauser, W., Dr., Direktor der Langbein-Pfanhauser-Werke, Aktien-Gesellschaft: Die elektrolytischen Metallniederschläge. Lehrbuch der Galvanotechnik mit Berücksichtigung der Behandlung der Metalle vor und nach dem Elektroplattieren. 7. Aufl. Mit 383 in den Text gedr. Abb. Berlin: Julius Springer 1928. (XIV, 912 S.) 8^o. Geb. 40 *RM*.

Die Neuauflage des Pfanhauserschen Handbuches, dessen frühere Auflagen in dieser Zeitschrift schon eingehend besprochen worden sind, hat wesentliche Verbesserungen und Erweiterungen aufzuweisen. Die Erweiterungen handeln in der Hauptsache von den jüngsten galvanischen Verfahren der Verchromung und der Verkadmiumierung, ferner den Verbesserungen maschineller Einrichtungen, Massengalvanisierapparaten und Wanderbädern sowie Schnellbädern, also Bädern, die bei der Vernickelung, Versilberung, Verzinkung und Galvanoplastik hohe Stromdichten anzuwenden gestatten und damit eine Abkürzung der Niederschlagszeit ermöglichen. Auch Verfahren zur Prüfung der Dichte und Haftfestigkeit galvanischer Niederschläge sind aufgenommen worden. Die Verbesserungen des schon bisher anerkannten besten Lehr- und Nachschlagebuches der Galvanotechnik bestehen darin, daß über manches bisher geheimgehaltene Verfahren der Schleier gelüftet wird, wenn hierbei dem Verfasser als Leiter des größten Werkes der Galvanotechnik, der Langbein-Pfanhauser-Werke, auch naturgemäß gewisse Schranken gezogen sind. Die Ergebnisse neuer Forschungsarbeiten, auch der amerikanischen, sind ihrem wesentlichen Inhalt nach aufgenommen worden.

Die Einteilung des Buches ist die alte: Nach einem theoretischen Teil, der die chemischen, elektrochemischen und elektrotechnischen Grundlagen behandelt, bringt der praktische Teil

¹⁾ St. u. E. 32 (1912) S. 2063.

eingehende Beschreibungen der Einrichtungen für das Elektroplattieren, der allgemeinen Grundlagen für die Ausführung des Elektroplattierverfahrens sowie der einzelnen Bäder und Verfahren, auch die Vorbereitung und Nachbehandlung, Beizen, Brennen, Schleifen, Polieren, Mattieren, Entfetten, Kratzen, Trocknen, Lackieren sind unter besonderer Berücksichtigung der für die Massenerzeugung geeigneten Verfahren behandelt, ebenso Sonderverfahren für das Plattieren von Blechen, Bändern, Drähten usw., schließlich die wichtigsten Metallfärbungen, die elektrolytische Gravierung, Imitation der Tauschierung, Inkrustation und des Niello. Besonders eingehend ist auch die Galvanoplastik in Kupfer, Eisen, Nickel, Silber, Gold und Platin behandelt. Neu sind unter anderem ein Abschnitt: Metallabscheidung durch Elektrodenzerstäubung und Ausführungen über das Entgasen der Niederschläge. Der Anhang bringt eine erweiterte Abhandlung über die Kalkulationsgrundlagen, Schutz gegen Gefahren in galvanischen Anstalten und Schleifereien und eine Anzahl Zahlentafeln.

Die Behandlung des Stoffes ist unbeschadet der wissenschaftlichen Gründlichkeit wie bei den früheren Auflagen gemeinverständlich, so daß das Pfanhausersche Buch für Theoretiker und Praktiker gleich wertvoll und unentbehrlich ist. Die Ausstattung ist die von den Büchern des Springerschen Verlags bekannte, gediegene.

H. Krause.

Ledermann, Ernst, Dr., Diplomkaufmann, Volkswirt, R. D. V.: Die Organisation des Ruhrbergbaues unter Berücksichtigung der Beziehungen zur Eisenindustrie. Berlin und Leipzig: Walter de Gruyter & Co. 1927. (X, 332 S.) 8°. 12 *RM.* (Moderne Wirtschaftsgestaltungen. Hrsg. von Kurt Wiedenfeld. H. 12.)

Nach dem Buche von Dr. H. Lüthgen über das Rheinisch-Westfälische Kohlsyndikat¹⁾ ist die angeführte Arbeit eine weitere wertvolle Ergänzung des Syndikatschrifttums. Der Verfasser hat sich, wie der Titel zeigt, im Gegensatz zu Lüthgen nicht darauf beschränkt, eine Darstellung der Organisation des Ruhrbergbaues zu geben, sondern hat alle ihn betreffenden Fragen in den Kreis seiner Untersuchungen mit einbezogen. Es werden die großen organisatorischen Zusammenhänge zwischen Bergbau und Eisenindustrie aufgezeichnet und die Wechselwirkungen bei Organisationsänderungen in den beiden Industrien geschildert. Die Gesamtdarstellung gewinnt dadurch an Uebersichtlichkeit und Lebendigkeit.

Die Arbeit beginnt mit der Einleitung über die Hauptursachen der Organisationswandlung des Ruhrbergbaues, worin der Verfasser in großen Zügen die Aenderungen im Bergbau in wirtschaftlicher, politischer und technischer Hinsicht durch die Kriegs- und Nachkriegsverhältnisse darlegt.

Im folgenden, ersten Abschnitt, betitelt: Die Grundlagen der Organisation des Ruhrbergbaues im allgemeinen, werden die Entstehungsgeschichte, die allgemeine Gliederung der Revierzechen, die Frage der Syndikats- und Außenseiterzechen und die der reinen und gemischten Zechen geschildert.

Der zweite Abschnitt, der Hauptteil des Buches, beschäftigt sich mit den Organisationsaufgaben des Kohlsyndikates. An erster Stelle wird der organisatorische Gegensatz der reinen und gemischten Zechen behandelt mit all den Sonderfragen, wie Verbrauchsrecht, Entwicklung der Beteiligung, Umlageregelung usw. Der Verfasser geht hierbei auf die Aussichten der Entwicklung des Syndikates ein. Er ist der Ansicht, daß die heutige Organisation des Bergbaues nicht organisch sei, weil das Kohlenwirtschaftsgesetz einer organischen Fortsetzung des Syndikatsgedankens Tür und Tor verschließe. Der Gedanke, ob die gemischten oder reinen Zechen bei Aufhebung des Kohlenwirtschaftsgesetzes getrennt oder gemeinsam sich fortentwickeln, d. h. in einen Kampf um das Kartell oder den Konzern eintreten werden, erscheint jedoch zu weit gesponnen, da man nun einmal für die nächste Zukunft mit dem Kohlenwirtschaftsgesetz rechnen und vor allen Dingen versuchen muß, seine für den Bergbau schädlichsten Bestimmungen zu mildern.

Zur Erläuterung des Wesens und der Organisation der Beteiligung hat der Verfasser eine klare Uebersicht über die sämtlichen möglichen Formen der Beteiligungsregelung, die im Rheinisch-Westfälischen Kohlsyndikat angewendet worden sind, aufgeführt; für die jetzige Regelung hat er ein übersichtliches Schema aufgestellt. Er meint, daß die heutige völlig andersartige Absatzlage eine straffe Förder- und eine ebenso straffe Beteiligungspolitik verlange. Ob allerdings diese notwendige Bereinigung in einem Syndikate möglich sei, das mittelbar unter dem Druck des Kohlenwirtschaftsgesetzes stehe und das zudem von

starken inneren Gegensätzen unterhöhlt sei, scheine ihm mehr als fraglich. Für eine Lösung bleibe nur übrig: Aufhebung der Zwangswirtschaft in Kohle, Zerfall des Syndikates und eine Zeit freien Wettbewerbs. Sie würde die Grundlage schaffen, auf der nach kürzerer oder längerer Frist ein einheitlicher, unter Umständen ganz neuartiger Organismus entstehen könne, wenn es zweckmäßig erscheine, diesen zu errichten. Diese letzte Möglichkeit des Zerfalls des Syndikates und einer Zeit freien Wettbewerbs scheint doch wohl zu gewagt, um ernsthaft erörtert zu werden. Denn die Folgen eines solchen Zustandes, auch nur für kurze Zeit, könnten für den Ruhrbergbau und die deutsche Volkswirtschaft verheerend und ihre Schäden kaum gutzumachen sein. Die vorsyndikatlichen Verhältnisse vermögen ein gutes Bild dieses Zustandes zu vermitteln.

Nach einer Darstellung der Preisgebarung des Syndikates während der Stabilisierung und ihrer wirtschaftlichen Bedeutung beschäftigt sich der Verfasser eingehend mit dem Wettbewerb, dem das Syndikat sowohl im bestrittenen als auch im unbestrittenen Gebiete begegnet. Auf Grund seiner Feststellungen kommt er zu dem Schluß, daß von einer monopolistischen Preisbildung heute keine Rede sein könne.

Die Organisation des Handels wird unter besonderer Berücksichtigung des Kohlenkontors und der Verhältnisse im Eisenhandel geschildert.

Die Absatzpolitik des Syndikates wird an Hand zahlreicher Zahlenunterlagen eingehend dargelegt. Gegen den Absatzrückgang dauernder Art, sagt der Verfasser, vermöge kein Mittel der Vertriebspolitik etwas auszurichten. Es sei lediglich das Ziel syndikatlicher Maßnahmen, die Grenze des dauernden Rückganges zu erreichen, d. h. den verborgenen Bedarf noch zu decken und dem Kartell zu sichern.

Der dritte Abschnitt des Buches ist der Rationalisierungspolitik der Unternehmungen vorbehalten.

Am Schluß werden die beiden großen Entwicklungsrichtungen des horizontalen und vertikalen Aufbaues der industriellen Organisation in großen Zügen noch einmal dargelegt. Die öffentliche Regelung der wirtschaftlichen Organisation durch den Staat wird abgelehnt.

Dr. Hrch. Lückel.

Schleifenbaum, Fritz, Dr. oec. publ.: Die wirtschaftliche Ueberfremdung der Eisen schaffenden Industrie des Saargebietes. Mit einem Vorwort von Dr. Max Schlenker, Düsseldorf. Berlin (SW 61): Reimar Hobbing 1928. (VIII, 78 S.) 8°. In Leinen geb. 6 *RM.*

Wenn jemand ein Vorwort zu einem Buche schreibt, um diesem das Geleit zu geben, so darf der Leser in der Regel wohl annehmen, daß der Vorredner einen günstigen Eindruck von dem Buche gewonnen hat. Das gilt auch von der vorliegenden Schrift. Sie ist, wie ich das schon in meinem Vorwort hervorgehoben habe, zunächst aus persönlichen Empfindungen entstanden, ist aber in der vorliegenden Form weit über den dem Verfasser zunächst vorschwebenden Wunsch hinausgewachsen, den Männern, die im Saargebiet in einem schweren Kampf gestanden haben, ein Denkmal zu setzen. Die Schrift vermittelt vielmehr dem Leser ein bedeutsames Stück deutscher Wirtschaftsgeschichte und verdient, zumal da wir alle lebhaft wünschen, daß das Saargebiet recht bald zum deutschen Vaterlande endgültig zurückkehren wird, die allerweiteste Verbreitung.

Der Verfasser behandelt, um die Ueberfremdungsvorgänge bei der Eisenindustrie des Saargebietes wissenschaftlich erschöpfend klären und beurteilen zu können, zunächst die hauptsächlichsten Gesichtspunkte einer planmäßigen Theorie der wirtschaftlichen Ueberfremdung an sich. Er legt dann in dem Hauptabschnitt seines Buches, in dem er jene Ueberfremdung im einzelnen schildert, zunächst die natürlichen technischen Grundlagen der Eisenindustrie des Saargebietes dar, schildert kurz die Ziele des französischen Wirtschaftsimperalismus nach Beendigung des Weltkrieges sowie die französischen Bestrebungen zur Bildung eines franko-kontinentalen Eisentrustes, der die Ruhr- und Saarindustrie in Abhängigkeit von der lothringischen Minette halten sollte, und geht schließlich ausführlich auf den eigentlichen Kampf um die Saarindustrie ein. Eine kurze Zusammenstellung des Ergebnisses, das der Verfasser bei seinen Untersuchungen gewonnen hat, sowie im Anhang Ausführungen über die Nationalisierung der französischen Vorkriegsbeteiligung an der Aktiengesellschaft der Dillinger Hüttenwerke während des Krieges und über das finanzielle Ergebnis der Liquidation des in Lothringen gelegenen Besitzes der Saarwerke bilden nebst einem vier Seiten umfassenden Quellschriftenverzeichnis den Schluß des Buches.

Auf Einzelheiten einzugehen versage ich mir mit Absicht, da ich hoffe, daß die Schrift viele Leser findet und diese auch das Vorwort nicht übergehen werden, in dem ich mich selbst über die Vorgänge im Saargebiet und ihre Bedeutung für das reichsdeutsche Mutterland geäußert habe.

Dr. M. Schlenker.

¹⁾ Lüthgen, Helmut: Das Rheinisch-Westfälische Kohlsyndikat in der Vorkriegs-, Kriegs- und Nachkriegszeit und seine Hauptprobleme. Leipzig: A. Deichert 1926. — Vgl. St. u. E. 46 (1926) S. 1180.

Vereins-Nachrichten.

Verein deutscher Eisenhüttenleute.

Curt Schraepfer †.

Nach mehrwöchiger schwerer Krankheit wurde in den frühen Morgenstunden des 16. August das stellvertretende Vorstandsmitglied der Firma Fried. Krupp, Aktiengesellschaft, Dipl.-Ing. Curt Schraepfer, seiner Familie, seinen Freunden und Mitarbeitern sowie der Firma aus einem arbeits- und erfolgreichen Leben durch den Tod entrissen.

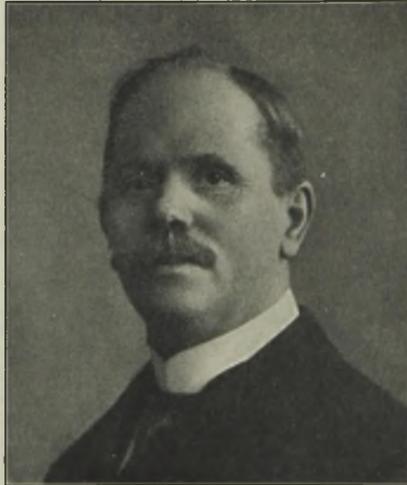
Curt Schraepfer wurde am 18. Januar 1868 zu Halle a. d. Saale geboren. Er besuchte das Gymnasium der Franckeschen Stiftung seiner Heimatstadt und verließ es mit dem Reifezeugnis im Jahre 1888, um an der Technischen Hochschule in München seine Studien als Maschineningenieur aufzunehmen. Nach abgelegtem Diplomexamen trat er im Jahre 1892 in die Praxis über und war nach einander bei der Märkischen Maschinenfabrik in Wetter, bei der „Bamag“ in Dessau und als Konstrukteur für die Hochöfen der Gewerkschaft Deutscher Kaiser bei August Thyssen in Mülheim tätig. Am 1. Juli 1896 trat er in das technische Büro der Firma Krupp, Abteilung für Hüttenwerkseinrichtungen, ein. Etwa nach Jahresfrist erfolgte seine Ueberweisung nach den Reparaturwerkstätten, in denen er als Assistent, Betriebsführer und Ressortchef bis 1910 tätig war.

Am 1. Juli 1910 wurde er Handlungsbevollmächtigter, bald darauf Betriebs- und Abteilungsleiter, 1919 stellvertretendes Mitglied des Direktoriums der Firma Fried. Krupp, Aktiengesellschaft.

Als Leiter des technischen Büros hatte er maßgebenden Einfluß auf die Gestaltung der gesamten Essener Werke. Gewaltig waren die Aufgaben, die das technische Büro während des Krieges zu lösen hatte, um die Fabrikationsstätten der Gußstahlfabrik so umzugestalten, daß sie den ins Ungemessene wachsenden Anforderungen der Heeres- und Marineverwaltung gerecht werden konnten. Daß diese Aufgaben in meisterhafter Weise gelöst wurden, ist nicht zuletzt Schraepfers Verdienst. Dies wurde auch durch die Verleihung des Eisernen Kreuzes am weiß-schwarzen Bande anerkannt.

Nach dem jähen Zusammenbruch im Spätherbst 1918 galt es, die Essener Gußstahlfabrik auf Friedenserzeugnisse umzu-

stellen, eine neue riesige Aufgabe, an die Schraepfer mit der ihm eigenen eisernen, nie erlahmenden Tatkraft mit Erfolg heranging. Die Errichtung einer neuen Hochofenanlage in Borbeck und eines Schmiedepreßwerks von gewaltigen Abmessungen beschäftigte ihn in den letzten Jahren; hier fand er ein reiches Betätigungsfeld für seine schöpferischen Gedanken. Leider durfte er die in einigen Monaten zu erwartende Inbetriebsetzung dieser Anlagen nicht mehr erleben.



Schraepfer führte seit 1910 auch die sogenannten Hilfsbetriebe der Gußstahlfabrik wie Reparatur- und Montagewerkstätten, Kesselanlagen, Gas-, Wasser- und Elektrizitätswerke, Baubetriebe und Eisenbahn. Lange Zeit leitete er auch einen Teil der mechanischen Werkstätten, die Kesselschmiede und die Gießereien.

Die Ausbildung des Facharbeiter-nachwuchses lag ihm sehr am Herzen; der im Jahre 1909 auf seine Anregung gegründeten Lehrwerkstatt galt immer sein besonderes Augenmerk. Auch im technischen Schulwesen arbeitete er eifrig mit.

Neben seiner Ingenieur-tätigkeit beschäftigte sich Schraepfer nach Kriegsende eingehend mit sozialpolitischen Fragen sowohl in der Fabrik als auch in den Arbeitgeberverbänden. Seine auf reiche Erfahrung gegründete Ansicht spielte bei wichtigen Entscheidungen eine große Rolle. So blieb es nicht aus, daß sich allgemein wirtschaftliche Verbände, wie

Ruhrtalesperrenverein, Emschergenossenschaft, seiner Arbeitskraft versicherten und ihn in ihren Vorstand beriefen. Dem Vorstände der Hütten- und Walzwerks-Berufsgenossenschaft gehörte er seit vielen Jahren als Mitglied an.

Unermüdlich war er im Schaffen und Wirken, viel verlangte er von seinen Mitarbeitern, das meiste von sich selbst. Neben seiner strengen Arbeitsauffassung stand sein absoluter Gerechtigkeitssinn, der sein Handeln durchdrang und ihm die Hochachtung aller sicherte.

Eine große Trauergemeinde aus allen Kruppschen Werken, aus Freundeskreisen, Vertretern der Industrie, Vereinen und Verbänden gab ihm am 18. August das letzte Geleit.

Aus den Fachausschüssen.

Donnerstag, den 27. September 1928, 15³⁰ Uhr, findet im Eisenhüttenhaus, Düsseldorf, Breite Straße 27, die

7. Sitzung des Ausschusses für Verwertung der Hochofenschlacke statt mit nachstehender

Tagesordnung:

1. Geschäftliches.
2. Ergebnisse der vergleichenden Prüfung von Schlackensteinen. (Berichterstatter: Abteilungsleiter W. Schäfer, Rheinhausen.)
3. Langfristige Untersuchungen von Beton mit verschiedenen Zuschlagstoffen. (Berichterstatter: Dr. A. Guttman, Düsseldorf.)
4. Verwendung der Hochofenschlacke für Betonzwecke. (Berichterstatter: Reg.-Baumeister a. D. Kosfeld, Dortmund.)
5. Verwendbarkeit und Eigenschaften von Schlackewolle. (Berichterstatter: Dr. A. Guttman, Düsseldorf.)
6. Eignung von Hochofenschlacke als Düngemittel. (Berichterstatter: Dr. C. Weise, Kratzwieck.)
7. Verschiedenes.

* * *

Freitag, den 28. September 1928, 15¹⁵ Uhr, findet in Düsseldorf, Eisenhüttenhaus, Breite Straße 27, die

17. Vollsitzung des Walzwerksausschusses

statt.

Tagesordnung:

1. Geschäftliches.
2. Neuere Bauarten von staubgefeuerten Öfen in Hüttenwerken. (Berichterstatter: Oberingenieur Kehren, Düsseldorf.)

3. Kraftbedarfsstudien in Walzwerken. (Berichterstatter: Dipl.-Ing. Wirth, Düsseldorf.)

4. Vier- und Sechswalzenengerüste in amerikanischen Walzwerken. (Berichterstatter: Dipl.-Ing. Link, Dortmund.)

5. Verschiedenes.

Die Einladungen zu den Sitzungen sind am 14. September an die beteiligten Werke ergangen.

Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung zu Düsseldorf.

Als Fortsetzung der bereits angezeigten vier Lieferungen des zehnten Bandes¹⁾ der Mitteilungen aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung zu Düsseldorf sind Lieferungen 5 und 6 mit folgenden Einzelabhandlungen erschienen, die wiederum vom Verlag Stahleisen m. b. H. in Düsseldorf (Postschlußfach 658) bezogen werden können.

Lfg. 5. Spektralpyrometrische Messungen am Siemens-Martin-Ofen. Von Hermann Schmidt und Wilhelm Liesegang²⁾. (19 S. mit 8 Zahlentafeln und 26 Abb.) 2,75 *R.M.*, beim laufenden Bezuge der Bandreihe 2,20 *R.M.*

Lfg. 6. Mechanische Eigenschaften von Stahlguß bei erhöhten Temperaturen. Von Friedrich Körber und Anton Pomp³⁾. (15 S. mit 6 Zahlentafeln und 31 Abb.) 2,75 *R.M.*, beim laufenden Bezuge der Bandreihe 2,20 *R.M.*

¹⁾ St. u. E. 48 (1928) S. 648.

²⁾ Arch. Eisenhüttenwes. 1 (1927/28) S. 677/85; vgl. auch St. u. E. 48 (1928) S. 1049/50.

³⁾ St. u. E. 48 (1928) S. 1321/30.