

STAHL UND EISEN

ZEITSCHRIFT FÜR DAS DEUTSCHE EISENHÜTTENWESEN

Herausgegeben vom Verein Deutscher Eisenhüttenleute

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

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

HEFT 8

22. FEBRUAR 1940

60. JAHRGANG

Die englische Eisenwirtschaft im Weltkriege.

Von Dr. J. W. Reichert in Berlin.

(Gegenwartsaufgaben der englischen Industrie. Die Lage während des Weltkrieges: Englands Munitionsministerium. Industrielle Rückständigkeit. Arbeiterverhältnisse. Erweiterungsbauten von 1916 bis 1918. Roheisengewinnung. Eisenerz-Versorgung. Stahlgewinnung. Granatenstahl-Lieferungen 1915 bis 1918. Preisentwicklung. Zusammenschlußbewegung. Außenhandel. Rückblick.)

Die Eisen- und Stahlindustrie Großbritanniens soll nach Pressemitteilungen beauftragt sein, ihre jährliche Leistungsfähigkeit um 4 Mill. t zu verstärken. Der englische Kohlenbergbau soll gleichzeitig seine gegenwärtige Jahresförderung um 30 Mill. t vergrößern. Damit ist der englischen Industrie eine Aufgabe gestellt worden, wie sie in dem vier Jahre dauernden Weltkrieg nicht durchzuführen war.

Die englische Steinkohlenförderung, die im letzten Friedensjahre 1913 eine Menge von 292 Mill. t erreicht hatte (alle Zahlenangaben in metr. t), verzeichnete 1914 nur 270 Mill. t, fiel dann in den folgenden drei Kriegsjahren weiter auf eine durchschnittliche Jahresförderung von 255 Mill. t und sank 1918 schließlich auf 231 Mill. t; demnach hat England im Laufe des Weltkrieges nicht weniger als 61 Mill. t oder fast ein Fünftel seiner Friedensförderung eingebüßt. Glauben die Engländer, trotz dieser früheren, für sie so schmerzlichen Erfahrung im gegenwärtigen Krieg eine Förderungssteigerung erhoffen zu können?

Was bedeutet es nun, wenn die englische Stahlindustrie ihre jetzige Leistungsfähigkeit um 4 Mill. t erhöhen soll? Im Durchschnitt der drei Monate Mai, Juni und Juli 1939 hat die britische Rohstahlerzeugung auf 1 200 000 t gestanden. Für den Fall, daß diese früher nicht gekannte Leistung im Kriege aufrechterhalten wird, ergibt sich eine Jahresgewinnung von 14,4 Mill. t. Die vorhandenen Stahlwerke ließen, wie der Verfasser¹⁾ berechnet hat, schon gegen Ende 1938 eine Leistungsfähigkeit von 14,5 Mill. t vermuten. In der Zwischenzeit sind weitere Stahlföfen fertig geworden. Immerhin müßten die vorhandenen Anlagen um nicht weniger als 30 % erweitert werden, um die Leistungsfähigkeit um 4 Mill. t auf 18 bis 19 Mill. t zu vergrößern.

Mag England vielleicht auch keine geldlichen Schwierigkeiten darin sehen, unter Heranziehung öffentlicher Mittel diese Schlüsselindustrie auszubauen, so stellen sich doch vom Arbeitseinsatz, ferner von der Seite der Baustoffe und ihrer Verfrachtung, von seiten der Verstärkung der Rohstoffförderung und -bewegung so große Schwierigkeiten in den Weg, daß der Krieg schon sehr lange dauern müßte, um das Ziel der erwähnten baulichen Verstärkung der englischen Stahlindustrie voll zu erreichen, von den Schwierigkeiten der Rohstoffversorgung ganz zu schweigen.

Mit welchen Aufgaben und Schwierigkeiten hatte die englische Eisen- und Stahlindustrie im Weltkriege zu kämpfen?

Das Munitionsministerium.

Die Aufgabe der englischen Stahlindustrie bestand im Weltkrieg darin, nicht nur für die Bedürfnisse der eigenen Wehrmacht zu sorgen, sondern nach Möglichkeit auch die Bundesgenossen Englands mit Waffen und Munition zu beliefern. Dieses Erfordernis wurde um so dringender und umfangreicher, je tiefer die deutschen Heere in Feindesland eindringen und je mehr Hüttenwerke in den deutschen Machtbereich fielen. England sollte ebenso den Franzosen wie den Russen und später noch anderen Bundesgenossen in Süd- und Südosteuropa helfen. Die Millionenheere benötigten ungeheure Mengen von Kriegsmitteln aller Art.

Deshalb entschloß man sich im Frühjahr 1915 zur Einrichtung eines Munitionsministeriums in London und setzte Lloyd George als Leiter ein. Diese Behörde sollte die Beschaffung von Eisen und Stahl nach Kräften betreiben und dem wachsenden Mangel abhelfen. Sie sollte insbesondere die fehlende Industrieorganisation schaffen. Nicht zuletzt sollte das Ministerium Streitigkeiten zwischen Arbeitgebern und Arbeitnehmern durch Schlichtung ausräumen und außerdem die Arbeitsbedingungen, wie Arbeitszeit und -lohn, und die Unternehmergewinne regeln.

Gegen Ende 1917 unterstanden dem Munitionsministerium 143 Regierungswerkstätten und 20 000 Privatbetriebe mit mehr als 2 700 000 Arbeitern. Für die eisenschaffende Industrie gab es im Munitionsministerium ein besonderes „Iron and Steel Department“ mit einem Direktor und sieben Unterabteilungen²⁾ für Granatenstahl, für Stahl zu anderen Zwecken, für Roheisen und Kalkstein, für Kohlen und Koks, für strengflüssige Stoffe, für ausländische Eisenerze und für die Versorgung mit heimischen Eisenerzen.

Diese Abteilungen arbeiteten in enger Arbeitsgemeinschaft mit Sonderausschüssen der Stahlindustrie, so z. B. mit dem Legierungsstahlausschuß, dem Schnellarbeitsstahlausschuß u. a. m.

Kaum war das Munitionsministerium im Mai 1915 eingesetzt, da begann es bereits zwei Monate später mit einer Ueberwachung der Preise. Im darauffolgenden Frühjahr kam es zur Festsetzung von Höchstpreisen, und zwar für sämtliche Stufen der Eisen- und Stahlerzeugung wie für die wichtigsten Rohstoffe. Die Eisenindustrie wurde mehr und mehr dem Bereich der freien Marktbewegung entzogen und unter staatliche Ueberwachung und Planung gestellt.

²⁾ Niebuhr, H.: Die Reorganisation der englischen Eisenindustrie. Berlin u. Leipzig 1923.

¹⁾ Vierjahresplan 2 (1938) S. 598/601.

Das Munitionsministerium leistete ferner Hilfe bei der Finanzierung der zahlreichen großen industriellen Neuanlagen und Erweiterungsbauten. Hierfür wurden Regierungsbeihilfen an baulustige Industrielle gezahlt. Solche staatlichen Beihilfen wurden bald auch mit Rücksicht auf die steigenden Frachtsätze gewährt, damit die Hüttenwerke die Mehrkosten des Auslandsbezugs von Rohstoffen nicht in weiteren Preiserhöhungen auf ihre Abnehmer abzuwälzen brauchten.

Besonders wichtig waren die behördlichen Eingriffe bei der Verteilung. Hatte doch der Staat, wie bereits oben erwähnt, eine große Zahl von Munitionswerkstätten eingerichtet und war insofern einer der größten Abnehmer von Eisen und Stahl geworden. Mit Hilfe der „Steel Order“ vom 20. November 1916 regelte das Ministerium die Rangfolge der Bedarfsdeckung und führte die sogenannten Dringlichkeitsscheine (Priority Certificates) ein. Jedes Werk hatte seinen Walz- oder sonstigen Fertigungsplan zur Genehmigung einzureichen und monatliche statistische Meldungen zu erstatten. Als die reinen Walzwerke (re-rollers) im Jahre 1917 nicht die angeforderten Mengen Halbzeug erhalten konnten, entschloß man sich, zu einer planmäßigen Verteilung der Stahlerzeugung zu schreiten, und führte zu dem Zwecke die monatlichen Bedarfsmeldungen ein.

Industrielle Rückständigkeit.

Während des Weltkrieges hat ein von der Regierung zusammengesetzter Ausschuß den beteiligten Regierungsstellen eine Anzahl Gutachten über wichtige Fragen der Eisen- und Stahlindustrie geliefert. Dem Ausschuß gehörten Stahlindustrielle bekannten Namens, wie Sir Hugh Bell, ferner Archibald Colville, Henry Summers, Benjamin Talbot und andere an. Ferner wirkten als Vertreter der Arbeiterverbände John E. Davison, James Gavin und John Hodge, der spätere Minister, mit. Die Gutachten bewegten sich auf dem Gebiete der Rohstoffversorgung, der Verkehrsmittel, der Arbeiterverhältnisse, insbesondere der Arbeitszeit und Löhning, Ein- und Ausfuhr, Betriebstechnik, Industrieorganisation usw. Die im Laufe der Jahre 1916 bis 1918 abgegebenen Gutachten sind später zusammengefaßt gedruckt und als Parlamentsdrucksache „Iron and Steel after the war“ veröffentlicht worden.

Auf einen Deutschen wirkt am erstaunlichsten die Aussage des genannten Ausschusses: „Es besteht allgemein die Meinung, bei den Bemühungen Deutschlands um den englischen Markt habe früher bei Deutschland kein anderer Beweggrund als der vorgelegen, den englischen Markt zu überwachen, während seit 1911 die Handelspolitik Deutschlands von der Absicht getragen zu sein scheint, die Eisen- und Stahlindustrie Englands zu lähmen, damit England in einem Materialkriege hoffnungslos geschlagen werde.“ In dem Gutachten sucht man vergebens nach einem schlüssigen Beweis für diese seltsame Behauptung. Immerhin werfen folgende Feststellungen des englischen Ausschusses ein bezeichnendes Licht auf die Rückständigkeit der englischen Industrie:

1. Die Neugründung von Hüttenwerken sei seit Beginn des Jahrhunderts in England unterblieben, während die Werke des amerikanischen Stahltrusts und eines August Thyssen als mustergültig anzusehen seien.
2. Die Erzförderung habe in England schon lange stillgestanden, während sie in Deutschland und Amerika gesteigert worden sei.
3. Erzbergbau und Erzversorgung hätten unter untragbaren Abgaben, wie Royalties und Wegelasten, zu leiden.

4. England vernachlässige seine Binnenwasserwege, während Deutschland und Amerika sie pflegten.
5. Die englischen Eisenbahntarife seien teurer als die deutschen und amerikanischen.
6. Die Ausfuhrfrachten ab englischen Seehäfen seien viel höher als diejenigen von Antwerpen usw.
7. England verfüge über keine neuzeitlichen Werkseinrichtungen mit billigerer Kostengestaltung.
8. Der amerikanische Stahltrust allein weise eine größere Erzeugung auf als die ganze britische Stahlindustrie.
9. Die Arbeitsdauer der englischen Arbeiter sei erheblich kürzer als die der deutschen und amerikanischen.
10. Auch in der Verarbeitung, wie z. B. der Drahtverfeinerung, sei in England sehr wenig geschieden, während in Deutschland, Oesterreich, Belgien und Amerika eine starke Leistungssteigerung zu beobachten sei.
11. In der Drahtindustrie verböten die zuständigen englischen Gewerkschaften ihren Arbeitern, an mehr als zwei Drahtzügen zu arbeiten, während in Deutschland und Amerika keine solche Begrenzung üblich sei.
12. Der Ruin der Walliser Weißblechindustrie sei auf die Einführung der amerikanischen Hochschutzzölle und ferner auf die Auswanderung englischer Weißblecharbeiter nach Amerika zurückzuführen.
13. Die in Deutschland zu beobachtende Gemeinschaftsarbeit in der Ausfuhr fehle in England.
14. Auch auf dem Gebiet des Einkaufs, z. B. von Eisenerz, empfehle sich der Zusammenschluß der Erzverbraucher.
15. Eine kluge und einsichtsvolle Behandlung der handelspolitischen Fragen würde die Industrie vor manchem schweren Schaden behüten haben, wenn man schon vor dreißig Jahren daran gedacht hätte.

Dieses Zeugnis der Selbsterkenntnis der Engländer über ihre Unterlassungssünden dürfte genügen, die Ursachen für die Rückständigkeit der englischen Industrie darzutun.

In einem beachtenswerten Punkt, den die deutsche Wettbewerbskraft betraf, waren sich die Ausschußmitglieder nicht ganz einig. Die Mehrheit vertrat die Meinung, der Wettbewerb von Deutschland und anderen Ländern durch „Schleuderverkäufe“ von Halbzeug und Grauguß habe eine solche Höhe erreicht, daß dadurch die englische Erzeugung beeinträchtigt werde, so daß man nach dem Kriege zu Schutzzöllen und Antidumpingzöllen greifen müsse. Dagegen vertrat das Ausschußmitglied Sir Hugh Bell die Ueberzeugung, daß die billige Einfuhr von Halbzeug dazu beigetragen habe, die englischen Inlandsverbraucher billiger zu bedienen und die englische Ausfuhr zu erleichtern. Wenn England das Halbzeug billig kaufe, dann sei England im Vorteil, dagegen das Lieferland im Nachteil.

Die Arbeiterverhältnisse im Weltkrieg.

Nach englischen Fachzeitschriften erreichte die Einstellung in Heer und Marine bereits gegen Ende des Jahres 1914 etwa ein Fünftel der in den Kohlenbergwerken beschäftigten Arbeiter. Wahrscheinlich war von den Hüttenarbeitern kein geringerer Teil eingezogen. Mit der Ausdehnung der Kriegsschauplätze und mit dem Menschenverbrauch in den Massenschlachten wuchs die Zahl der von den Arbeitsplätzen weggehenden Männer. Somit war eine der ersten und ernstesten Folgen des Weltkrieges ein zunehmender und nicht zu beseitigender Arbeitermangel. Infolgedessen mußte die Selbstversorgung mit Eisenerzen und Kohlen sowie Koks im Weltkrieg weit hinter dem gesteckten Ziel zurückbleiben.

Dem Arbeitermangel suchte man dadurch abzuwehren, daß man in der Industrie der Steine und Erden, ferner in den Weißblechbetrieben usw. Arbeiter warb und sie in die Gruben

oder in die Hochofen- und Stahlwerke schickte. Vielfach erwiesen sich diese Arbeiter als zu schwach. Auch die Tausende von Kriegsgefangenen und Internierten konnten mangels ausreichender Beköstigung die Leistungen der heimischen Arbeiter bei weitem nicht erreichen.

Da die Lebenshaltungskosten infolge des Krieges andauernd stiegen, lag es nahe, daß die Arbeiterschaft wiederholt mit Forderungen auf Lohnerhöhung hervortrat. Die Arbeitslöhne wurden mehrfach erhöht. Trotzdem ließ die Arbeitswilligkeit und Arbeitsfreude im Bergbau und in den Hütten in England viel zu wünschen übrig. Im Jahre 1916 veröffentlichte die „Iron and Coal Trades Review“ die Zahl der wöchentlich in Südwesten unter Tage Beschäftigten und feiernden Arbeiter. Danach betrug der Anteil der feiernden Bergleute viele Wochen lang zwischen 8 und 12 %; zeitweilig fehlten sogar 15 bis 20 % der Bergarbeiter.

Bekanntlich kam es im Verlaufe des Weltkrieges zu wiederholten Arbeiterunruhen in England. Mit Hilfe von Ausständen erreichten die Arbeiter Lohnzulagen in einer Höhe, daß sie es offenbar nicht nötig hatten, regelmäßig ihrer Arbeitspflicht zu genügen. Selbst das Eingreifen der Regierung änderte an diesem Zustande nicht viel³⁾.

Erweiterungsbauten von 1916 bis 1918.

Eine über die Tätigkeit des Munitionsministeriums veröffentlichte Schrift⁴⁾ bekundet, daß das erste aufgestellte Bauprogramm des Ministeriums eine Vermehrung der vorhandenen Stahlföfen um eine Leistungsfähigkeit von 2 Mill. t jährlich vorgesehen hat. Dieses Ausmaß erinnert an den Umfang der Vorkriegseinfuhr von Stahl, die im Durchschnitt von 1912 und 1913 nahe bei 2 Mill. t gelegen hatte.

Im Laufe des Jahres 1916 stellte der Munitionsminister Addison einen zweiten Plan mit einer weiteren Vergrößerung der Stahlerzeugung um jährlich 3 Mill. t auf. In Verbindung mit diesem Vorhaben stand der Plan, Bessemerstahlwerke stillzulegen und an deren Stelle mehr Siemens-Martin-Oefen zu bauen, um mit Hilfe des Schrotteinsatzes in der Stahlgewinnung schneller voranzukommen. Eine dem Unterhaus eingereichte Sachverständigendenschrift: „Report of the Departmental Committee appointed by the Board of Trade to consider the position of the Iron and Steel Trades after the war“ stellte fest, die Leistungsfähigkeit der amerikanischen, deutschen und englischen Stahlindustrie verhalte sich wie 40 : 20 : 10 Mill. t jährlich. Daraus wurde gleichfalls die Forderung nach einer Steigerung der englischen Leistungsfähigkeit auf 15 Mill. t Rohstahl hergeleitet.

Im Laufe der Jahre 1916 bis 1918 genehmigte das Munitionsministerium den Bau von 22 Hochofen und 166 Siemens-Martin-Oefen. Ferner wurde manchen Werken eine neue Ausrüstung und eine Anzahl Walzenstraßen bewilligt. Ein großer Teil dieser Bauten ist bis Kriegsende nicht fertig geworden. Das Ziel, eine Vermehrung der Erzeugung um 5 Mill. t zu schaffen, konnte nicht erreicht werden. Die Flußstahlerzeugung ist nur um 2 Mill. t erhöht worden. Gleichzeitig ist jedoch die Schweißstahlgewinnung eingeschränkt worden. Deswegen spielten die Bezüge an Eisen und Stahl aus fremden Ländern, namentlich aus Amerika, eine große Rolle.

Den Sachverständigen war es von vornherein klar, daß jede Vergrößerung der Eisen- und Stahlgewinnung einen Mehrbedarf an Roheisen, Ferrolegerungen, feuerfesten Steinen, aber auch an Eisenerz, Koks, Kalkstein usw. ergab. Das bereitete neue Sorgen für die Verfrachtung zu Wasser

und zu Lande, im Binnen- wie im Seeverkehr, ganz zu schweigen von dem schwieriger werdenden Arbeitereinsatz.

Die ständig steigenden Finanzierungskosten für Neubauten hat die englische Regierung den Unternehmern größtenteils dadurch tragen helfen, daß diese sich den (von vier Aemtern überwachten!) staatlichen Bedingungen über die Einzelteile der Neubauten, der Erzeugungspläne und Kostenschätzung unterwarfen.

Der Leitgedanke der Industrierweiterung war ein großzügiger Ausbau der Werke der einzelnen Bezirke, und zwar derart, daß sich jeder Bezirk möglichst selbst mit den nötigen Rohstoffen versorgen und nach dem Krieg überhaupt keine Tonne fremden Eisens mehr erforderlich sein sollte. Dieses Ziel ist bekanntlich unerreich geblieben, ebenso der Wunsch, neuzeitliche Bauten zu schaffen, die es in den Betriebskosten mit jedem ausländischen Wettbewerb aufnehmen könnten.

Die Roheisengewinnung.

Bei Kriegsausbruch 1914 zählte man in Großbritannien insgesamt 506 Hochofen, von denen nicht ganz 300 im Feuer standen, während 100 in Neuzustellung begriffen und weitere 100 stillgesetzt waren. Die Jahreserzeugung an Roheisen hatte außer dem Jahre 1913 nur selten die Höhe von 10 Mill. t überschritten. Das letzte Friedensjahr hat mit 10,4 Mill. t Roheisen den Höchststand der englischen Roheisengewinnung erreicht.

Da in den alten, zum großen Teil veralteten Hochofen eine nicht geringe „Kapazitätsreserve“ vorhanden war, hätte man es unter Berücksichtigung der Hochofen-Neubauten leichter gehabt, die Roheisenerzeugung hochzuhalten, ja noch zu steigern, als die Stahlgewinnung zu erhöhen. Aber die tatsächliche Entwicklung des Krieges führte nicht zu einer Mehr-, sondern zu einer Mindererzeugung im Vergleich zu 1913 (s. Zahlentafel 1).

Zahlentafel 1. Die englische Roheisenerzeugung in den Jahren 1913 bis 1918 (in 1000 metr. t).

Jahr	Hämatit t	Stableisen t	Puddel- und Gießerei- roheisen t	Eisen- legierungen t	Insgesamt t
1913	3663	2570	3862	329	10 424
1914	3277	2035	3423	332	9 067
1915	3621	2309	2744	260	8 934
1916	4107	2327	2462	297	9 193
1917	3985	2766	2417	303	9 471
1918	3614	3035	2339	244	9 232

Die Roheisengewinnung ist im Kriege zunächst bis 1915 um fast 1,5 Mill. t oder 15 % abgesackt, dann bis 1917 um 500 000 t gestiegen und schließlich im letzten Kriegsjahr wieder um rd. 240 000 t gefallen. Der während des Weltkrieges erreichte Jahresdurchschnitt machte nicht viel mehr als 9 000 000 t aus, also 1,4 oder fast 12 % weniger als die Leistung im letzten Friedensjahr 1913.

Der Umstand, daß die Roheisengewinnung 1915 noch weiter rückläufig war als 1914 und ferner bis zum Frühjahr 1916 die großen Vorräte aus der Vorkriegszeit aufgebraucht waren, führte zunächst zu dem Plane, zusätzlich 57 Hochofen mehr anzublasen, um die Jahreserzeugung um 2,25 Mill. t zu erhöhen. Dieser Plan wurde 1917 auf insgesamt 89 zusätzliche Hochofen mit einer Mehrerzeugung von 3,5 Mill. t erhöht. Man wollte offensichtlich auf 12 Mill. t Jahreserzeugung kommen, blieb aber infolge unüberwindlicher Schwierigkeiten um 3 Mill. t hinter diesem Ziel zurück.

In England spielte das „basische Roheisenprogramm“ eine gewaltige Rolle. Wegen unzureichender Zufuhr ausländischer hochwertiger Erze und wegen der Erschöpfung gewisser heimischer Gruben mit phosphorarmem Erz schritt

³⁾ Vgl. Argelander, A.: Stahl u. Eisen 37 (1917) S. 1021/29.

⁴⁾ Hatch, F. H.: The iron and steel industry of the United Kingdom under war conditions. London 1919.

man mehr zur Verhüttung ärmerer heimischer Erze mit einem Gehalt zwischen 25 und 30 % Eisen und höherem Phosphorgehalt, die den Uebergang zum basischen Schmelzverfahren bei vielen Hütten notwendig machte. Das erforderte mehr Arbeitskräfte, mehr maschinelle Vorrichtungen und Beförderungsmittel, vor allem eine Umstellung des Personals auf das ungewohnte basische Verfahren, viel mehr Kalk und Brennstoffe und nicht zuletzt mehr Hochofenraum. Unter den 500 vorhandenen Hochofen fanden sich nur 36, die auf die Herstellung basischen Roheisens eingerichtet waren. Weitere 16 Hochofen wurden zu dem Zwecke gebaut. Die erweiterte Erzeugung begann im Mai 1917. Ein halbes Jahr später hatte man mehr basisches Roheisen als zu seiner Umschmelzung geeignete Siemens-Martin-Ofen. Als dieser Engpaß überwunden war, fehlte es schließlich an den erforderlichen Arbeitskräften. So wurde das „basische Programm“ zu einer Quelle fortgesetzter Schwierigkeiten.

Die Eisenerz-Versorgung.

Zunächst wurde der Plan aufgestellt, möglichst viele eigene Gruben auszubauen und die heimische Förderung um mindestens 3 Mill. t zu erhöhen, gleichzeitig aber auch möglichst viel Auslandserze einzuführen.

Der Ausbau von Gruben allein nutzte nichts, wenn nicht genug Arbeitskräfte und Maschinen zur Verfügung standen, um die Förderung zu erhöhen und die Abbeförderung zu gewährleisten. Diese bittere Wahrheit mußte England im Weltkrieg erfahren. Die Einsetzung von 51 Dampfbaggern und 13 Fördermaschinen erforderte lange Zeit. Es nutzte England wenig, daß die Durchforschung des Landes zur Kenntnis neuer Erzvorkommen führte und ausreichend Erzvorkommen zur Verfügung standen. Der Arbeitermangel verhinderte die gewünschte Ausbeutung. Dazu kam die beschränkte Leistungsfähigkeit der Beförderungsmittel, die durch die Militärzüge stark belastet waren und infolge des Ausfalles der Küstenschiffahrt, je länger der Krieg dauerte, um so mehr herangezogen werden mußten. Der erst im September 1917 angeordnete Neubau von Eisenbahnwagen kam zu spät, als daß die Verkehrsnot hätte gemildert werden können.

Der Erzbedarf stand für die Herstellung von 10 Mill. t Roheisen auf 26 Mill. t, Inlands- und Auslandserze zusammengerechnet. In der Selbstversorgung mit Erzen ist die englische Eisenindustrie zwar in früherer Zeit einmal bis auf 18 Mill. t gekommen, seit Beginn des laufenden Jahrhunderts schwankte aber die jährliche Fördermenge zwischen 12 und 16 Mill. t. Im letzten Friedensjahr hatte die Leistung des englischen Erzbergbaus mit 16,3 Mill. t eine ansehnliche Höhe erreicht. In den Kriegsjahren betrug die heimische Erzförderung: 1914: 15.105 000 t; 1915: 14 463 000 t; 1916: 13 711 000 t; 1917: 15 083 000 t; 1918: 14 847 000 t.

Demnach ist trotz großer Anstrengungen die Jahresfördermenge bis 1916, gegen 1913 gerechnet, um nicht weniger als 2,5 Mill. t gefallen. In diesem Zeitpunkt übernahm die Regierung infolge von Streiks auf Vorschlag des Munitionsministeriums sämtliche Eisenerzgruben Cumberlands und Lancshires in eigene Verwaltung. Die Staatswirtschaft konnte es aber ebensowenig wie der Privatbetrieb bewerkstelligen, die erstrebte Mehrerzeugung von 3 Mill. t Stahl aus heimischen Erzen zu schaffen. Dieses Ziel war unerreichbar, wenn auch in den beiden folgenden Jahren die Erzförderung durchschnittlich um 1,5 Mill. t wieder auf die gleiche Höhe stieg, welche das Jahr 1914 ausgewiesen hatte.

Was das Inland nicht aufzubringen wußte, sollte durch das Ausland ergänzt werden. Die jährliche Einfuhr hatte

in günstigen Zeiten wiederholt 7 Mill. t überschritten; im Jahre 1913 machte sie 7,56 Mill. t aus. Die Einfuhr an Eisenerzen während der Kriegsjahre bewegte sich auf folgender Höhe. 1914: 5 796 000 t; 1915: 6 296 000 t; 1916: 7 016 000 t; 1917: 6 288 000 t; 1918: 6 671 000 t. Es ist dem zunehmenden Frachtraummangel zuzuschreiben, daß es England nicht möglich geworden ist, die Einfuhrmenge während des Krieges auf die alte Friedenshöhe oder gar noch darüber hinaus zu bringen. Eine schwere Sorge bereitete der U-Boot- und der Minenkrieg.

Während die Vorkriegsfracht von Bilbao nach Middlesbrough etwa 4/- sh betragen hatte, mußte man schon im Frühjahr 1916 die siebenfache Friedensfracht zahlen. Infolgedessen legte man die Charterung aller Erzschiffe kartellmäßig in eine Hand und erreichte ein Sinken der Fracht auf 17/- sh. Immerhin kostete spanisches bestes Rubio-Erz mit 50 % Fe den nordöstlichen Hütten noch 34/- sh gegen 17/- sh vor Kriegsausbruch. Nach Einführung der amtlichen Ueberwachung stieg der Erzpreis frei Middlesbrough allmählich bis auf 43/- sh.

Zu fünf Sechsteln kam die englische Erzeinfuhr aus Spanien und Nordafrika. Die Engländer nutzten es aus, daß sie nach dem Ausfall der Deutschen die einzigen Käufer spanischen Erzes blieben. Infolgedessen ist der Erzpreis, in spanischer Währung berechnet, nicht über den Vorkriegsstand gestiegen.

Mit der schwedischen Grängesberg-Gesellschaft schloß das Munitionsministerium Ende 1916 einen Vertrag über die Lieferung von 1 Mill. t ab. Im Mai 1918 kam es nach F. H. Hatch⁴⁾ zu einem seltsamen Vertrag zwischen England und Amerika einerseits, Schweden andererseits; danach verpflichtete sich die schwedische Regierung, ihre Ausfuhr von Eisenerz gleichmäßig zwischen den Zentralmächten und den Feindbundländern zu teilen. Hatch bemerkt hierzu:

„Das war ein Schlag gegen die deutsche Stahlindustrie, da diese seit Vorkriegszeiten nahezu 80 % der schwedischen Erzförderung erhalten hatte.“

In der englischen Einfuhr bewegten sich die schwedischen Erzmengen tatsächlich zwischen 500 000 t und 1 Mill. t jährlich. Die deutschen Hüttenwerke bezogen dagegen das Mehrfache jener Mengen. Zu dem von englischer Seite beabsichtigten „Schlag“ ist es nicht gekommen.

Die Gesamtversorgung an Eisenerzen Englands setzte sich aus folgenden Mengen zusammen:

Jahr	In 1000 metr. t					Gesamtversorgung
	Einfuhr an			Heimische Förderung	Ausfuhr	
	manganhaltigen Erzen	sonstigen Eisen-	Kiesabbränden			
1913	215	7347	529	16 253	6	24 338
1914	168	5628	543	15 105	14	21 430
1915	141	6155	612	14 463	2	21 369
1916	83	6962	643	13 711	1	21 398
1917	137	6152	578	15 083	1	21 949
1918	126	6561	567	14 847	—	22 101

Zu 80 bis 90 % kam die Einfuhr aus Spanien und den Mittelmeerländern, zu etwa 10 % von Schweden.

Die Versorgung mit Manganerzen vollzog sich folgendermaßen:

Jahr	In 1000 metr. t						
	Einfuhr	Eigene Förderung	Versorgung	Jahr	Einfuhr	Eigene Förderung	Versorgung
1913	611	5	616	1916	448	5	453
1914	487	3	490	1917	337	13	350
1915	379	5	384	1918	371	15	386

Während früher auch aus Rußland und Brasilien Manganerze eingeführt worden waren, mußte man sich im Laufe des Krieges auf Indien und Westafrika beschränken.

Die Stahlgewinnung.

Als der Weltkrieg ausbrach, war die englische Flußstahlgewinnung bereits im Begriff, eine schnelle Entwicklung einzuschlagen. Gegenüber einer durchschnittlichen Erzeugung von 6,7 Mill. t in den Jahren 1914/12 hatte das Kalenderjahr 1913 schon 1 Mill. t mehr ausgewiesen. Diese Mehrleistung ist allein der Siemens-Martin-Stahlgewinnung zuzuschreiben, während die Bessemer-Stahlgewinnung seit ihrem früheren Höchststand im Jahre 1887 dauernd rückläufig war. Auch die Herstellung von Schweißstahl war seit Jahrzehnten im Rückgang begriffen; im Jahre 1913 hatte sie noch 1,2 Mill. t verzeichnet. Im folgenden Jahr dürfte sie etwa auf 1 Mill. t zu veranschlagen sein. In den folgenden Kriegsjahren ging jedoch die Schweißstahlgewinnung folgendermaßen zurück: 1915 auf 958 000 t; 1916 auf 975 000 t; 1917 auf 829 000 t; 1918 auf 657 000 t.

Mit dem Kalenderjahr 1917 tauchte in der englischen Statistik erstmals das Paketierverfahren unter der Bezeichnung „Scrap, Ball and Bushelling Bars“ auf. Hierfür wird folgende Erzeugung ausgewiesen: 1917 rd. 250 000 t, 1918 rd. 360 000 t. Vermutlich ist aber solcher Paketierstahl schon in früheren Jahren hergestellt worden, so daß eine ergänzende Schätzung unten folgt.

Wenn man Flußstahl mit Puddelstahl und Paketierstahl unter dem Oberbegriff „Rohstahl“ zusammenfaßt, errechnet sich folgende Jahreserzeugung (in 1000 metr. t):

Jahr	Flußstahl	Puddelstahl	Paketierstahl	Insgesamt
1913	7786	1226	250 ¹⁾	9 262
1914	7960	1000 ¹⁾	250 ¹⁾	9 210
1915	8687	958	250 ¹⁾	9 895
1916	9136	975	250 ¹⁾	10 361
1917	9872	829	250	10 951
1918	9692	657	360	10 709

¹⁾ Geschätzt.

Demnach ist die Gesamtleistung der englischen Stahlwerke seit 1913 nur um etwa 1,5 Mill. t erhöht worden. Während die Vermehrung der Siemens-Martin-Oefen die Jahreserzeugung von 6 auf 8 Mill. t steigen ließ, gingen die Leistungen der Bessemer-Konverter um 250 000 t und die Erzeugung im Puddel- und Paketierverfahren um 500 000 t zurück.

Im Verlauf des Krieges hat die englische Stahlgewinnung erstmals die Roheisenherzeugung mengenmäßig übertroffen.

Der Schrottverbrauch in den Stahlföfen, der nach H. Niebuhr²⁾ in Friedenszeiten nicht mehr als 30%, in vielen Jahren sogar nur 10 bis 15% des Einsatzes betragen hatte, ist im Verlauf des Weltkrieges bis auf 50% gekommen. Dadurch konnte man fast 1 000 000 t Roheisen ersetzen. Als 1917/18 der Schrottmangel wuchs, griff man zu „Bergungsschrott“ von den französischen Schlachtfeldern.

Besonders große Fortschritte hat im Weltkrieg die Elektrostahlerzeugung gemacht. Während 1913 nur 11 Oefen vorhanden waren, stieg diese Zahl bis 1918 auf 140 an. Das bedeutete eine Zunahme der jährlichen Gewinnung von rd. 10 000 auf 125 000 t.

Granatenstahl-Lieferungen 1915 bis 1918.

Bei Kriegsbeginn hatten nur ein halbes Dutzend Stahlwerke Erfahrung in der Granatenstahl-Herstellung. Nach einer alten Vorschrift mußte, wie F. H. Hatch⁴⁾ ausführt, für Geschoßlieferungen Bessemerstahl verwendet werden. Infolgedessen war der Siemens-Martin-Stahl lange Zeit von solchem Verwendungszweck ausgeschlossen! Das änderte

sich erst im Oktober 1915 insofern, als seitdem auch saurer Siemens-Martin-Stahl mit herangezogen werden durfte. Erst später wurde auch basischer Siemens-Martin-Stahl erlaubt. Gleichzeitig wurden die Größen- und Gewichtsverhältnisse für vorgewalzte Blöcke und Knüppel so vereinheitlicht, daß sie den einzelnen Anforderungen der Granatenherstellung angepaßt waren. Den Umfang der englischen Granatenstahl-Lieferungen gibt F. H. Hatch⁴⁾ wie folgt an (in 1000 metr. t):

Jahr	Englische Erzeugung	Einfuhr	Lieferungen		Gesamt-Lieferungen
			in England	an die Verbündeten	
1915	148,2	—	148,2	64,3	212,5
1916	1164,1	77,4	1241,5	579,3	1820,8
1917	1237,7	597,9	1835,6	536,4	2372,0
1918	892,0	610,4	1502,4	119,4	1621,8

Zeitweilig wurde ein Drittel der Rohblockerzeugung Englands für Granatenstahl verwendet.

Obwohl die Amerikaner ihre alte Gewohnheit, nur Handelsstahl zu machen, nicht gerne aufgaben, haben sie doch an England bis Kriegsende 1,5 Mill. t Granatenstahl geliefert.

Die englischen amtlichen Preise betragen ab Juni 1915 für England £ 15.— ab Werk, für Frankreich £ 14.10.— ab Werk. Vorher hatte der Preis auf £ 17.— gestanden.

Die Preisentwicklung.

Die Preise für Rohstoffe und für Erzeugnisse konnten sich im Weltkrieg in England drei Vierteljahre lang frei bewegen, bis behördliche Eingriffe kamen. Eine gute Uebersicht bieten die Arbeiten von A. Argelander⁵⁾. Für die Preisbewegung in Eisenerz finden sich auch bei Niebuhr²⁾ und Hatch⁴⁾ Angaben.

Für das 30prozentige Cleveland-Erz ab Grube wurden im Jahresdurchschnitt folgende Preise je Tonne bezahlt. 1914: 4/6 sh, 1915: 6/6 sh, 1916: 7/— sh, 1917: 9/— sh, 1918: 11/— sh. Das inländische Hämatiterz lag dagegen ungefähr auf der Höhe der Preise für spanische Rubio-Erze frei Middlesbrough, über die bereits oben berichtet worden ist.

Die Schrottpreise sind gleichfalls kurz nach Kriegsausbruch in Bewegung gekommen. Während man im Sommer 1914 für schweren Stahl- und Schweißstahlschrott 45/— bis 55/— sh gezahlt hatte, kletterte der Schrottpreis im Sommer 1916 auf eine Höhe von 110/— sh und der Schweißstahlschrott erreichte sogar einen Preis von 140/— sh. Im Januar 1917 griff die Regierung durch Festsetzung von Höchstpreisen ein, aber auch danach standen die Schrottpreise etwa auf dem Zweieinhalbfachen der Friedenszeit.

Außer den Rohstoffpreisen bewegten sich in England bis in das zweite Kriegsjahr hinein auch die Erzeugnissepreise völlig frei. Es gab einen Börsenhandel, bei dem das Roheisen den größten Preisschwankungen ausgesetzt war. Im Frühjahr 1915 eilten die Preise für englisches Roheisen schon auf 140% des letzten Friedensstandes zu. Im Januar 1916 überschritt Cleveland-Gießereiroheisen III die Grenze von 90/— sh. Als es noch weiter stieg, wurde ein amtlicher Höchstpreis von 92/6 sh festgesetzt. Der Ausfuhrpreis konnte natürlich darüber hinausgehen (s. Bild 1). Während im Jahre 1914 die Preise für Winkelstahl bei 120/— sh und für Stabstahl bei 130/— sh gelegen hatten, erhöhten sie sich bis Anfang 1916 um rd. 100/— sh, ja 140/— sh bis auf 220/— und 270/— sh. Alsdann setzte man die Höchstpreise fest,

⁵⁾ Die Eisenpreise in England unter dem Kriege. Stahl u. Eisen 38 (1918) S. 145/52. — Die Entwicklung der Eisenpreise in Deutschland, England und den Vereinigten Staaten während des Krieges. Düsseldorf 1919.

und zwar für Winkelstahl auf 222/- sh, für Stabstahl in Handelsgüte auf 274/- sh und für Gütestähle auf 310/- sh, während die Ausfuhrpreise über 360/- sh betragen konnten. Einen ähnlichen Verlauf wie die Winkelstahlpreise nahmen diejenigen für Schiffsbleche. Größere Sprünge machten die Preise für verzinkte Bleche, die gegenüber dem Vorkriegsstand von etwa 220/- sh auf nahezu 580/- sh kletterten; wesentlich hierzu beigetragen hat der Zinkmangel.

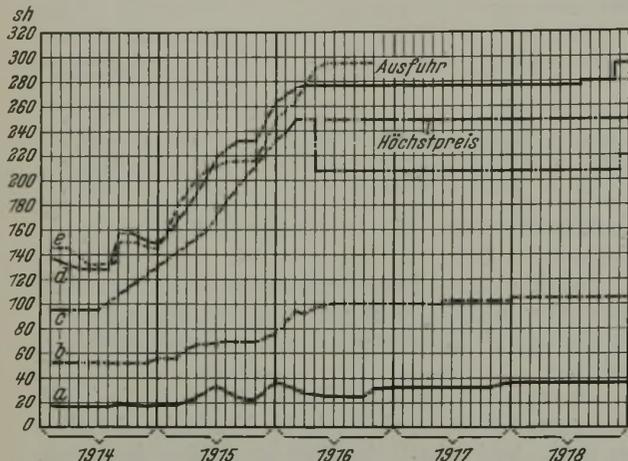


Bild 1. Preise im Weltkriege in England (nach A. Argelander).

- a = Hochofenkoks, Middlesbrough (sh. t zu 907 kg)
 - b = Gießereiroheisen III, Middlesbrough
 - c = Stahlknüppel, Midland
 - d = Stabstahl
 - e = Behälterbleche, Glasgow
- } gr. t zu 1016 kg.

A. Argelander gibt folgende Uebersicht über die Preisentwicklung (Zahlentafel 2):

Zahlentafel 2. Preise im Weltkriege in England.

Stand	Gaskohle Durham	Hoch- ofenkoks Middles- brough	Gießerei- koks New Castle	Gießerei- roheisen III	Stahl- knüppel	Stab- stahl	Be- hälter- bleche
	In Schilling je short ton zu 907 kg			In Schilling je gr. ton zu 1016 kg			
Januar 1914	15/6	18/6	22/6	51/-	95/-	140/0	145/-
1915	12/6	17/9	20/-	56/-	150/-	im April 150/-	150/-
1916	22/-	32/-	36/-	93/-	250/-	268/-	265/-
1917	25/-	30/6	42/6	87/6	207/-	275/-	250/-
1918	?	?	?	95/-	207/-	275/-	250/-
1919	?	?	?	95/-	215/6	295/-	250/-

Zusammenschlußbewegung.

Wie in technischer Hinsicht, so war die englische Eisen- und Stahlindustrie auch in organisatorischer Beziehung rückständig. Der Gedanke der „Reorganisation“ ist bereits in Vorkriegszeiten erwogen worden und begleitete die Entwicklung durch die ganze Kriegs- und Nachkriegszeit bis in die Gegenwart. Während in der deutschen Eisen- und Stahlindustrie der Ausbau zum gemischten Betrieb schon lange die Regel war, trat die englische Eisen- und Stahlindustrie in den Weltkrieg ein, ohne — von Ausnahmen abgesehen — über die zweckdienliche Verbindung mehrerer Betriebsstufen zu verfügen, und ohne die wünschenswerte Selbstversorgung in Eisenerz und Kohle sowie die zweckmäßige Verarbeitung in eigenen Walz- und Hammerwerken zu erreichen. In den Jahren 1916 bis 1918 begann jedoch, auf hohe Kriegsgewinne gestützt, ein vielseitiges Bemühen um Zusammenschlüsse und Verschmelzungen. H. Niebuhr²⁾ gibt eine Anzahl von Beispielen für die damalige Zusammenschlußbewegung. Die Ausdehnung der Unternehmungen erfolgte vor allem zu dem Zweck, im Bergbau Fuß zu fassen und

sowohl im Bezug von Erz als auch von Koks und Kohlen vom Handel unabhängig zu werden und die Selbstversorgung zu betreiben. Daneben kam es zum Zusammenschluß von Hochöfen mit Stahl- und Walzwerken, also zur Entwicklung gemischter Betriebe.

Der Hauptzug der im Kriege herbeigeführten Veränderung ist weniger darin zu erblicken, daß etwa völlig neue Unternehmungen gegründet worden wären, als vielmehr die bestehenden Gesellschaften auszubauen und alle großen Konzerne zu gemischten Betrieben zu entwickeln. Fitzgerald³⁾ hat erklärt, bei Kriegsbeginn im Jahre 1914 habe es noch 100 Roheisenerzeuger, ferner 102 Stahlerzeuger gegeben. Ein wichtiger Grund dafür, daß die Zusammenschlußbewegung nicht mächtiger gewesen sei, habe darin bestanden, daß bis zum Weltkrieg keine Schwierigkeiten zu befürchten waren, auf den freien Märkten reichliche Mengen von Erz und Kohle sowie Roheisen und Halbzeug in guter Beschaffenheit zu vernünftigen Preisen zu bekommen.

Sicherlich hat sich die Zusammenschlußbewegung in der Nachkriegszeit in ungünstigen Geschäftsjahren nicht mit gleicher Stärke fortgesetzt, wie sie im Weltkrieg zu beobachten war. Fitzgerald fügt seiner Angabe hinzu, die für Ende 1914 angegebene Zahl der Roheisen- und Stahlerzeuger habe sich bis 1926 um ein Viertel gesenkt, während gleichzeitig ihre gesamte Leistungsfähigkeit um 50 % gewachsen sei. In der Walzwerksindustrie bestanden nach Fitzgerald 1926 an Betrieben:

- | | |
|-----------------------------|------------------------|
| 28 Platinenwalzwerke, | 22 Träger- und Winkel- |
| 23 Drahtwalzwerke, | stahlwalzwerke, |
| 15 schwere Schienenstraßen, | 31 Blechverzinkereien, |
| 16 Schiffsblechwalzwerke, | 55 Weißblechbetriebe. |
| 23 Kesselblechwalzwerke, | 65 Puddelbetriebe. |

Die Zahl der reinen Walzwerke (re-rollers) blieb in England viel größer als in Deutschland.

Die Zusammenschlußbewegung im Kriege griff über den Bereich der eisenschaffenden Industrie hinaus. Es kam zu Verschmelzungen mit dem Maschinen- und Schiffbau, ferner dem Fahrzeugbau und der Elektroindustrie, nicht zuletzt mit der Waffen- und Munitionsindustrie. Einzelfälle zeigen eine Verbindung mit Handelsunternehmungen und Eisenbahngesellschaften.

Wenn auch auf dem Gebiete der Verschmelzung große Anstrengungen gemacht worden sind, und wenn auch viel gebaut worden ist, so konnte doch die englische Industrie im Weltkrieg weder auf technischem noch auf organisatorischem Gebiete die Ebenbürtigkeit mit der deutschen Stahlindustrie erreichen.

Was die Kartellbildung anlangt, so zählte man im Kriege:

1. die Roheisen-Vereinigung Clevelands,
2. die Roheisen-Kommission der Westküste,
3. die Roheisen-Vereinigung Schottlands,
4. die Roheisen-Vereinigung Süd-Staffordshires,
5. die Ferromangan- und Spiegeleisen-Vereinigung,
6. die Britische Schienen-Vereinigung,
7. die Vereinigung für Straßenbahnschienen,
8. die Britische Träger-Vereinigung,
9. die Walzstahl-Vereinigung der Nordostküste,
10. die Winkelstahl-Vereinigung der Midlands,
11. die Walzstahl-Vereinigung Schottlands,
12. die Vereinigung für Band- und Stabstähle in den Midlands,
13. die Schwarz- und Weißblech-Vereinigung in Südwestwales,
14. die Stabstahl-Vereinigung der Nordostküste,
15. die Stabstahl-Vereinigung in Lancashire,
16. die Stabstahl-Vereinigung in Süd-Yorkshire,
17. die Bandstahl- und Bandstahl-Vereinigung,
18. die Stabstahl-Vereinigung Schottlands,

³⁾ Industrial Combination in England. London 1927.

19. die Grob- und Feinblech-Vereinigung in Wales.
20. die Verzinkerei-, Conference“,
21. die Schmiedestück-Vereinigung,
22. die Schmiedestück-Vereinigung für England und Schottland.
23. die Schmiedestück-Vereinigung für Mittelengland.
24. die Stahlguß-Vereinigung,
25. die Vereinigung für Leichtguß,
26. die Vereinigung für Gußröhren,
27. die Drahtwalzer-Vereinigung,
28. die Britische Stahlröhren-Vereinigung.
29. die Vereinigung nahtloser Stahlröhren,
30. die Radsatz-Vereinigung,
31. sonstige Verbände z. B. für Drahterzeugung, Stahlhochbauten, Graugießereien.

Es ist sicher, daß keiner der Verbände der englischen eisenschaffenden Industrie einen so straffen Aufbau zeigen konnte wie die deutschen Stahlverbände.

Zahlentafel 3. Ausfuhr an Eisen und Stahl in den Jahren 1912 bis 1918 (in 1000 metr. t).

	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918
Roheisen und Eisenlegierungen	1282	1143	793	624	932	746	491
Puddelluppen	5	4	2	2	1	—	—
Schweißeiserne Schmiedestücke	5	6	3	3	1	—	—
Schweißeiserne Stäbe, Winkel, Träger u. ä. Eisen oder Stahl:							
Schienen	419	516	449	257	55	40	27
Schwellen, Unterlagsplatten	112	121	74	57	10	6	10
Sonstiges Eisenbahn-Oberbauzeug	67	74	77	57	27	16	16
Draht	65	62	54	38	25	27	5
Grob- und Mittelbleche (Schiffs-, Behälter- u. a., nicht unter 1/8" stark)	143	136	93	150	178	104	114
Mittel- und Feinbleche (unter 1/8" stark)	75	69	51	99	163	155	117
Schwarzbleche	67	73	58	54	138	13	5
Verzinkte Bleche	670	775	575	291	119	19	9
Panzerplatten	2	2	1	—	—	—	1
Weißbleche	489	503	442	375	327	180	228
Bandstahl	41	47	41	49	67	49	45
Röhren und Verbindungsstücke	182	168	130	105	99	67	59
Rollendes Eisenbahnzeug	39	44	43	15	15	5	9
Achsen u. ä.	26	31	24	24	23	19	19
Stahl:							
Halbzeug	4	5	6	19	89	170	74
Schmiedestücke und Stahlguß	4	2	1	1	1	—	—
Stab-, Winkel- und anderer Formstahl	245	255	205	497	627	435	163
Träger	123	124	123	58	15	3	7
Erzeugnisse der eisenschaffenden Industrie	4209	4299	3336	2857	3028	2120	1442
Gußeiserne Waren	69	82	73	45	36	23	15
Schweißeiserne Waren	68	71	59	36	24	11	7
Drahtwaren	56	57	47	27	29	22	13
Anker, Ketten, Kabel u. ä.	32	35	28	17	22	16	22
Gußeiserne Röhren	224	239	192	121	75	66	52
Nägeln, Bolzen, Schrauben u. ä.	60	56	49	42	46	24	15
Bettgestelle	25	21	15	9	10	4	2
Andere Waren aus Eisen und Stahl	142	153	147	94	78	74	65
Erzeugnisse der eisenverarbeitenden Industrie	676	714	610	391	320	240	191
Eisen und Stahl insgesamt	4885	5013	3946	3248	3348	2360	1633

Der Außenhandel während des Weltkrieges⁷⁾.

Die amtliche englische Statistik gibt für die Ausfuhr von Roheisen, Halbzeug und Walzwerks-Fertigerzeugnissen (siehe auch Zahlentafel 3) folgende Mengen und Werte an:

Jahr	Ausfuhrmenge metr. t	Ausfuhrwert £	Jahr	Ausfuhrmenge metr. t	Ausfuhrwert £
1913	5 048 000	55 351 000	1916	3 348 000	56 674 000
1914	3 946 000	41 668 000	1917	2 360 000	44 828 000
1915	3 248 000	40 406 000	1918	1 633 000	36 843 000

In den Jahren 1915 und 1916 konnten durchschnittlich mit 3,3 Mill. t etwa zwei Drittel der Vorkriegsausfuhr aufrechterhalten werden. Das war angesichts des unerhört vergrößerten Eigenbedarfs eine hohe Leistung. Im Jahre 1916 ist wertmäßig der höchste Vorkriegswert von 55,3 Mill. Pfund noch um eine Million Pfund überflügelt worden. Mit der Verschärfung der Kämpfe im Jahre 1917 ist allerdings die Ausfuhr auf weniger als die Hälfte der Friedensmenge zurückgegangen, und 1918 konnte noch nicht einmal ein Drittel der Vorkriegsausfuhr gehalten werden. Immerhin ist festzustellen, daß kein Land der Welt — außer den Vereinigten Staaten von Nordamerika, die während des Krieges das führende Eisenausfuhrland geworden sind — soviel ausführen konnte wie Großbritannien. Man muß und darf allerdings eine Einschränkung machen, nämlich die, daß sich die obigen Zahlen einer Nachprüfung entziehen.

Zahlentafel 4. Einfuhr an Erzen, Schrott, Eisen und Stahl in den Jahren 1912 bis 1918 (in 1000 metr. t).

	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918
Eisenerze, manganhaltige	166	215	168	141	83	137	126
Eisenerze, sonstige	6542	7347	5628	6155	6962	6152	6561
Manganerze	394	611	487	379	448	336	372
Eisenkies	921	794	816	917	965	868	850
Alteisen (ausgenommen Schienen)	64	125	112	115	100	24	6
Roheisen:							
Stahlisen	16	30	65	47	23	49	64
Puddel- und Gießerei-Hämatit-	68	48	53	106	110	78	31
Eisenlegierungen	88	109	86	26	2	18	12
Halbzeug:							
Rohblöcke	34	46	21	18	18	6	1
Vorblöcke, Knüppel für Bleche und Weißbleche	573	522	304	435	149	59	20
Stäbe, Winkel u. ä. aus Schweißeisen	279	352	282	13	3	1	—
Stahl:							
Stäbe, Winkel, kleiner Formstahl	167	203	132	47	45	28	15
Träger	411	136	107	95	92	63	27
Bandstahl	119	111	70	2	2	3	—
Röhren aus Schmiedeeisen	56	73	57	70	33	10	1
Bleche nicht unter 1/8" stark	34	54	34	45	33	16	1
Bleche unter 1/8" stark	76	137	103	18	13	8	66
Draht	26	35	19	13	27	10	1
Drahtstäbe	50	55	45	42	29	19	20
Drahtstäbe	100	97	78	87	77	57	21
Summe vorgenannter Eisen- und Stahl-erzeugnisse	1847	2040	1479	1082	680	439	305
Eisen und Stahl insgesamt (ohne Erze und Alteisen)	2029	2267	1644	1196	785	504	342

Anders steht es um die Einfuhr an Eisen und Stahl nach England (Zahlentafel 4). Die amtlichen Anschreibungen weisen hier einen schweren Mangel auf. H. Niebuhr

⁷⁾ Vgl. auch Reichert, J. W.: Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 969/79.

gibt nach F. H. Hatch die Einfuhrmenge amerikanischen und kanadischen Granatenstahls in den beiden Jahren 1917 und 1918 mit je rd. 600 000 t gegen 77 400 t im Jahre 1916 an. Auffälligerweise sind diese Mengen in der englischen Einfuhrstatistik überhaupt nicht verzeichnet. Nach den veröffentlichten Anschreibungen betrug vielmehr die Einfuhr an Eisen und Stahl in England:

Jahr	Einfuhrmenge metr. t	Einfuhrwert £	Jahr	Einfuhrmenge metr. t	Einfuhrwert £
1913	2 267 000	15 890 000	1916	785 000	11 214 000
1914	1 644 000	10 877 000	1917	504 000	10 783 000
1915	1 196 000	10 806 000	1918	342 000	9 708 000

Hiernach soll die ganze Einfuhr aller Eisen- und Stahl-erzeugnisse bereits 1917 auf eine Menge von rd. 500 000 t und 1918 sogar auf 342 000 t gefallen sein. Aber die Granatenstahleinfuhr allein hat in beiden Jahren, wie erwähnt, 600 000 t überschritten. Offensichtlich hat die englische Regierung in ihrer Handelsstatistik die Einfuhr ausgesprochenen Kriegsgeräts nicht aufgenommen. Ob sie in der Ausfuhr das gleiche Verfahren beobachtet hat, ist zu bezweifeln.

Rückblick.

Die englische Eisen- und Stahlindustrie hat während des Weltkrieges ihre Aufgabe, den Heeren der Feindbündmächte genügende Mengen an Eisen und Stahl zur Verfügung zu stellen, nicht erfüllt. Wenn die Industrie der Vereinigten Staaten von Amerika nicht zugunsten der Westmächte eingesprungen wäre, hätten die Feinde die Waffen strecken müssen. Die englischen Staatsmänner richteten im vierten Kriegsjahre, wie Dr. Helfferich in seinem Buche über den Weltkrieg schreibt, dringende Hilferufe an Amerika, zur Ersparung von Frachtraum „Stahl statt Erze und Granaten statt Stahl zu schicken“.

Ueber welch unermeßlichen Frachtraum England in Friedenszeiten hatte verfügen können, kann man gleichfalls bei Helfferich nachlesen. Von einer Gesamtausfuhrmenge des Jahres 1913 in Höhe von rd. 92 Mill. t entfielen auf die Kohlenausfuhr allein rd. 78 Mill. t, auf alle anderen Güter nur rd. 14 Mill. t. Dieser gewaltige Schiffsraum ist in der Einfuhr bei weitem nicht ausgenutzt worden. Die englische Gesamteinfuhr stellte 1913 eine Menge von rd. 57 Mill. t. Davon kamen auf Nahrungs- und Genußmittel rd. 20 Mill. t, auf Holz nahezu 16 Mill. t, auf Eisenerz 7,5 Mill. t, auf alle anderen Waren zusammen rd. 13,5 Mill. t. Bei der Einfuhr war der Schiffsraum demnach nur zu 60% ausgenutzt.

Es hatte also in der ersten Kriegszeit nicht an Schiffsraum gefehlt, um mehr Erze, Schrott, Roheisen usw. für die englische Eisenindustrie zu holen. Aber weder war der Bergbau fremder Länder auf solche Mehrlieferungen vorbereitet, noch deren Hochofenwerke usw. Im Innern aber fehlte es an den gleichen Möglichkeiten stärkerer Erz- und Eisenversorgung. Engpässe der Kriegswirtschaft waren nicht allein die furchtbare Not an Arbeitskräften, sondern auch die mangelnde Leistungsfähigkeit der Binnenverkehrswege, ferner der Koksöfen, dann der Hochofen- und Stahlwerke, nicht zuletzt die mangelnde Erfahrung in der Anwendung des basischen Verhüttungsverfahrens und in sonstiger Rückständigkeit.

Daß der deutsche Seekrieg mit dem Einsatz an U-Booten, Minen, Hilfskreuzern und Zerstörern, ja schließlich der Hauptkräfte unserer Kriegsmarine England nahe an den Abgrund gebracht hat, wissen wir längst. Ebenso ist es bekannt, daß ohne Hilfe zahlloser amerikanischer Regimenter wie amerikanischer Kriegsmittel die Feindbündmächte verloren gewesen wären.

(Ueber die Stahlwirtschaft Großbritanniens im gegenwärtigen Kriege soll bald eine weitere Betrachtung folgen.)

Abhängigkeit des Abbrandes von der Zusammensetzung der Gasatmosphäre, der Wärmdauer, der Wärmtemperatur und der Gasgeschwindigkeit.

Von Robert Bourgraff in Saarbrücken.

[Mitteilung Nr. 278 der Wärmestelle des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute. — Schluß von Seite 137.]

F. Physikalische Eigenschaften des Abbrandes.

L. B. Pfeil⁶⁾ unterscheidet in seiner Abhandlung über die Verzunderung von Stahl in technischen Atmosphären drei Abbrandschichten. Die Außenschicht, die rd. 10% des Abbrandes darstellt, ist glasartig und hat eine glatte Oberfläche. Sie ist sehr sauerstoffreich und hat die Zusammensetzung 21,3% FeO und 78,7% Fe₂O₃. Die mittlere Schicht, die etwa 50% des Abbrandes beträgt, hat kristallines Gefüge. Die mittlere Zusammensetzung dieser Schicht ist 71,4% FeO und 28,6% Fe₂O₃. Die innere Schicht ist sehr porig und hat makrokristallines Gefüge. Der Eisenoxydgehalt dieser Schicht beträgt 84,1% bei einem Eisenoxydgehalt von 15,9%. Diese Schicht haftet zum Teil an der mittleren oder am Eisenkern, zum Teil zerfällt sie vollständig.

Zur Erklärung des Abbrandvorganges hat Pfeil eine ganze Reihe von Versuchen gemacht, aus welchen er folgert, daß das Eisen durch die Abbrandschicht hindurch diffundiert und an der Grenzschicht mit der Atmosphäre in Reaktion tritt. Das Eisen soll sich in der Schicht zwischen dem Eisenkern und dem Abbrand lösen und eine eisenreiche Lösung im Abbrand bilden. Die äußere und mittlere Ab-

brandschicht ist nach Pfeil unabhängig von der Stahlzusammensetzung, während die innere Schicht von ihr beeinflußt wird. Die innere Seite der mittleren Schicht zeigt die Umrisse der Ausgangsstahlprobe. Die innere Schicht ist als eine Verbindung in Form einer porigen Zwischenschicht zwischen Abbrand und Eisen anzusehen. Die Eisendiffusion soll mit der Oxydationsstärke gleichlaufend sein.

An Hand der vorliegenden Versuche ist der von Pfeil aufgestellten und mit zahlreichen Beispielen bewiesenen Theorie, daß das Eisen durch den Abbrand bis zur Grenzschicht Abbrand-Atmosphäre diffundiert und sich dort mit dem Sauerstoff zu Eisenoxydul bzw. Eisenoxyd verbindet, zuzustimmen. Vor allem deutet die innere, porige Abbrandschicht darauf hin, daß an dieser Stelle das Eisen in Lösung gegangen ist. Angenommen, die Abbrandbildung würde auf dem entgegengesetzten Wege vor sich gehen, und zwar dadurch, daß die Atmosphäre durch die Abbrandschicht zum Eisenkern hindurch diffundieren würde, dann müßte sich an Stelle der inneren porigen Schicht eine grobkristalline Masse vorfinden, die sich auf den gesamten Abbrand ausdehnen würde. Es könnten sich in diesem Falle keine physikalisch-trennbaren Schichten bilden. Die Kristallbildung der äußeren Schicht bestätigt ebenfalls die An-

⁶⁾ Schrifttum Nr. 39 u. 52.

nahme der Diffusion des Eisens vom Stahlkern nach außen, denn es ist deutlich zu ersehen, daß die einzelnen Kristalle in die Gasatmosphäre und nicht in Richtung des Eisenblöckchens wachsen. Etwaige in die Eisenproben eingekerbte Erkennungszeichen, wie z. B. Probennummer, waren auf der äußeren Abbrandschicht nicht zu sehen, während sie in der inneren Schicht deutlich in ihren ursprünglichen Ausmaßen zu erkennen waren. Wie bereits oben erwähnt, wurden die einzelnen Proben auf ein Drahtgestell im Ofen gelegt, um eine vollständige Gasumspülung zu erreichen. Nach dem Versuch war die äußere Abbrandschicht vollständig über die beiden Auflagedrähte gewachsen, so daß eine Entfernung der Drähte nur durch Zerstören dieser Schicht möglich war.

Versuchsgruppe I:

1. Abbrand in einer Kohlensäure-Stickstoff-Atmosphäre (Bild 25).

Bei den Abbrandversuchen in einer Kohlensäure-Stickstoff-Atmosphäre bildete sich der Abbrand in zwei physikalisch verschiedenen Schichten aus. Die dunklere amorphe Schicht ist die auf dem Eisenkern aufliegende, während die hellere äußere Schicht ein grobkristallines Gefüge hat. Bei starker Abbrandbildung kann die obere Schicht aus zwei Kristallagen bestehen, wovon die äußere viel gröbere Kristalle als die innere zeigt. Diese Feststellung konnte besonders bei höheren Temperaturen und langen Wärmdauern gemacht werden. Die innere, den Eisenkern umhüllende Abbrandschicht bildet bei geringen Versuchszeiten nur einen dünnen Hauch, der fest am Eisen haftet. Bei stärkerer Ausbildung läßt sich diese Schicht sehr leicht sowohl vom Eisenkern als auch von der äußeren Schicht trennen. Sie hat nur

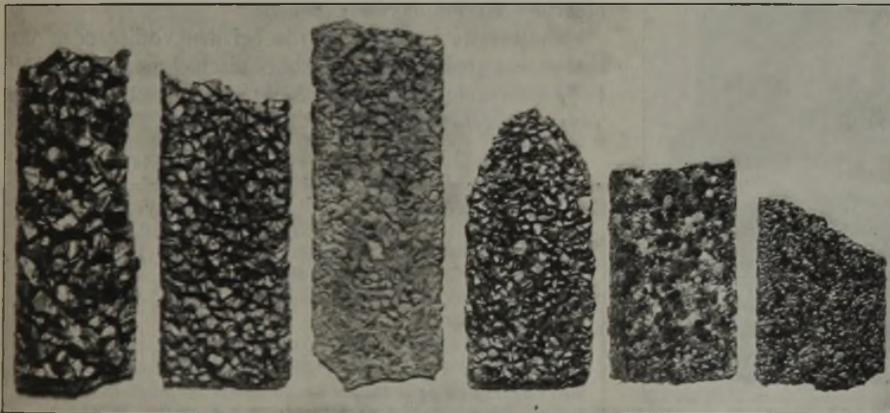


Bild 25. Abbrand in einer 100 %-Kohlensäure-Atmosphäre bei verschiedenen Temperaturen. Versuchsdauer 2 h.

eine geringe Festigkeit, so daß sie sehr leicht abbröckelt. Die äußere, kristalline Schicht dagegen ist sehr widerstandsfähig. Die chemische Zusammensetzung der beiden Schichten schwankt mit der Temperatur. Bei einem Versuch, der bei 1300° durchgeführt wurde, hatten die beiden Schichten folgende Zusammensetzung.

Außere Schicht: 74,22% Fe; 74,01% FeO; 23,79% Fe₂O₃.
Innere Schicht: 75,68% Fe; 81,52% FeO; 17,53% Fe₂O₃.

Der Unterschied im Sauerstoffgehalt der beiden Schichten ist augenfällig, jedoch nicht so stark wie bei den Versuchen von Pfeil. Dies findet seine Erklärung darin, daß Pfeil mit Atmosphären gearbeitet hat, die reich an freiem Sauerstoff waren, während die vorliegenden Versuche mit Kohlensäure-Stickstoff-Gemischen durchgeführt wurden.

2. Abbrand in einer Sauerstoff-Stickstoff-Atmosphäre (Bild 26).

Während der Abbrand in einer Kohlensäure-Stickstoff-Atmosphäre in der oberen Schicht stets kristallines Gefüge

zeigte, ändert sich das Aussehen des Abbrandes in einer Sauerstoff-Stickstoff-Atmosphäre mit der Sauerstoffkonzentration und der Temperatur.

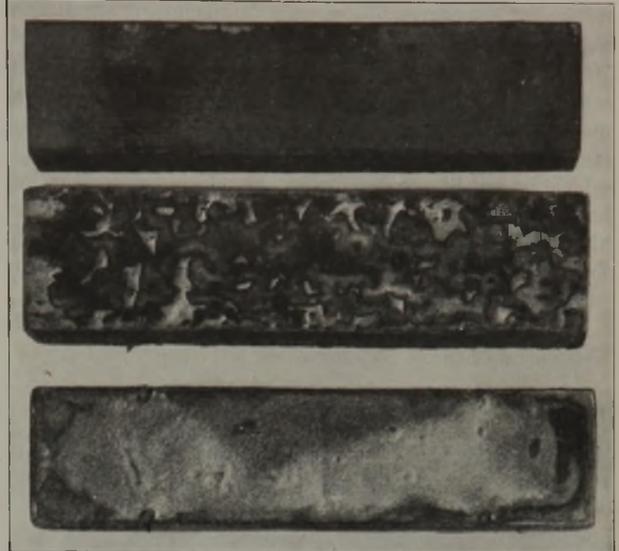


Bild 26. Abbrand in einer Sauerstoff-Stickstoff-Atmosphäre mit 50 % O₂ bei verschiedenen Temperaturen. Versuchsdauer 2 h.

Der in einer 100%-Sauerstoff-Atmosphäre sich bildende Abbrand besteht aus 3 oder 4 Schichten.

Die beiden oberen Schichten sind glashart und haften so fest aneinander, daß eine Trennung äußerst schwierig ist. Das Aussehen dieser beiden Schichten läßt vermuten, daß bei der Abbrandbildung vorübergehend ein Schmelzen eintritt, das durch die Wärmeentwicklung beim Verbrennen des Eisens mit Sauerstoff hervorgerufen wird.

Die beiden äußeren Abbrandschichten in einer Sauerstoff-Stickstoff-Atmosphäre mit 50 % O₂ ändern ihr Aussehen mit der Temperatur. Bis zu einer Temperatur von 1000° haben diese beiden Schichten die Form von Blättchen oder Blasen. Bei 1100° sind die Schichten 1 und 2 glasartig, ähnlich dem Abbrand in einer Sauerstoffatmosphäre.

Der Abbrand in Luft und in noch sauerstoffärmeren

Atmosphären sieht dem in einer 50%-Sauerstoff- und 50%-Stickstoff-Atmosphäre entstandenen Abbrand ähnlich.

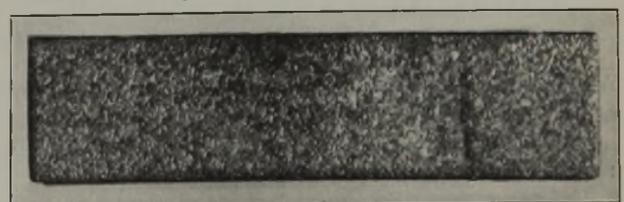


Bild 27. Abbrand in einer 100 %-Wasserdampf-Atmosphäre. Versuchstemperatur 1400°. Versuchsdauer 2 h.

3. Abbrand in einer Wasserdampf-Stickstoff-Atmosphäre (Bild 27).

Der Abbrand in einer Wasserdampf-Stickstoff-Atmosphäre unterscheidet sich nur ganz unwesentlich von demjenigen in einer Kohlensäure-Stickstoff-Atmosphäre dadurch, daß bei letzteren die Ausbildung der Oktaederflächen der einzelnen Kristalle der oberen Abbrandschicht stärker hervortritt.

4. Abbrand in einer Schwefeldioxyd-Stickstoff-Atmosphäre (Bild 28).

Der Abbrand in einer Schwefeldioxyd-Stickstoff-Atmosphäre ist grundverschieden von demjenigen in sämtlichen anderen Atmosphären. Bei den Versuchstemperaturen bis 700° bildet sich auf der Probe eine dünne schwarze Abbrand-schicht. Bei 800° ist die Probe mit einer rotbraun schimmernden samtartigen Haut überzogen, und bei 960° tritt eine starke, unregelmäßige Abbrandbildung ein. Die Abbrand-schicht ist mit Blasen durchsetzt. Es bilden sich keine trennbaren Schichten, sondern der ganze Abbrand deutet darauf hin, daß sich die Masse während des Versuches in teigigem Zustande befand, und daß sich in der Kernmasse Gase entwickelt haben, die nur zum Teil entweichen konnten.

Die Abbrandbildung bei geringeren Schwefeldioxyd-Konzentrationen ist derjenigen bei 100% SO₂ gleich.

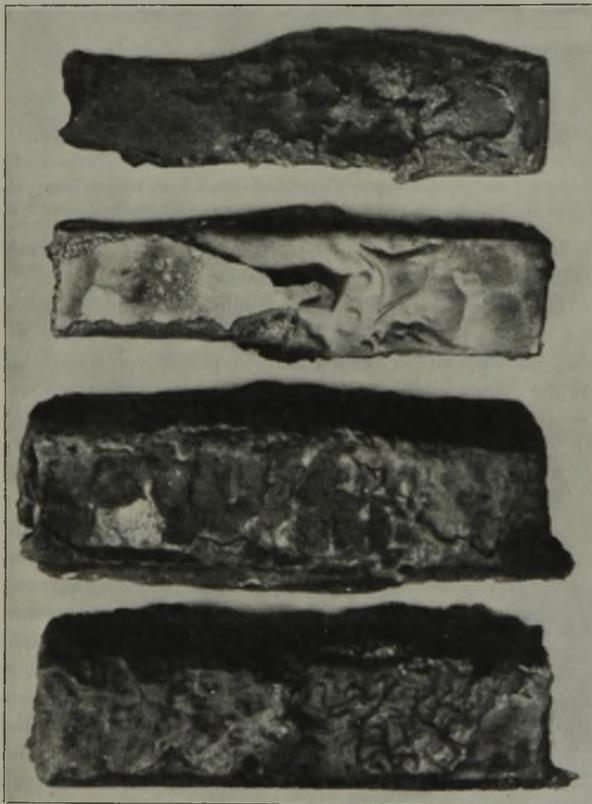


Bild 28. Abbrand in einer 100%-Schwefeldioxyd-Atmosphäre. Versuchstemperatur 960°. Versuchsdauer 10 min, 40 min, 1,5 h und 4 h.

Versuchsgruppe II:

1. Abbrand in einer Kohlensäure-Sauerstoff-Atmosphäre.

An sämtlichen Proben von 900 bis 1200° ist die Einwirkung von Sauerstoff auf das Aussehen des Abbrandes bemerkbar. Die Kristallbildung wird stark unterdrückt und bildet sich sogar in einer 80%-Kohlensäure-20%-Sauerstoff-Atmosphäre nur mangelhaft aus.

2. Abbrand in einer Kohlensäure-Wasserdampf-Atmosphäre.

Die Eigenart des Abbrandes in einer Atmosphäre von Kohlensäure oder Wasserdampf, die in der Ausbildung von Oktaederkristallen besteht, bleibt bei einer aus diesen beiden Gasen gemischten Atmosphäre erhalten.

3. Abbrand in einer Sauerstoff-Wasserdampf-Atmosphäre.

Die Einwirkung des Sauerstoffanteiles der Atmosphäre kommt auch hier genau wie in den Sauerstoff-Kohlensäure-

Atmosphären klar zum Vorschein. Die Oberfläche des Abbrandes ist glasartig, nur die Unebenheiten deuten auf die unterdrückte Ausbildung der Oktaederkristalle hin.

Versuchsgruppe III:

Der Abbrand in Atmosphären von CO-CO₂ und H₂-H₂O unterscheidet sich nicht von demjenigen in einer entsprechenden Atmosphäre von CO₂-N₂ oder H₂O-N₂.

Versuchsgruppe IV:

Beim Luftfaktor 0,6 ist der geringere Angriff der Atmosphäre zu erkennen. Beim Luftfaktor 1,0 kommt die Einwirkung von Kohlensäure und Wasserstoff in der Ausbildung der Oktaederkristalle zum Vorschein, und beim Luftfaktor 1,4 macht sich der Sauerstoffgehalt der Atmosphären in der glasartigen Ausbildung der oberen Abbrand-schicht bemerkbar. Der Einfluß der Gasfeuchtigkeit auf das Aussehen des Abbrandes ist nicht erkennbar.

Versuchsgruppe V:

Wie bereits ausgeführt, ist kein Einfluß der Gasgeschwindigkeit auf die Abbrandmengen bei den Gasgeschwindigkeiten 0,8 bis 8,0 m/min festzustellen. Auch in seinen physikalischen Eigenschaften ist der Abbrand einer Atmosphäre bei verschiedenen Gasgeschwindigkeiten vollkommen gleich.

G. Chemische Zusammensetzung des Abbrandes.

W. Heiligenstaedt³⁾ hat den Sauerstoffgehalt des Abbrandes für verschiedene Temperaturen und verschiedene Stahlsorten bei reduzierenden und oxydierenden Atmosphären ermittelt. Aus diesen Versuchen sieht man, daß die Sauerstoffaufnahme bei reduzierenden Atmosphären niedriger als bei oxydierenden ist.

Wie bereits erwähnt, wurde bei den vorliegenden Versuchen ein großer Teil der Abbrandsschichten auf Fe, Fe^{II}, Fe^{III} untersucht. Zahlentafel I gibt eine kurze Uebersicht der Versuchsergebnisse.

Zahlentafel 1. Versuchsergebnisse.

Versuchsgruppe I.				
Atmosphäre	Fe	FeII	FeIII	Fe (FeS)
100% CO ₂	75,92	60,54	15,38	—
100% O ₂	74,20	46,50	27,70	—
100% H ₂ O	76,87	62,70	14,17	—
100% SO ₂	75,90	59,10	13,60	3,20
Versuchsgruppe II.				
Atmosphäre	Fe	FeII	FeIII	
20% CO ₂ — 80% O ₂	76,30	49,50	26,80	
20% CO ₂ — 80% H ₂ O	76,80	62,00	14,80	
20% O ₂ — 80% H ₂ O	76,02	58,50	17,52	
Versuchsgruppe III.				
Atmosphäre	Fe	FeII	FeIII	
10% CO — 90% CO ₂	76,77	61,00	15,77	
30% H ₂ — 70% H ₂ O	76,80	66,00	10,80	
Versuchsgruppe IV.				
Atmosphäre	Fe	FeII	FeIII	
Hochofengas Luftfaktor 0,6	76,23	59,04	16,19	
Koksofengas Luftfaktor 0,6	74,40	62,00	12,40	
Generatorgas Luftfaktor 0,6	74,80	58,00	16,80	
Versuchsgruppe V.				
Atmosphäre und Gasgeschwindigkeit	Fe	FeII	FeIII	
Luft 3 m/min	76,68	38,60	38,08	
Luft 5 m/min	74,89	36,40	38,49	
Luft 8 m/min	76,38	39,20	37,18	

Aus sämtlichen Analysen geht die grundsätzliche Erkenntnis hervor, daß sauerstoffhaltige Atmosphären einen eisenoxydreichereren Abbrand bilden als die reinen H₂O-N₂- oder CO₂-N₂-Atmosphären oder deren Gemische.

Zusammenfassung.

In der vorliegenden Arbeit ist versucht worden, den temperatur- und wärmdauerabhängigen Abbrand von

- I. einfachen oxydierenden Atmosphären,
 - II. kombinierten oxydierenden Atmosphären,
 - III. kombinierten oxydierend-reduzierenden Atmosphären,
 - IV. technischen Atmosphären
- zu erfassen. Weiter ist die Abhängigkeit des Abbrandes von der Gasgeschwindigkeit festgestellt worden.

Nach eingehender Beschreibung der Versuchseinrichtung und Auswertung der Versuche wird an Hand der Ergebnisse in einfachen Atmosphären die Abbrandbildung in komplexen Atmosphären errechnet. Die rechnerische Ermittlung des Abbrandes bei veränderter Versuchstemperatur wird ebenfalls geprüft.

Zum Schlusse wurde die physikalische und chemische Eigenschaft des Abbrandes bei den einzelnen Atmosphären besprochen.

Schrifttum.

1. Emmons, J. V.: The surfaces decarbonization of tool steel. Trans. Amer. Inst. min. metallurg. Engrs. 50 (1915) S. 405/23.
2. Oberhoffer, P., und K. d'Huart: Beiträge zur Kenntnis oxydischer Schlackeneinschlüsse sowie der Desoxydationsvorgänge im Flußeisen. Stahl u. Eisen 39 (1919) S. 165/69, 196/202.
3. Tammann, G.: Anlauffarben von Metallen. Z. anorg. allg. Chem. 111 (1920) S. 78/89.
4. Chaudron, G.: Réactions réversibles de l'oxyde de carbone sur les oxydes de fer. C. R. Acad. Sci., Paris, 172 (1921) S. 152/55.
5. Chaudron, G.: Untersuchung der umkehrbaren Einwirkung des Wasserstoffs und des Kohlenoxyds auf Metalloxyde. Ann. Chim. 16 (1921) S. 221/81; nach Chem. Zbl. 93 (1922) III. S. 116/17.
6. McCance, A.: Erörterungsbeitrag zu J. E. Stead: Solid solution of oxygen in iron, und H. J. Whiteley: Cupric etching effects produced by phosphorus and oxygen in iron. J. Iron Steel Inst. 103 (1921) S. 271/294, besonders S. 292/94.
7. Scott, H.: The oxidation of carbon tool steel on heating in air. Chem. metall. Engng. 25 (1921) S. 72/74.
8. McCormick, G. C.: Furnace atmospheres and their relation to the formation of scale. Trans. Amer. Soc. Steel Treat. 2 (1921/22) S. 1006/12.
9. Dickenson, J. H. S.: The flow of steels at a red heat. Engineering 114 (1922) S. 326/29, 339, 378/79; vgl. Stahl u. Eisen 43 (1923) S. 202/03.
10. Ehn, E. W.: Influence of dissolved oxides on carburising and hardening qualities of steel. J. Iron Steel Inst. 105 (1922) S. 157/200; vgl. Stahl u. Eisen 42 (1922) S. 1435/36.
11. McCormick, G. C.: Furnace atmospheres form scale. Iron Trade Rev. 71 (1922) S. 854/55.
12. Mond, R. L., und A. E. Wallis: Die Einwirkung von Stickoxyd auf Metallcarbonyl. J. chem. Soc. 121 (1922) S. 29/32; nach Chem. Zbl. 93 (1922) III, S. 133.
13. Tammann, G.: Ueber die Diffusion des Kohlenstoffes in Metalle und die Mischkristalle des Eisens. (Nach von K. Schönert ausgeführten Versuchen.) Stahl u. Eisen 42 (1922) S. 654/59.
14. Tammann, G., und W. Köster: Die Geschwindigkeit der Einwirkung von Sauerstoff, Schwefelwasserstoff und Halogenen auf Metalle. Z. anorg. allg. Chem. 123 (1922) S. 196/224.
15. Tammann, G., und K. Schönert: Ueber die Diffusion des Kohlenstoffes in Metalle und in die Mischkristalle des Eisens. Z. anorg. allg. Chem. 122 (1922) S. 27/43.
16. Oberhoffer, P., und A. Heger: Zerstorbarkeit des Primärgefüges in technischen Eisensorten. Stahl u. Eisen 43 (1923) S. 1151/55, 1474/76.
17. Pilling, N. B., und R. E. Bedworth: Die Oxydation von Metallen bei hohen Temperaturen. J. Inst. Met. 29 (1923) S. 529/91; nach Chem. Zbl. 95 (1924) I, S. 579.
18. Schröder, E., und G. Tammann: Die Geschwindigkeit der Einwirkung von Sauerstoff, Stickoxyd und Stickoxydul auf Metalle. Z. anorg. allg. Chem. 128 (1923) S. 179/206.
19. Schulz, E. H., und P. Niemyer: Ueber die Randentkohlung beim Glühen von Stahl. Mitt. Versuchs-Anst. Dortmund. Union 1 (1923) S. 110/19.
20. Eastman, E. D., und M. R. Evans: Gleichgewichtsbeziehungen der Eisenoxyde. J. Amer. chem. Soc. 46 (1924) S. 888/903; nach Chem. Zbl. 95 (1924) II, S. 21.
21. Houdremont, E., und H. Kallen: Randentkohlung im Stahl. Stahl u. Eisen 45 (1925) S. 587/88.
22. Oberhoffer, P.: Zur Kenntnis der Primärätzung. Stahl u. Eisen 45 (1925) S. 223/24.
23. Tammann, G., und G. Siebel: Die Anlauffarben auf Eisen-Kohlenstoff-Legierungen und auf den Eisenmischkristallen: Fe-Ni; Fe-V; Fe-Al. Z. anorg. allg. Chem. 148 (1925) S. 297/312.
24. Dunn, J. S.: Die Oxydation der Metalle bei hoher Temperatur. Proc. roy. Soc., Lond., Ser. A, 111 (1926) S. 203/09; nach Chem. Zbl. 97 (1926) II, S. 369.
25. Fedotjeff, P. P., und T. N. Petrenko: Ueber den Mechanismus der Oxydation des Eisens mit Wasserdampf, Luft und Kohlensäure bei hohen Temperaturen. Z. anorg. allg. Chem. 157 (1926) S. 165/72.
26. Vernon, W. H. J.: Die Bildung schützender Oxydfilme auf Kupfer und Messing an der Luft bei verschiedenen Temperaturen. J. chem. Soc., 1926. S. 2273/82; nach Chem. Zbl. 98 (1927) I, S. 2291/92.
27. Constable, F. H.: Spektrophotometrische Beobachtungen über das Wachsen von Oxydfilmen auf Eisen, Nickel und Kupfer. Proc. roy. Soc., Lond., Ser. A, 117 (1927) S. 376/87; nach Chem. Zbl. 99 (1928) I, S. 1262/63.
28. Hatfield, W. H.: Heat-resisting steels. J. Iron Steel Inst. 115 (1927) S. 483/522; vgl. Stahl u. Eisen 47 (1927) S. 1583/85.
29. Rapatz, F., und H. Pollack: Ueber den Einfluß der verschiedenen Verbrennungsgase auf Zundern und Entkohlern. Ber. Werkstoffaussch. VDEh. Nr. 99 (1927).
30. Schenck, R.: Gleichgewichtsuntersuchungen über die Reduktions-, Oxydations- und Kohlunsvorgänge beim Eisen. I. Z. anorg. allg. Chem. 164 (1927) S. 145/85.
31. Schenck, R., und Th. Dingmann: Gleichgewichtsuntersuchungen über die Reduktions-, Oxydations- und Kohlunsvorgänge beim Eisen. III. Z. anorg. allg. Chem. 166 (1927) S. 113/54.
32. Schenck, R.: Gleichgewichtsuntersuchungen über die Reduktions-, Oxydations- und Kohlunsvorgänge beim Eisen. IV. Z. anorg. allg. Chem. 167 (1927) S. 254/314.
33. Sykes, W. P.: Carburizing iron by mixtures of hydrogen and methane. Trans. Amer. Soc. Steel Treat. 12 (1927) S. 737/58; vgl. Stahl u. Eisen 48 (1928) S. 1339.
34. Oberhoffer, P., H. J. Schiffler und W. Hessenbruch: Sauerstoff in Eisen und Stahl. Arch. Eisenhüttenw. 1 (1927/28) S. 57/68 (Werkstoffaussch. 108).
35. Schulz, E. H., und W. Hülsbruch: Ueber die Randentkohlung von Kohlenstoffstählen. Arch. Eisenhüttenw. 1 (1927/28) S. 225/40 (Werkstoffaussch. 111).
36. Tammann, G., und K. Bochow: Vergleich der Oxydschichtdicke, bestimmt durch Anlauffarben und durch Wägung. Z. anorg. allg. Chem. 169 (1928) S. 42/50.
37. Feitknecht, W.: Ueber die Oxydation des Kupfers bei hoher Temperatur. Z. Elektrochem. 35 (1929) S. 142/51.
38. Guthrie, R. G.: The effect of furnace atmospheres on steel. Trans. Amer. Soc. Steel Treat. 15 (1929) S. 96/116.
39. Pfeil, L. B.: The oxidation of iron and steel at high temperatures. J. Iron Steel Inst. 119 (1929) S. 501/60; vgl. Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 1238/39.
40. Stassinot, Th.: Elektrische Glühanlagen. Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 1509/18 (Walzw.-Aussch. 70).
41. Wasmuth, R., und P. Oberhoffer: Ein Beitrag zur Kenntnis der Ehnischen Zementationsprobe. Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 74/77.
42. Zingg, E., P. Oberhoffer und E. Piwowarsky: Der Einfluß des Herstellungsverfahrens und der Glühatmosphäre auf das Randgefüge der Werkzeugstähle. Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 721/25, 762/68.
43. Bardenheuer, P.: Das Wachsen von Gußeisen nach dem Stande der bisher vorliegenden Forschungsergebnisse. Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 71/76 (Werkstoffaussch. 158).
44. Becker, M. L.: Carburising and graphitising reactions between iron-carbon alloys, carbon monoxide and carbon dioxide. J. Iron Steel Inst. 121 (1930) S. 337/61; vgl. Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 1037/38.
45. Emmet, P. H., und J. F. Schultz: Gleichgewicht in dem System Fe-H-O. J. Amer. chem. Soc. 52 (1930) S. 4268/85; nach Chem. Zbl. 102 (1931) I, S. 1058/59.

46. Jominy, W. E., und D. W. Murphy: Scaling of steel at forging temperatures. *Trans. Amer. Soc. Steel Treat.* 18 (1930) S. 19/57.
47. Blackburn, W. H., und J. W. Cobb: The influence of atmosphere on the scaling of mild steel. *Blast Furn.* 19 (1931) S. 273/76.
48. Fritz, J., und F. Bornefeld: Ueber die Bestimmung der Korrosionsbeständigkeit metallischer Werkstoffe bei hohen Temperaturen. *Krupp. Mh.* 12 (1931) S. 237/41.
49. Hengstenberg, O., und F. Bornefeld: Die an hitzebeständige metallische Werkstoffe zu stellenden Anforderungen und ihre Prüfung. *Krupp. Mh.* 12 (1931) S. 153/58.
50. Klein, E. H.: Die Beurteilung der Rindentkohlung bei gleichzeitiger Verzunderung. *Stahl u. Eisen* 51 (1931) S. 1066.
51. Murphy, D. W., und W. E. Jominy: The influence of atmosphere and temperature on the behavior of steel in forging furnaces. *Engng. Res. Bull. Ann Arbor* Nr. 21 (1931) 148 S.; vgl. *Stahl u. Eisen* 57 (1937) S. 43/46.
52. Pfeil, L. B.: The constitution of scale. *J. Iron Steel Inst.* 123 (1931) S. 237/58; vgl. *Stahl u. Eisen* 51 (1931) S. 948/49.
53. Murphy, D. W., W. P. Wood und W. E. Jominy: Scaling of steel at elevated temperatures by reaction with gases and the properties of the resulting oxides. *Trans. Amer. Soc. Steel Treat.* 19 (1931/32) S. 193/232.
54. Berliner, J. F. T.: Controlled atmospheres for annealing and welding. *Metal Progr.* 21 (1932) Nr. 4, S. 39/43.
55. Bramley, A., und K. F. Allen: The loss of carbon from iron and steel when heated in decarburising gases. *Engineering* 133 (1932) S. 92/94, 123/26, 229/31, 305/06.
56. Gillett, H. W.: The resistance of copper and its alloys to repeated stress. *Metals & Alloys* 3 (1932) S. 200/04, 236/38, 257/62, 275/80.
57. Gough, H. J.: Corrosion-fatigue of metals. *J. Inst. Met.* 49 (1932) S. 47/92.
58. Gough, H. J.: Atmospheric action as a factor in fatigue of metals. *J. Inst. Met.* 49 (1932) S. 93/122.
59. Murphy, D. W.: The behavior of steel at forging temperatures with respect to scaling losses. *Iron Steel Engr.* 9 (1932) S. 260/66.
60. Schenck, H.: Einführung in die physikalische Chemie der Eisenhüttenprozesse, Bd. 1. Berlin 1932.
61. Tammann, G.: Lehrbuch der Metallkunde, 4. Aufl. Leipzig 1932. S. 90, 132.
62. White, A., und L. F. Marek: Corrosion of mild steel and alloys by hydrogen sulfide at 500° C and atmospheric pressure. *Industr. Engng. Chem.* 24 (1932) S. 859/61.
63. Scheil, E.: Untersuchungen über das Wachsen von Gußeisen. *Arch. Eisenhüttenw.* 6 (1932/33) S. 61/67 (Werkstoffaussch. 185).
64. Schroeder, W.: Untersuchungen über den Einfluß von Liegedauer, Temperatur, Gasgeschwindigkeit und Atmosphäre auf den Eisenabbrand. *Arch. Eisenhüttenw.* 6 (1932/33) S. 47/54 (Wärmestelle 166).
65. Heindlhofer, K., und B. M. Larsen: Rates of scale formation on iron and a few of its alloys. *Trans. Amer. Soc. Steel Treat.* 21 (1933) S. 865/95.
66. Jette, E. R., und F. Foote: An x-ray study of the Wüstite (FeO) solid solutions. *J. phys. Chem.* 1 (1933) S. 29/36; nach *Phys. Ber.* 14 (1933) S. 577.
67. Stansel, N. R.: Industrial electric heating. New York 1933.
68. Upthegrove, C., und D. W. Murphy: Scaling of steel at heat treating temperatures. *Trans. Amer. Soc. Steel Treat.* 21 (1933) S. 73/96; vgl. *Stahl u. Eisen* 53 (1933) S. 1162/63.
69. Wagner, C.: Beitrag zur Theorie des Anlaufvorgangs. *Z. phys. Chem., Abt. B,* 21 (1933) S. 25/41.
70. Alexander, P. P.: Production of pure chromium. *Metals & Alloys* 5 (1934) S. 37/38.
71. Archarow, W. I.: Ueber die Beziehung zwischen der Struktur der Oxydationsschichten und der Oxydationsgeschwindigkeit des Eisens bei hohen Temperaturen. *Shurnal technicheskoi Fiziki* 4 (1934) S. 372/75; nach *Chem. Zbl.* 107 (1936) II, S. 2207.
72. Austin, C. R.: A study of the effect of water vapor on the surface decarburization of steel by hydrogen with certain developments in gas purification. *Trans. Amer. Soc. Met.* 22 (1934) S. 31/67.
73. Baukloh, W., und R. Durrer: Betrachtungen über den Reduktionsmechanismus der Eisenoxyde. *Stahl u. Eisen* 54 (1934) S. 673/76.
74. Griffiths, R.: The blistering of iron oxide scales and the conditions for the formation of a non-adherent scale. *J. Iron Steel Inst.* 130 (1934) S. 377/88; siehe daselbst auch U. R. Evans, S. 385/86; vgl. *Stahl u. Eisen* 54 (1934) S. 1296 u. 55 (1935) S. 93.
75. Marshall, A. L.: Bright annealing of steel in mixed gas atmospheres. *Trans. Amer. Soc. Met.* 22 (1934) S. 605/24.
76. Mehl, R. F., E. L. McCandless und F. N. Rhines: Orientation of oxide films on metals. *Nature, Lond.,* 134 (1934) S. 1009; nach *Chem. Abstr.* 29 (1935) Sp. 2127.
77. Schrader, H.: Ueber die Empfindlichkeit legierter Stähle gegen Verbrennungserscheinungen. *Techn. Mitt. Krupp* 2 (1934) S. 136/42.
78. Tammann, G., und W. Boehme: Die Entzündungstemperaturen in Abhängigkeit von der Größe der Metallteilchen. *Z. anorg. allg. Chem.* 217 (1934) S. 225/36.
79. Webber, H. M.: Controlled atmospheres for electric furnaces. *Iron Age* 133 (1934) Nr. 13, S. 20/23.
80. Austin, C. R.: Heat treatment in controlled atmospheres including gaseous carburizing. *Trans. Amer. Soc. Met.* 23 (1935) S. 157/86.
81. Baukloh, W., und O. Reif: Der Einfluß der Luftgeschwindigkeit auf die Verzunderung von Eisen. *Metallwirtsch.* 14 (1935) S. 1055/57.
82. Bramley, A., F. W. Haywood, A. Th. Cooper und J. Th. Watts: The diffusion of non-metallic elements in iron and steel. *Trans. Faraday Soc.* 31 (1935) S. 707/34.
83. Eilender, W.: Allgemeine Probleme der Kokereigasverwendung in der Eisen- und Stahlindustrie. *Techn. Mitt.* 28 (1935) S. 272/79; vgl. *Stahl u. Eisen* 55 (1935) S. 1154/55.
84. Evans, U. R.: Theoretical aspects of oxidation. In: *Review of oxidation and scaling of heated solid metals.* Issued by the Department of Scientific and Industrial Research. London 1935. S. 1/17.
85. Fischbeck, K., und F. Salzer: Ueber die Verzunderung des Eisens und anderer Metalle. *Metallwirtsch.* 14 (1935) S. 733/39, 753/58.
86. Griffiths, R.: Subcutaneous effects during the scaling of steel. *J. Iron Steel Inst.* 132 (1935) S. 67/74; vgl. *Stahl u. Eisen* 56 (1936) S. 98.
87. Meunier, F., und O. L. Bihet: Sur la dissociation thermique de l'oxyde ferrique. 15. Congr. Chim. Ind., 22. bis 28. September 1935. Brüssel. Bd. 2. S. 944/51.
88. Rädiker, W.: Ueber den Einfluß zu hoher Temperaturen auf legierten und unlegierten Ueberhitzerrohrwerkstoff. *Wärme* 58 (1935) S. 580/83.
89. Ryan, A. R.: Controlled protective atmospheres for furnace use. *Ind. Heating* 2 (1935) S. 633/40; nach *Chem. Abstr.* 30 (1936) Sp. 4130.
90. Schafmeister, P., und F. K. Naumann: Die Verwendung korrosionsbeständiger Stähle in der chemischen, insbesondere der Stickstoffindustrie. *Chem. Fabrik* 8 (1935) S. 83/90; *Techn. Mitt. Krupp* 3 (1935) S. 100/07.
91. Vollbrecht, H., und E. Dittrich: Ueber den Angriff von Wasserstoff und Schwefelwasserstoff auf Stähle unter hohem Druck und bei erhöhter Temperatur. *Chem. Fabrik* 8 (1935) S. 193/96; vgl. *Stahl u. Eisen* 56 (1936) S. 418/20.
92. Whiteley, J. H.: An effect of oxygen and sulphur on iron in scaling. *J. Iron Steel Inst.* 131 (1935) S. 181/211; vgl. *Stahl u. Eisen* 55 (1935) S. 764/65.
93. Müller, E. W., und H. Buchholtz: Rosten und Zudern von Baustählen unter Zugbeanspruchung. *Arch. Eisenhüttenw.* 9 (1935/36) S. 41/45 (Werkstoffaussch. 309).
94. Austin, G. W.: Burnt alloy steels. First Report of the Alloy Steels Research Committee. London 1936 (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 14). S. 189/211. Vgl. *Stahl u. Eisen* 57 (1937) S. 381.
95. Baeyer, M.: Observations on the oxidation of steel. *Trans. Amer. Soc. Met.* 24 (1936) S. 420/50.
96. Barusdin, I. T.: Blankglühen von Stahl. *Metallurg* 11 (1936) Nr. 6, S. 66/77; nach *Chem. Zbl.* 108 (1937) I, S. 2671.
97. Baukloh, W., und G. Hieber: Der Einfluß verschiedener Metalle und Metalloxyde auf die Kohlenoxydspaltung. *Z. anorg. allg. Chem.* 226 (1936) S. 321/32.
98. Clark, C. L., und A. E. White: Creep characteristics of metals. *Trans. Amer. Soc. Met.* 24 (1936) S. 831/69.
99. Heiligenstaedt, W.: Der Wärmeübergang im gasbeheizten Herdofen. *Gas- u. Wasserfach* 79 (1936) S. 754/60, 783/88; vgl. *Stahl u. Eisen* 57 (1937) S. 43/46.
100. Heiligenstaedt, W.: Die Verzunderung des Stahles bei Beheizung mit Starkgas. *Gas- und Wasserfach* 79 (1936) S. 925/32; vgl. *Stahl u. Eisen* 57 (1937) S. 43/46.
101. Iwasé, Keizô, und Kôkiti Sano: A statical method of investigation and reduction equilibria of iron by water vapour. *Sci. Rep. Tôhoku Univ. Honda Annivers.* Vol. 1936. S. 465/75.

102. Mattocks, E. O.: Controlled furnace atmospheres. Metal Progr. 30 (1936) Nr. 4, S. 27/34 u. 46.
103. Mehl, R. F., und E. L. McCandless: Orientation of oxide films on iron. Nature, Lond., 137 (1936) S. 702; nach Phys. Ber. 17 (1936) S. 1419/20.
104. Miley, H. A.: The thickness of oxide films on iron. Carnegie Schol. Mem. 25 (1936) S. 197/212.
105. Preece, A., G. T. Richardson und J. W. Cobb: The scaling of steels in sulphur-free and sulphur-containing furnace atmospheres. First Report of the Alloy Steels Research Committee. London 1936 (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 14). S. 213/26. Vgl. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 381.
106. Rowland, D. H., und C. Upthegrove: Grain-size and its influence on surface decarburization of steel. Trans. Amer. Soc. Met. 24 (1936) S. 96/132.
107. Sano, Kôkiti: Ein Verfahren zur Untersuchung der Oxydation von Metall durch Kohlensäure. Kinzoku no Kenkyu 13 (1936) S. 483/85.
108. Tupholme, C. H. S.: Scaling of mild steel in furnaces. Industr. Engng. Chem., News ed., 14 (1936) S. 106/07.
109. Wagner, C.: Elementarvorgänge bei der Bildung von Metalloxyd aus Metall und Sauerstoff sowie bei verwandten Reaktionen. Angew. Chem. 49 (1936) S. 735/40.
110. Baukloh, W.: Ausbildung der Randschicht beim Glühen von Eisen-Kohlenstoff-Legierungen in Wasserstoff. Arch. Eisenhüttenw. 10 (1936/37) S. 217/19.
111. Neumann, G.: Die Technik der Ofenatmosphäre. Arch. Eisenhüttenw. 10 (1936/37) S. 285/96 (Walzw.-Aussch. 132, Wärmestelle 239).
112. Baukloh, W., und J. Sittard: Beitrag zum Verzunderungsmechanismus des Eisens. Metallwirtsch. 16 (1937) S. 323/25.
113. Buchkremer, R.: Die Verwendung von Schutzgas zum Glühen von Stahl. Metallwirtsch. 16 (1937) S. 992/96.
114. Darrah, W. A.: Besondere Schutzgase für Industriöfen. Ind. Heating 4 (1937) S. 26/30, 38; nach Chem. Zbl. 109 (1938) II, S. 752.
115. Eberwein, J.: Elektrische Glühöfen mit Schutzgas in den Vereinigten Staaten von Nordamerika. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 945/49.
116. Fisher, A. J.: Furnace atmosphere. Iron Steel Engr. 14 (1937) Nr. 4, S. 35/43.
117. Griffiths, R.: The relationship between the microstructure and the adherence of scale deposit. Carnegie Schol. Mem. 26 (1937) S. 165/74; vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 552/53.
118. Günther, E.: Walzen und Kleben von Feinblechen. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 601/04.
119. Krogh, A. E.: Controlling a „Controlled atmosphere“. Metals & Alloys 8 (1937) S. 47/51, 83/88.
120. Mehl, R. F., und E. L. McCandless: Oxyde films on iron. Amer. Inst. min. metallurg. Engrs., Techn. Publ. Nr. 780, 23 S., Metals Techn. 4 (1937) Nr. 2.
121. Miley, H. A.: The thickness of oxide films on iron. J. Iron Steel Inst. 135 (1937) S. 407/19; vgl. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 823/24.
122. Naumann, F. K.: Einwirkung von Wasserstoff unter hohem Druck auf unlegierten Stahl. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 889/99 (Werkstoffaussch. 381).
123. Nelson, H. R.: Der primäre Oxydfilm auf Eisen. J. chem. Phys. 5 (1937) S. 252/59; nach Chem. Zbl. 108 (1937) II, S. 1950.
124. Otis, A. N.: Protective atmospheres for annealing furnaces in steel mills. Iron Age 140 (1937) Nr. 15, S. 42/45.
125. Owen, W. O.: Generating controlled atmosphere. Steel 101 (1937) Nr. 11, S. 70, 72, 74.
126. Owen, W. O.: Controlled atmospheres for annealing an hardening. Heat Treat. Forg. 23 (1937) S. 353/54, 356.
127. Potter, A. A., H. L. Solberg und G. A. Hawkins: Investigation of the oxidation of metals by high-temperature steam. Trans. Amer. Soc. mech. Engrs. 59 (1937) S. 725/32.
128. Robiette, A. G.: The bright annealing of metals. Metal Ind., Lond., 50 (1937) S. 457/61.
129. Scheil, E.: Ueber das Zundern von Metallen und Legierungen. Z. Metallkde. 29 (1937) S. 209/14.
130. Slowter, E. E., und B. W. Gonser: An experimental study of gases for controlled atmospheres in the heat treatment of steel. Metals & Alloys 8 (1937) S. 159/68, 195/205.
131. Thum, E. E.: Preparation of furnace gases for non-oxidizing atmospheres. Metal Progr. 32 (1937) S. 377/83.
132. Houdremont, E., und G. Bandel: Vorgänge beim Angriff hitzebeständiger Stähle in heißen Gasen. Arch. Eisenhüttenw. 11 (1937/38) S. 131/38 (Werkstoffaussch. 383).
133. Bandel, G.: Verzundern und Entkohlen unlegierter Stähle. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 1317/26 (Werkstoffaussch. 446).
134. Darrah, W. A.: Annealing in controlled atmospheres. Ind. Heating 3 (1936) S. 671/78 u. 701/02; nach Chem. Abstr. 31 (1937) Sp. 3428.
135. Pohl, W.: Schutzgasanlagen zum Blankglühen von Eisen, Stahl und Nichteisenmetallen. Gas- u. Wasserfach 81 (1938) S. 374/82.
136. Slowter, E. E., und B. W. Gonser: Comparative effects of controlled atmospheres on alloy and carbon steels. Metals & Alloys 9 (1938) S. 33/39, 59/62.
137. Thum, E. E.: Controlled atmospheres. Heat Treat. Forg. 24 (1938) S. 149/52.
138. Webber, J. A.: Furnace atmospheres and decarburization. Trans. Amer. Soc. Met. 26 (1938) S. 515/45.
139. Heiligenstaedt, W.: Die Umsetzungen zwischen Heizgas und Eisen. Arch. Eisenhüttenw. 12 (1938/39) S. 17/24 (Wärmestelle 258 u. Werkstoffaussch. 425).

Umschau.

Rippendecken für Siemens-Martin-Ofen.

Bei dem Verschleiß von Gewölben von Siemens-Martin-Ofen mit ihrer Spannweite von 4 m bis höchstens 7 m ist zu berücksichtigen, daß nach einem gewissen Verschleiß, d. h. nach Dünnerwerden des Gewölbes Druckkräfte auftreten. Diese Druckkräfte entstehen durch ungleichmäßigen Verschleiß insofern, als die dick gebliebenen und daher schwereren Teile des Gewölbes nach unten ziehen und die dünneren verschlissenen Teile nach oben auszubulen versuchen. Ein derartiges Ausbullen braucht keineswegs bis zur Zerstörung aufgetreten zu sein; trotzdem wirken auf die dünneren Gewölbeteile schon verhältnismäßig frühzeitig derartige Spannungskräfte ein, wodurch die eigentliche Zerstörung beschleunigt wird.

Den besten Beweis hierfür bildet das Ergebnis mit Rippendeckeln von Lichtbogenöfen, da bei gleichen Steinen, gleicher Ausführung und gleichem Ofen die mit Rippen versehenen Deckel eine fast 100prozentige Steigerung der Haltbarkeit mit sich brachten. Man kann daher sagen, daß einer der wichtigsten Gründe für die längere Gewölbehaltbarkeit die genügend hohe Festigkeit des Gewölbes ist.

Die im folgenden beschriebenen Rippendecken¹⁾ geben durch die vorstehenden Rippen dem Gewölbe eine bedeutend vergrößerte Tragfähigkeit, da selbst bei weitestgehendem Verschleiß der tieferen Gewölbeteile das Gewölbe sich noch selbst trägt, ohne daß irgendwelche unerwünschten Verwerfungen auftreten können, was besonders bei großen Kippöfen wichtig ist.

Es sind schon eine ganze Reihe von Rippendeckenausführungen im Gebrauch. Am häufigsten verwendet man Querwölber, die in Ofenlängsrichtung die Breite von 65 mm haben, wobei auf je zwei längere Querwölber als Rippen zwischen diesen ebenfalls meistens vier einfache Wölber als Tiefsteine angebracht sind. Diese Tiefsteine haben dabei keinerlei Verband mit den Rippen und werden von ihnen deshalb auch nicht getragen; die Gurtbögen sind beim Anwärmen selbständig gewachsen und ebenso, da der richtige Halt fehlt, beim Verschleiß eingestürzt.

Die Rippendeckenausführung (Bild 1) besteht aus Ganzwölbern, die im Verband verlegt sind. Ein Einsturz der Gurte ist daher unmöglich, da sie mit den Rippen zusammen ein einheitliches Ganzes bilden. Durch das Verlegen im Verband schweißt außerdem das Gewölbe zusammen. Die vielen Rippen, die zu den tieferen Teilen im Verhältnis 1 : 1 stehen, reichen vollkommen aus, um das Silikagewölbe selbst bei größten Spannweiten vollständig zu tragen.

Mit diesen Rippendeckensteinen wurde, ganz besonders in großen Öfen mit 120 und 150 t Inhalt, eine wesentlich längere Haltbarkeit erreicht als mit einfachen Gewölben. Bei einem richtigen Verlegen der Rippendeckensteine ist durchschnittlich

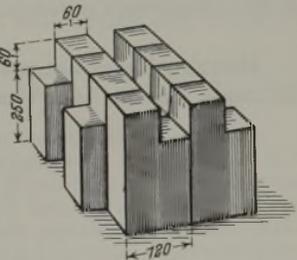


Bild 1. Teillausschnitt eines Rippengewölbes im Verband.

¹⁾ DRP. Nr. 501 413 vom Juni 1928.

mit einer 30- bis 50prozentigen und höheren Haltbarkeit als bei Gewölben ohne Rippen zu rechnen.

In Bild 2 ist eine andere Anordnung mit der Zwischenschaltung von besonderen Tiefsteinen dargestellt. Die Rippen selbst erhalten eine konische Form, so daß der Tiefstein keilförmig dazwischen faßt. Auch für diese Rippenausführung gilt das bisher

Abdeckstein nach Dünnerwerden des Gewölbes

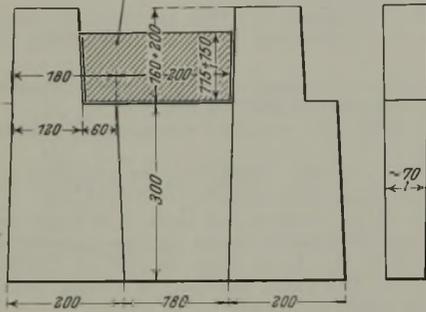


Bild 2. Rippendeckenstein.

Bei den gewöhnlichen Rippendeckensteinen ist es nicht möglich, einen einseitigen Verschleiß des Gewölbes abzufangen. Besonders an der Rückwand über dem Abstich des Ofens ist der Gewölbeverschleiß sehr stark, so daß manchmal schon nach kurzer Ofenreise die Steine hier so stark verschlissen sind, daß eine Ausbesserung vielfach in nicht kleinem Umfange erforderlich wird. Ein derartiger ungleichmäßiger Verschleiß tritt mehr oder weniger bei fast allen Siemens-Martin-Ofen auf.

Das Flickeln von im Verband vermauerten Steinen ist schwierig; an der Flickstelle muß meist ein viel zu großer Teil des übrigen Mauerwerks herausgehauen werden, um für die Flicksteine gewissermaßen Halt und Widerlager zu finden.

Durch die neue Rippendeckenbauart läßt sich in jedem Falle ein einseitiger Verschleiß bis zu einem gewissen Grade auffangen. Wie aus Bild 2 hervorgeht, ist durch einfaches Ueberwölben der Gurte zwischen den Rippen mit einem Halbkeiler, der sich gegen die konischen Rippen abstützt, in denkbar kurzer Zeit eine Ausbesserung beim Dünnerwerden der Steine durchzuführen.

Im allgemeinen geht der erste Verschleiß eines 300 mm dicken Gewölbes etwa bis zu 150 mm verhältnismäßig schnell vor sich. Durch die dann einsetzende Außenkühlung vermindert sich der Steinverlust durch Abschmelzen, so daß man bei einer Gesamthaltbarkeit von z. B. 300 Schmelzen für die erste Hälfte etwa 100 Schmelzen annehmen kann und für die zweite Steinhälfte etwa 200 Schmelzen Ofenreise. Sobald nun die Steine der Gurte zwischen den Rippen nahezu vollständig verschlissen sind, kann wiederum ein Stein bis zu 150 mm Stärke aufgebracht werden. Da für diesen in bezug auf Kühlung dasselbe gilt wie für die zweite Hälfte des Gewölbes, so ist auch hierfür eine weitere Haltbarkeit von rd. 200 Schmelzen zu erwarten. Mit der neuen Bauart ist also nicht nur ein einseitiger Verschleiß aufzufangen, sondern auch mit geringen Mitteln eine beachtliche Steigerung der Lebensdauer zu erreichen.

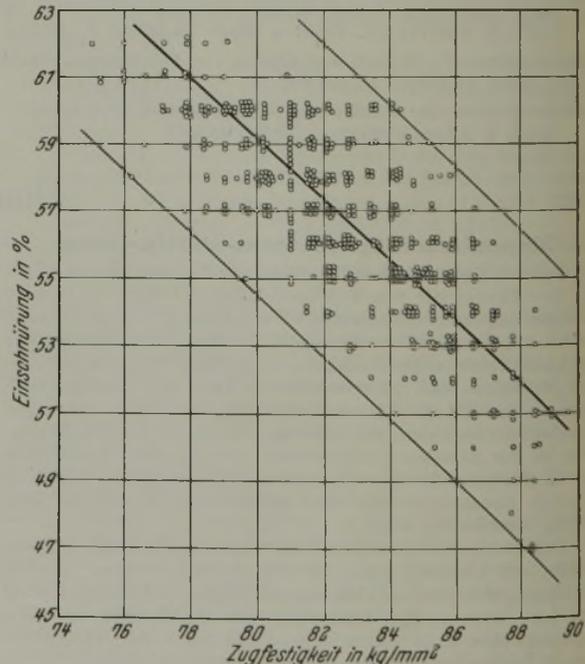
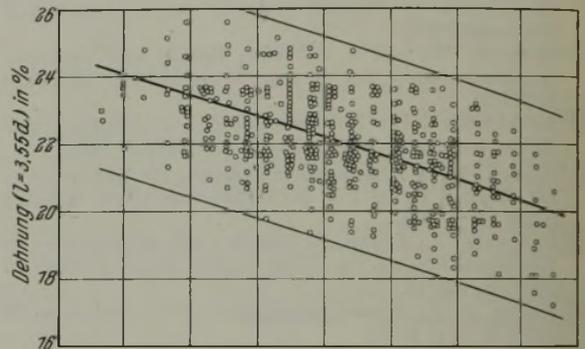
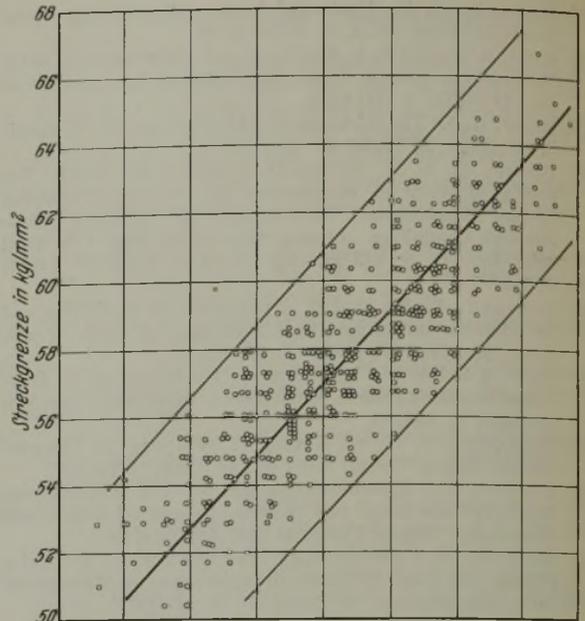
Das Verhältnis zwischen Rippen- und Tiefsteinen liegt etwa bei 1 : 2, anstatt wie früher bei 1 : 1. Die Rippen lassen sich aber noch weiter verstärken und die Höhe bis zu 200 mm vergrößern, um die Festigkeit des Siemens-Martin-Ofengewölbes auch bei größten Spannweiten zu sichern.

Robert Klesper.

Mangan-Vergütungsstähle mit Zusätzen von Silizium, Chrom oder Vanadin und ihre Bewährung.

Ueber die auf dem Gebiete der Vergütungsstähle eingetretene Verschiebung vom nickellegierten zum nickelfreien Chrom-Molybdän-Stahl und darüber hinaus zu molybdänfreien Stählen berichten Hans Kallen und Friedrich Meyer¹⁾. Manganvergütungsstähle mit Zusätzen von Silizium, Chrom oder Vanadin sind keineswegs neu, sondern galten zum Teil bereits vor der Einführung der Chrom-Nickel-Stähle als bewährt. Die praktisch erreichbaren Eigenschaften derartiger Stähle, die durch die derzeitigen wirtschaftlichen Verhältnisse erneut in den Vordergrund der Beachtung gerückt sind, werden durch großzahlmäßige Auswertungen von Prüfergebnissen an Werkstücken

¹⁾ Techn. Mitt. Krupp, A: Forsch.-Ber., 2 (1939) S. 215/22.



Bilder 1 bis 3. Änderung von Streckgrenze, Dehnung und Einschnürung mit der Zugfestigkeit nach Vergütung bei Stahl mit 0,43 bis 0,47 % C, < 0,35 % Si und 0,70 bis 0,90 % Mn. (Längsproben aus Kurbelwellenzapfen bis 60 mm Dmr., von 830 bis 850° in Wasser abgeschreckt, auf 520 bis 560° angelassen und im Ofen abgekühlt.)

verschiedener Größe belegt. Als Beispiel sind für einen Stahl mit rd. 0,45 % C und 0,70 bis 0,90 % Mn die Zahlenwerte der Streckgrenze, der Dehnung und der Einschnürung in Abhängigkeit von der Zugfestigkeit in Bild 1 bis 3 aufgetragen.

Zahlentafel 1. Untersuchte Stähle, Stückabmessungen und Festigkeitsbereiche.
(Alle Stahlarten bis auf I in Oel abgeschreckt.)

	Stahlart	Zusammensetzung				Werkstückart und -größe	Streu- bereich der Zugfestig- keit nach Vergütung kg/mm ²	Innerhalb des vorher genannten Zugfestigkeitsbereiches auftretende Aenderung von			Proben- lage
		C %	Si %	Mn %	Cr %			Streck- grenze kg/mm ²	Dehnung (l = 5 d) %	Eins- chnürung %	
I	Mn	0,43 bis 0,47	< 0,35	0,70 bis 0,90	—	Kurbelwellen bis 60 mm Dmr.	75 bis 92	48 bis 67	26 bis 18	64 bis 48	längs
II	Mn	0,24 bis 0,28	0,15 bis 0,40	0,90 bis 1,15	—	Treibstangen u. ä. Teile mit Vergütengewicht von 0,5 bis 3 t	47 bis 67	26 bis 45	30 bis 24	72 bis 57	längs ¹⁾
III	Mn	0,32 bis 0,37	0,20 bis 0,35	1,20 bis 1,40	—	Stangen von 60 bis 150 mm Dmr.	62 bis 84	38 bis 62	28 bis 18	68 bis 52	längs
IV	Mn	0,39 bis 0,45	0,15 bis 0,40	1,40 bis 1,70	—	Stangen von 60 bis 100 mm Dmr.	73 bis 93	52 bis 72	24 bis 16	64 bis 48	längs
V	Mn-Si	0,35 bis 0,45	1,20 bis 1,50	1,20 bis 1,50	—	Stangen von 60 bis 100 mm Dmr.	75 bis 97	53 bis 78	23 bis 17	59 bis 43	längs
VI	Mn-Si	0,30 bis 0,37	0,70 bis 1,00	1,20 bis 1,50	—	Turbinen- und Kom- pressorwellen von 100 bis 250 mm Dmr.	57 bis 83	30 bis 58	30 bis 17	68 bis 51	längs ²⁾
VII	Si	0,30 bis 0,38	1,10 bis 1,50	0,60 bis 0,80	—	Zahnkränze, Kegelräder, Radkörper mit 40 bis 100 mm Dicke	57 bis 78	32 bis 49	29 bis 21	64 bis 52	tangential
VIII	Si	0,40 bis 0,48	1,10 bis 1,80	0,50 bis 0,80	—	Räder, Ritzel, Zahn- kränze mit 40 bis 100 mm Dicke	67 bis 88	40 bis 58	27 bis 18	56 bis 41	tangential
IX	Mn-Cr	0,40 bis 0,48	< 0,35	0,80 bis 1,00	0,90 bis 1,10	Querschnitte bis 80 mm Dmr.	77 bis 98	57 bis 76	22 bis 13	64 bis 50	längs
X	Mn-Si-Cr	0,35 bis 0,45	0,90 bis 1,20	1,30 bis 1,50	1,00 bis 1,20	Stangen von 150 bis 300 mm Dmr.	82 bis 107	57 bis 85	16 bis 6	57 bis 40	längs
XI	Mn-V	0,40	—	1,65	0,15% V	Kurbelwellen mit Zapfen von 60 bis 100 mm Dmr.	87 bis 112	66 bis 99	19 bis 10	59 bis 48	längs

¹⁾ Kerbschlagzähigkeit von 9 bis 17 mkg/cm² bei Proben von 10×10×55 mm³ mit 2 mm tiefem Kerb von 2 mm Dmr.

²⁾ Kerbschlagzähigkeit von 6 bis 12 mkg/cm² bei Proben von 10×10×55 mm³ mit 3 mm tiefem Kerb von 2 mm Dmr.

Die Eigenschaften des Stahles wurden durch die Begrenzungslinien des Streubereiches von etwa 100 Werten und durch die Mittellinie gekennzeichnet; die untere Grenze des Streugebietes könnte dabei einen Anhalt für etwaige Mindestwerte geben. Die Grenzen des Streugebietes für die Zugfestigkeit und die aus den Mittellinien sich ergebenden Werte für Streckgrenze, Dehnung und Einschnürung sind in *Zahlentafel 1* für alle untersuchten Stähle zusammengefaßt.

Bei den Manganstählen verbessert sich mit steigendem Mangangehalt das Verhältnis von Streckgrenze zu Zugfestigkeit. Der Stahl III hat z. B. bei einer Zugfestigkeit von 70 kg/mm² im vergüteten Zustande eine Streckgrenze von 47 kg/mm². Durch Erhöhung des Kohlenstoffgehaltes und des Mangangehaltes, wie in Stahl IV, steigt die Streckgrenze bei 75 kg/mm² Vergütungsfestigkeit auf 55 kg/mm² an. Bei Stahl IV ist es möglich, durch Vergütung auf 85 kg/mm² Zugfestigkeit eine Streckgrenze von 65 kg/mm² zu erhalten, ohne daß die Zähigkeitswerte übermäßig beeinträchtigt würden.

Die Mangan-Silizium-Stähle nach Art des Werkstoffes V vergüten stärker durch als die Manganstähle. Sie haben eine gute Anlaßbeständigkeit und zeichnen sich durch hohen Verschleißwiderstand aus. Bei einem hohen Streckgrenzenverhältnis von durchschnittlich 70% liegen die Dehnungs- und Einschnürungswerte recht günstig. Für größere Abmessungen, z. B. für Turbinen- und Kompressorwellen, hat sich ein ähnlich zusammengesetzter Stahl mit etwas niedrigerem Kohlenstoff- und Siliziumgehalt, wie Stahl VI, als brauchbar erwiesen.

Siliziumstähle sind, abgesehen von der häufigen Verarbeitung zu Federn, in größeren Querschnitten für Bauteile, die hohen Verschleißwiderstand gegen rollende Reibung erfordern, angewendet worden. Die beiden Stähle verschiedenen Kohlenstoffgehaltes, VII und VIII, unterscheiden sich in der Dehnung nur wenig.

Die Mangan-Chrom-Stähle erzielen infolge der gegenüber einem Siliziumzusatz stärkeren Wirkung des Chromgehaltes auf die Durchhärtung eine gute Durchvergütung. Wegen ihres hohen Streckgrenzenverhältnisses waren Stähle dieser Legierung als Federwerkstoffe verbreitet. Bei ihren guten Eigenschaften in vergüteten Stangen (Stahl IX) erscheint eine häufigere Verwendung auch in größeren Bauteilen gerechtfertigt.

An Mangan-Chrom-Silizium-Stählen, die im Zuge der Weiterentwicklung schwachlegierter Baustähle durch Vereinigung der bisher behandelten drei Legierungszusätze entstanden sind, fällt eine verhältnismäßig hohe Anlaßbeständigkeit auf. Diese Stähle gestatten infolgedessen eine Vergütung auf hohe Festigkeitswerte und behalten dabei, wie Stahl X, eine brauchbare Verformungsfähigkeit. Von dieser bisher wenig beachteten Stahlart sollte deshalb in Zukunft öfter Gebrauch gemacht werden.

Bei einem Mangan-Vanadin-Stahl brachte ein geringer Vanadinzusatz, wie in Stahl XI, beachtliche Verbesserungen der Werkstoffeigenschaften. Die bekannte Wirkung des Vanadins,

wie Erhöhung der Streckgrenze, Verstärkung der Durchhärtung und Kornverfeinerung, kam in den erhaltenen Festigkeitswerten deutlich zum Ausdruck. Infolgedessen konnten für Querschnitte bis zu 100 mm Dmr. bei einer Vergütungsfestigkeit von 95 kg/mm² Streckgrenzen von 77 kg/mm² erreicht werden, ohne daß die Dehnungs- und Einschnürungswerte schlechter als bei höherlegierten Stählen lagen. Die Untersuchung einer aus diesem Stahl hergestellten Kurbelwelle durch Entnahme von Zerreiß- und Kerbschlagproben quer und längs an mehreren Prüfstellen brachte außerordentlich gleichmäßige und gute Ergebnisse.

Die großzahlmäßig belegten Eigenschaften von Stählen auf der Grundlage der Legierung mit Mangan und Zusätzen von Silizium, Chrom oder Vanadin sind durchaus geeignet darzutun, daß außer den Chrom-Molybdän-Stählen eine Anzahl schwachlegierter Vergütungsstähle zur Verfügung stehen, die bei zweckentsprechender Vergütung für Zugfestigkeitsbereiche von 65 bis 110 kg/mm² recht gute Streckgrenzenwerte und annehmbare Dehnungs-, Einschnürungs- und Kerbschlagzähigkeitswerte aufweisen. Infolgedessen wurde ein Teil dieser Stähle zum Austausch der Stähle nach DIN-Vornorm 1663 vorgeschlagen.

Hans Schrader.

Röntgenuntersuchung der eisenreichen Eisen-Nickel-Legierungen.

A. J. Bradley und H. J. Goldschmidt¹⁾ bringen auf Grund röntgenographischer Pulveraufnahmen ein neues Zustandsschaubild für das System Eisen-Nickel in Vorschlag.

Die geringe Diffusionsgeschwindigkeit bei Temperaturen unter etwa 600° machte zum Teil sehr langdauernde Glühbehandlungen notwendig, um Gleichgewicht in den Proben herzustellen. Die zur Einstellung des Gleichgewichtszustandes erforderlichen Mindestzeiten sind in *Zahlentafel 1* angegeben. Die Zeiten gelten für Pulver; bei festen Proben, besonders bei Einkristallen, werden wahrscheinlich noch weit längere Zeiten notwendig sein.

Zahlentafel 1. Mindestzeiten zur Einstellung des Gleichgewichtes in gepulverten Eisen-Nickel-Legierungen.

Temperatur °C	Zeiten	Temperatur °C	Zeiten
600	1 Tag	400	2 Monate
550	3 Tage	350	6 Monate
500	1 Woche	300	1 Jahr
450	3 Wochen		

Das zur Erklärung des Röntgenbefundes vorgeschlagene Zustandsschaubild ist in *Bild 1* wiedergegeben. Die untere Temperaturgrenzlinie des γ -Feldes enthält zwei Knickstellen, die erste bei 6 bis 7% Ni und 580°, die zweite bei etwa 26% Ni und 350°. Es scheint unmöglich, durch diese Punkte glatte Kurven zu ziehen, sie müssen also bestimmten Umsetzungen entsprechen

¹⁾ Iron Steel Inst., Vorabdruck 1. 1939.

In Übereinstimmung mit D. Hanson und H. E. Hanson¹⁾ ist die α -Phase auf Legierungen mit weniger als 6 bis 8 % Ni beschränkt. Die im Zustandsschaubild von Hanson fehlende Erklärung für das Auftreten des raumzentriert-kubischen Gitters in Legierungen mit höherem Nickelgehalt wird von Bradley und Goldschmidt durch die Einführung einer neuen α_1 -Phase mit 25 % Ni gegeben, die wie α raumzentriert-kubisches Gitter hat, aber nur unter 350° gebildet wird. Diese neue Phase hat wahrscheinlich eine Ueberstruktur; Versuche zur Prüfung dieser Annahme sind noch im Gange. Ein unmittelbarer Nachweis des Zweiphasengebietes ($\alpha + \alpha_1$) ist wegen der annähernden Gleichheit der Gitterkonstanten nicht möglich.

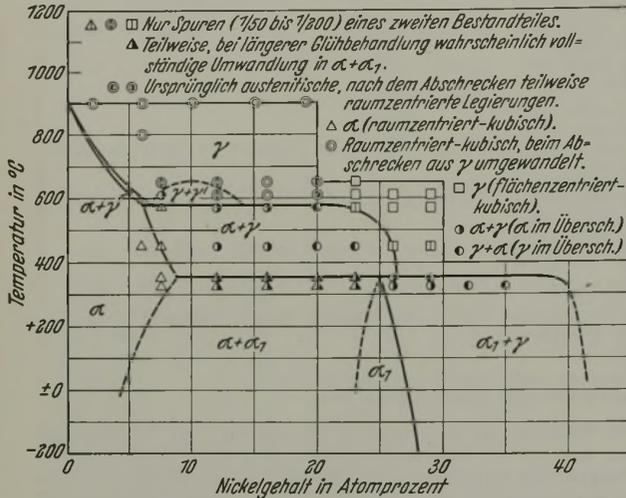


Bild 1. Zustandsschaubild Eisen-Nickel.

Zur Erklärung der plötzlichen Einschnürung des ($\alpha + \gamma$)-Feldes oberhalb 580° wird eine neue, eisenreichere γ' -Phase angenommen.

Während der Fertigstellung dieser Arbeit erschien eine Untersuchung von E. A. Owen und A. H. Sully²⁾, die auf Grund ihrer Röntgenaufnahmen ein anderes Zustandsschaubild annehmen. Bradley und Goldschmidt geben selbst zu, daß ihr eigenes Zustandsschaubild nur einen als Arbeitshypothese geeigneten Deutungsversuch darstellt, und daß die von Owen und Sully gegebene Erklärung vielleicht richtiger ist.

Hermann Möller.

Archiv für das Eisenhüttenwesen.

Aufbau der Schlacken beim basischen Siemens-Martin-Verfahren.

An Hand von drei Siemens-Martin-Schmelzen, deren Schlackenzusammensetzungen ungefähr das gesamte Gebiet der Siemens-Martin-Schlacke umfassen, brachte Wilhelm Bischof³⁾ das Aussehen der Schlacken in Beziehung zu ihrer Zusammensetzung. Vier verschiedene Schlackengruppen konnten dabei unterschieden werden. Diese Schlackengruppen ließen sich an Hand von Anschliffen und Dünnschliffen durch mikroskopische Untersuchungen, wenn auch nicht mineralogisch, so doch gefügemäßig deuten.

Das Aussehen der Schlacke bietet eine nicht weniger gute Beurteilungsmöglichkeit wie die Feststellung des Flüssigkeitsgrades. Aussehen und Aufbau der Schlacken stehen in gewissem Zusammenhang mit dem Flüssigkeitsgrad nach dem Verfahren von C. H. Herty⁴⁾. Auch die durch eine Auswertung zahlreicher Betriebsschmelzen festgestellten Grenzen der Umsetzungsfähigkeit der Schlacken, aus Stahltemperatur und Schlackenzusammensetzung vor dem Abstich ermittelt, ergeben einen Zusammenhang mit der Schlackenzusammensetzung. Die festgestellten Beziehungen, auf den Vorgang der Manganreduktion nach den Unterlagen der Untersuchungen von E. Maurer und

W. Bischof¹⁾ angewandt, gaben eine Deutung dafür, daß die Manganreduktion und Manganausnutzung zwar mit steigendem Kalkgehalt verstärkt, aber von gewissen Kalkgehalten an wieder verringert wird.

Verfahren zur photometrischen Bestimmung des Kobalts in Stählen.

Ein von Hans Pinsl²⁾ beschriebenes neuartiges Verfahren zur photometrischen Bestimmung des Kobalts in Stählen beruht darauf, daß in der Lösung der Probe die Fällung mit Zinkoxydschlämme vorgenommen und in einem Anteil des Filtrates bei einem stets gleichbleibenden Verhältnis von Lösung zur konzentrierten Salzsäure die blaue Kobaltfärbung photometrisch gemessen wird. Die durch einen Mangangehalt auftretende Störung wird durch Zusatz von Zinnchlorür beseitigt. Bei Gehalten bis zu 20 % Co mißt man im weißen Licht, bei höheren Gehalten bis zu 50 % im monochromatischen Licht der Quecksilberdampfampe. Im ersten Fall läßt sich eine Genauigkeit von $\pm 0,15$ % Co, im zweiten eine solche von $\pm 0,25$ % Co erzielen. Der Zeitaufwand beträgt etwa 40 min.

Ein oder zwei Vanadinkarbid im Stahl?

Mit sieben Vanadinstählen wurden von Eduard Maurer, Theodor Döring und Wilhelm Pulewka²⁾ quantitative Karbidaussonderungen vorgenommen, die chemisch zu zwei Vanadinkarbid VC und V_4C_3 führten. Mit gleicher Zusammensetzung wurden synthetisch Vanadinkarbidproben hergestellt. Diese sowie Karbidproben aus den Stählen wurden röntgenographisch untersucht. Alle Proben hatten innerhalb der Meßgenauigkeit (Eichverfahren) dasselbe flächenzentriert-kubische Gitter mit einer Kantenlänge $a = 4,152 \pm 0,005$ Å. Das Ergebnis wird an Hand von Schriftumsangaben eingehend besprochen. Chemischer Befund und röntgenographische Feststellungen ließen sich auf Grund der Vorstellung der von G. Hägg⁴⁾ angegebenen Einlagerungsstrukturen zur Deckung bringen.

Das Abkühlungsvermögen von Stahl-Abschreckmitteln.

Für eine Kennzeichnung des Abkühlungsvermögens der Härtmittel ergibt sich nach Adolf Rose⁵⁾ als zweckmäßig eine Darstellung der Abkühlungsgeschwindigkeit eines Normalkörpers, z. B. einer Silberkugel von 20 mm Dmr., in Abhängigkeit von der Temperatur.

Das Abkühlungsvermögen von Flüssigkeiten wird durch die drei bekannten Vorgänge bedingt: Dampfbildung, Kochen und Konvektion. Die Flüssigkeiten unterscheiden sich durch die Temperaturbereiche dieser Vorgänge und durch die hierbei erreichten Abkühlungsgeschwindigkeiten. Die Kennkurven geben dieses Verhalten richtig wieder. Die Eigenart des Wassers als Härtmittels ist bestimmt durch die hohen Abkühlungsgeschwindigkeiten, besonders bei tiefen Temperaturen, und durch die Instabilität der Dampfhaut. Bei den Ölen ergibt sich ein wesentlicher Unterschied zwischen Mineralölen und fetten Ölen. Bei den letztgenannten liegen die Abkühlungsgeschwindigkeiten höher, und ein gleichmäßiger Kochvorgang erstreckt sich über einen großen Temperaturbereich. Die Unterschiede der einzelnen Mineralöle sind durch ihre physikalischen Eigenschaften gegeben, nicht durch ihre chemische Struktur. Die Lücke im Abschreckvermögen zwischen Wasser und Öl kann mit Hilfe von Emulsionen, Pektin-, Araban- und Wasserglaslösungen überbrückt werden. Alle Härtmittel auf der Wassergrundlage haben jedoch den Nachteil verhältnismäßig hoher Abkühlungsgeschwindigkeiten bei tiefen Temperaturen. Da die Wasserglaslösungen eine weitgehende Abstufung des Abkühlungsvermögens nach ihrer Konzentration erlauben, wird hieran in praktischen Härteversuchen gezeigt, daß die beschriebene thermische Analyse des Härtmittels die Härtwirkung an technischen Stahlproben richtig wiedergibt.

Um versuchsunabhängige Kennzahlen für das Abkühlungsvermögen zu erhalten, wurden aus den Versuchsergebnissen die Wärmeübergangszahlen für die drei verschiedenen Abkühlungsvorgänge bei den einzelnen Härtmitteln errechnet. Die Zahlen werden denen gegenübergestellt, die aus einer großen Zahl von

¹⁾ J. Iron Steel Inst. 102 (1920) S. 39/64.

²⁾ Phil. Mag. 27 (1939) S. 614/36; nach Chem. Zbl. 110 (1939) II, S. 3673.

³⁾ Arch. Eisenhüttenw. 13 (1939/40) S. 325/32 (Stahlw.-Aussch. 363).

⁴⁾ Herty jr., C. H., C. F. Christopher, H. Freeman und J. F. Sanderson: Min. metall. Invest., Pittsburgh, Nr. 68, 1934, S. 26 u. 27; vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 165/69.

¹⁾ Z. phys. Chem., Abt. A, 157 (1931) S. 285/309; Arch. Eisenhüttenw. 5 (1931/32) S. 549/57. — Vgl. auch Schenck, H.: Einführung in die physikalische Chemie der Eisenhüttenprozesse, Bd. 2. Berlin 1934. S. 19/21.

²⁾ Arch. Eisenhüttenw. 13 (1939/40) S. 333/36.

³⁾ Arch. Eisenhüttenw. 13 (1939/40) S. 337/44 (Werkstoff-aussch. 488).

⁴⁾ Z. phys. Chem., Abt. B, 12 (1931) S. 33/56.

⁵⁾ Arch. Eisenhüttenw. 13 (1939/40) S. 345/54 (Werkstoff-aussch. 489).

im Schrifttum beschriebenen Versuchen nachträglich errechnet wurden. Die Übereinstimmung ist trotz der verschiedenartigen Versuchsbedingungen überraschend gut. Eine Zusammenstellung der Wärmeübergangszahlen aller untersuchten Kühlmittel bei 500° zeigt, daß der gesamte Bereich von 0 bis 15 000 kcal/m²·h·°C lückenlos überbrückt werden kann.

Anwendbarkeit des Oxydabdruckverfahrens nach M. Nießner.

Friedrich Neuwirth, Roland Mitsche und Hans Dienbauer¹⁾ berichten über die Anwendbarkeit des Oxydabdruckverfahrens nach M. Nießner, das durch eine Gemeinschaftsarbeit des Korrosionsausschusses des Arbeitskreises „Eisenhütte“ in der Ostmark im NS.-Bund Deutscher Technik von acht Versuchsstellen mit Festlegung des Arbeitsplanes überprüft worden war. Dabei wurde festgestellt, daß das Verfahren grundsätzlich geeignet ist, nichtmetallische Einschlüsse, vor allem solche eisenoxydischer Natur, im Eisen und Stahl im Abdruckbild wiederzugeben; man erhält einen Beleg über Menge, Verteilung und ungefähre Größe der Einschlüsse. Einige mengenmäßige Fragen müssen noch geklärt werden, z. B. welche Mindestgröße ein einzelner Einschluß haben muß, um noch abgebildet zu werden, und welcher Mindestgehalt an Eisen vorliegen muß. Eine allgemeine Einführung des Nießnerschen Verfahrens als Betriebsverfahren oder gar als Prüfverfahren für Abnahmezwecke ist derzeit noch verfrüht.

¹⁾ Arch. Eisenhüttenw. 13 (1939/40) S. 355/58 (Werkstoffaussch. 490).

Betriebsstatistik und zwischenbetrieblicher Vergleich (Betriebsvergleich) in Walzwerken.

I. Teil: Vereinheitlichung der Betriebsstatistik und Einteilung der Walzwerke und Erzeugnisse in Walzklassen und Leistungsgruppen.

Nach kurzen Vorbemerkungen über Notwendigkeit, Vorbildungen und das Ziel der Statistik sowie einigen Begriffsbestimmungen macht Hans Euler¹⁾ Vorschläge zur Vereinheitlichung der Betriebsstatistik in Walzwerken. Hierbei werden zunächst die technischen Kennzahlen für den innerbetrieblichen (Zeit-) Vergleich in Walzwerken erörtert. Unter Zugrundelegung des sogenannten „Leistungsbildes der Walzenstraße“ wird eine neue Einteilung der Walzwerke nach Walzklassen und Leistungsgruppen empfohlen und die für jede Walzklasse und Leistungsgruppe kennzeichnende Sorte bestimmt. Die neue Einteilung bezieht sich auf Stabstahl, Formstahl, Oberbau, Walzdraht und Blech.

Damit sind die Vorarbeiten für eine Vereinheitlichung der Betriebsstatistik und zugleich die Unterlagen zur Durchführung eines zwischenbetrieblichen Vergleichs in Walzwerken gegeben. Die Unterlagen hierzu werden im II. Teil²⁾ entwickelt.

¹⁾ Arch. Eisenhüttenw. 13 (1939/40) S. 359/67 (Betriebsw.-Aussch. 163).

²⁾ Arch. Eisenhüttenw. 13 (1939/40) Heft 9: März 1940 (Betriebsw.-Aussch. 164).

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

(Patentblatt Nr. 6 vom 8. Februar 1940.)

Kl. 7 a, Gr. 24/02, Q 2211. Elektrischer Einzelantrieb für Förderrollen, insbesondere für die Rollen von Walzwerksrollgängen. Bruno Quast, Rodenkirchen a. Rh.

Kl. 18 a, Gr. 15/01, R 101 208. Regulierbare Schnellschlußvorrichtung für in Gas- oder Windleitungen an Hoch- und anderen Hüttenwerksöfen eingebaute Absperrmittel. Johannes Rothe, Braunschweig.

Kl. 18 b, Gr. 1/02, D 75 550 und D 75 572. Verfahren zum Herstellen von Gußeisen im Gießereischachtöfen. Erf.: Karl Lauer, Gelsenkirchen. Anm.: Deutsche Eisenwerke, A.-G., Mülheim (Ruhr).

Kl. 18 c, Gr. 8/90, D 75 986. Vorrichtung zur Abdichtung der Ein- und Ausschleußkammern von Durchlauföfen mit Balkenherdförderung. Dipl.-Ing. Wilhelm Doderer, Essen.

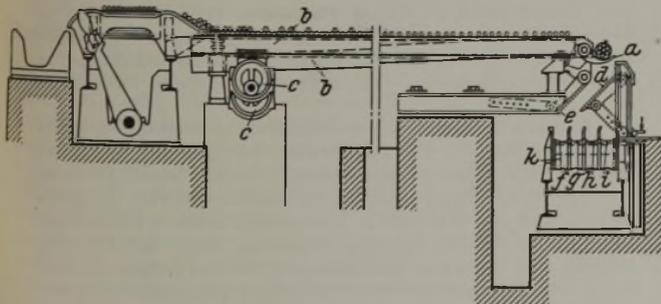
Kl. 18 d, Gr. 2/40, E 44 467. Bei höheren Temperaturen gegen interkristalline Korrosion sichere Gegenstände aus Chrom-Nickel-Stahl. Electro Metallurgical Company, Newyork.

Kl. 31 a, Gr. 3/80, K 151 222. Beschickungsvorrichtung für Öfen zum Schmelzen von Metallen. Erf.: Dipl.-Ing. Paul Wiegardt, Magdeburg. Anm.: Fried. Krupp Grusonwerk, A.-G., Magdeburg-Buckau.

Kl. 42 k, Gr. 20/01, B 184 426. Kupplung für Werkstoffprüfeinrichtungen. Erf.: Hans Jansen, Bochum. Anm.: Bochumer Verein für Gußstahlfabrikation, A.-G., Bochum.

Deutsche Reichspatente.

Kl. 81 a, Gr. 13, Nr. 682 133, vom 15. Juni 1934; ausgegeben am 9. Oktober 1939. Schloemann A.-G. in Düsseldorf. Einrichtung zum Bündeln von auf Länge geschnittenen Walzstäben.



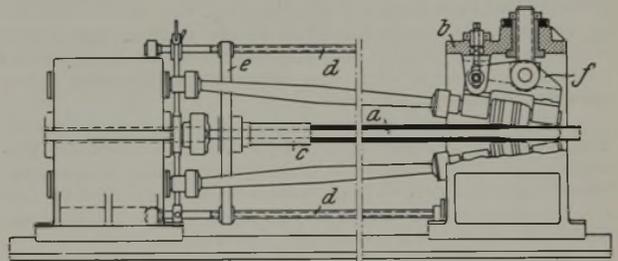
Um die in einem ungeordneten Haufen von der Teilschere kommenden Walzstäbe zu ordnen und während ihrer Förderung auf einer senkrecht zu den Stabachsen verlaufenden Bahn einzeln

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

nebeneinander zu legen und das Einzählen in die Bündeltaschen a zu erleichtern, wird in die Förderbahn ein Rost aus mehreren nebeneinanderliegenden, senkrecht zu den Stabachsen gerichteten Hubbalken b eingebaut, die abwechselnd im Gegentakt durch Exzenter c um nahe an ihrem Ende gelegene Drehpunkte auf und nieder bewegt werden, so daß die Stäbe gerüttelt und gleichzeitig durch Neigung der obersten Fläche des Rostes in der Förderichtung weitergeschafft werden. Die auf den Bündelhaken a verschnürten Bündel gelangen über die verstellbaren Rutschen d und e auf verschiedene Rinnen f, g, h, i des Abfuhrrollganges k.

Kl. 7 a, Gr. 15, Nr. 682 334, vom 16. Januar 1936; ausgegeben am 12. Oktober 1939. Mitteldeutsche Stahlwerke, A.-G., in Riesa. (Erfinder: Emil Skuballa in Beuthen, Oberschl.) Verfahren zur Herstellung nahtloser Rohre aus gelochten Stücken durch Querwalzen über einem angetriebenen Dorn.

Der Dorn a wird durch eine gegen das Gerüst b hin bewegliche Andrückhülse c der Speisevorrichtung geführt, die z. B. durch ein in Spindeln d geführtes Querhaupt e absatzweise vorwärts bewegt wird. Die in gerader Anzahl angeordneten Arbeitswalzen sind



zylindrisch oder so schwach kegelig ausgebildet, daß der Kegel des Einlaufwinkels gleich oder kleiner als die Hälfte des Arbeitskegels ist; die Arbeitswalzen haben einen kugel- oder kegelförmigen Walzenkopf und der Dorn eine kegelige Anlauffläche. Der Lagerträger f ist in geringem Maße in einem Schrägwinkel verstellbar. Die Arbeitswalzen bestehen aus festen und losen Scheiben.

Kl. 49 h, Gr. 36₀₁, Nr. 682 446, vom 18. Mai 1933; ausgegeben am 14. Oktober 1939. Gebr. Böhrler & Co., A.-G., in Berlin. (Erfinder: Dr.-Ing. Franz Rapatz und Alois Eder in Düsseldorf.) Werkstoff für Schweißstäbe, besonders Elektroden für die elektrische Lichtbogenschweißung zur Verbindung von Teilen aus wärmeempfindlichen Baustählen.

Hierfür wird eine Stahllegierung verwendet, die bei einem Kohlenstoffgehalt von höchstens 0,8% 10 bis 40% Ni und 15 bis 1% Mo, Rest Eisen enthält; in der Schweißnaht ergibt sich dabei ein austenitisches Gefüge. Statt Molybdän kann die Legierung eine entsprechende Menge Molybdän und Chrom oder Vanadin oder Vanadin und Molybdän oder auch Titan, Tantal oder Zirkon oder Molybdän und Titan, Tantal oder Zirkon enthalten.

Wirtschaftliche Rundschau.

Der französische Eisenmarkt im Januar 1940.

Die Lage des französischen Eisenmarktes blieb durch die Bemühungen gekennzeichnet, die Erzeugung zu erhöhen, um den Rüstungsbedarf befriedigen zu können und die Voraussetzungen für eine Wiederaufnahme der Ausfuertätigkeit zu schaffen. Inwieweit diese Bemühungen von Erfolg gekrönt waren, läßt sich mit Sicherheit nicht sagen, doch scheint auf Grund halbamtlicher Mitteilungen die Annahme berechtigt, daß die Stahlerzeugung bereits im Dezember mit etwa 750 000 t den Friedensstand leicht überschritten und im Januar eine weitere Erhöhung erfahren hat. Das Rüstungsministerium arbeitet angestrengt darauf hin, ein Monatsergebnis von 840 000 t zu erreichen. Es fragt sich nur, inwieweit der Mangel an Arbeitskräften und nicht zuletzt an Koks die Durchführung der notwendigen Ausbaupläne in der Eisenindustrie überhaupt zulassen wird. Für das ganze Jahr 1939 berechnet der „Deutsche Montandienst“ die Rohstahlerzeugung auf etwa 7,86 Mill. t, womit das gute Ergebnis von 1937 mit 7,90 Mill. t fast erreicht wäre.

Das Ansteigen der Erzeugung hatte in einigen Bezirken eine größere Gleichmäßigkeit in der Arbeit zur Folge, während in anderen immer noch ungünstige Verhältnisse herrschten, soweit der private Bedarf in Frage kam. Die zahlreichen behördlichen Verfügungen, die Verkehrsschwierigkeiten, die noch durch den starken Frost vergrößert wurden, riefen bei vielen für den privaten Bedarf tätigen Betrieben eine beträchtliche Unregelmäßigkeit in der Beschäftigung hervor. Trotz dringenden Vorstellungen haben die zuständigen Stellen bisher eine fühlbare Besserung nicht herbeiführen können.

Das Ausfuergeschäft lag ganz danieder, und die Prüfung der hiermit zusammenhängenden Fragen ist noch nicht zu Ende geführt worden. Die beteiligten Verbände wurden unaufhörlich bei den Behörden vorstellig, um die Freigabe solcher Eisenerzeugnisse durchzusetzen, welche die Werke zu den augenblicklich zu erzielenden günstigen Preisen im Auslande absetzen möchten. In einer Versammlung des Parlamentarischen Handelsausschusses erstattete der Vorsitzende einen Bericht über die Möglichkeiten für die französische Industrie, die durch das Verschwinden des deutschen Wettbewerbs freigewordenen Märkte zu gewinnen. Er wies auf angebliche Schwierigkeiten hin, denen Deutschland beim Absatz seiner Hüttenerzeugnisse in Südamerika und auf dem Balkan begegne, und forderte von den französischen Werken vor allem die Lieferung von Lokomotiven und rollendem Eisenbahnzeug nach diesen Märkten.

Während die französischen Werke einerseits wünschen, rollendes Eisenbahnzeug und Kleiseisenzeug für die ausländischen Eisenbahnen auszuführen, sind sie andererseits beunruhigt über ihre eigene Versorgung mit Werkzeugmaschinen. Zahlreiche Betriebe sind mit Werkzeugmaschinen deutscher Herkunft ausgerüstet, und es entstehen Schwierigkeiten, sich mit Ersatzteilen zu versehen. Die amerikanischen Werke machen gegenwärtig ernstliche Anstrengungen, den französischen Markt zu gewinnen; zweifellos werden sie dort, zum mindesten vorübergehend, ein günstiges Betätigungsfeld finden.

Der französische Gießereiverband hat in einer dringlichen Eingabe den Rüstungsminister auf die Schwierigkeiten der Versorgung mit Bindemitteln für die Kernherstellung hingewiesen. Der Minister hat daraufhin die Gesellschaft für die Einfuhr und die Verteilung von Oelerzeugnissen angewiesen, den Bedarf der Gießereien an diesen Bindemitteln sicherzustellen.

Die Inlandspreise für Eisenerzeugnisse haben sich im Januar insofern geändert, als vom 12. Januar an der in unserem letzten Bericht bereits erwähnten Ausgleichskasse für die Einfuhr¹⁾ ein sich durchschnittlich auf 5 % belaufender Zuschlag zugeführt werden muß. Die neuen Aufschläge werden also zwar von den Verbrauchern bezahlt, kommen aber nicht den Erzeugern zugute und tragen der Verteuerung der Selbstkosten keine Rechnung. Die vom 12. Januar an gültigen Preise für einige wichtige Walzzeugsorten lauten wie folgt: Rohblöcke 1099 Fr, Vorblöcke 1138 Fr, Knüppel 1216 Fr, Platinen 1256 Fr, Stabstahl 1523 Fr, Träger (Normalprofile) 1480 Fr, warmgewalzter Bandstahl 1706 Fr, Grob- und Mittelbleche 1941 Fr, Feinbleche 2286 Fr, Breitflachstahl 1740 Fr und Walzdraht 1766 Fr. Seit Kriegsbeginn schwankt die Preissteigerung für die verschiedenen Erzeugnisse zwischen 16,7 und 18,9 %.

Mit Wirkung vom 1. Februar wird außerdem die französische Rüstungsabgabe von 1 auf 2 % erhöht. Diese Erhöhung soll die weggefallene Patentabgabe ausgleichen. Die Rüstungsabgabe ist ausschließlich von den Erzeugern zu tragen und darf nicht dem Verbraucher aufgebürdet werden, um ein Steigen der Verkaufspreise zu verhindern.

¹⁾ Stahl u. Eisen 60 (1940) S. 58.

Die nationale Vereinigung der französischen Eisenbahnen hat der heimischen Industrie umfangreiche Aufträge erteilt. Die dabei bewilligten Preise stellten sich z. B. Ende Januar für einen Auftrag von 9700 t Schienen und 150 t Kleiseisenbahnzeug wie folgt: 1450 Fr je t für Schienen verschiedener Profile und 1394 Fr je t für Kleiseisenbahnzeug.

Im Verlauf des Monats wurde die Gesellschaft für die Einfuhr und Verteilung von Stahlrohren gegründet mit einem Kapital von 200 000 Fr. Sie wird alle einschlägigen Fragen bearbeiten, soweit sie die nationale Verteidigung, die Behörden, die Industrie und den Handel angehen. Ferner wird sie den Einfuhrbedarf einheitlich zusammenfassen.

Die Schrottvorsorgung ist eine Quelle der Berunruhigung, und man bemüht sich eifrigst, soviel Vorräte wie eben möglich anzulegen. Die Allgemeinheit ist zur Mithilfe aufgerufen worden. Auf jeder Eisenbahnstation ist ein Platz vorgesehen, wohin der Sammelschrott gebracht werden kann. Für 100 kg werden 15 Fr gezahlt, soweit eine Bezahlung gewünscht wird. Im Pariser Bezirk wurden folgende Schrottpreise je t bezahlt: Stahlspäne 270 Fr, schwere Drehstahlspäne 100 Fr, alte Stahlschienen 330 Fr, Ofen- und Topfgußbruch 210 Fr, Gußspäne 150 Fr.

Der belgische Eisenmarkt im Januar 1940.

Im Jahre 1939 wurden in Belgien rd. 3 068 000 (1938: 2 465 000) t Roheisen, 3 036 000 (2 213 000) t Rohstahl und etwa 2 241 000 (1 764 000) t Walzwerks-Fertigerzeugnisse hergestellt. Gegenüber dem Vorjahre nahm die Erzeugung demnach bei Roheisen um mehr als 25 %, bei Rohstahl sogar um rd. 37 % und bei den Fertigerzeugnissen um rd. 27 % zu. Die höchsten Monatsleistungen wurden zum Jahreschluß erzielt. Auch zu Jahresbeginn war die Lage für die Werke unverändert günstig. Die Lieferfristen nahmen erheblich zu, die Erzeugung wies eine abermalige Steigerung auf. Bestände nicht die Unsicherheit der Rohstoffzufuhr, so könnte die Leistungsfähigkeit ohne weiteres erhöht werden. „Cosibel“ gab im Berichtsmonat ungefähr 40 000 t verschiedener Erzeugnisse für die Ausfuhr frei, doch genügte diese Menge nicht, die Beziehungen der belgischen Werke zu ihrer ausländischen Kundschaft im alten Umfang aufrechtzuerhalten, zumal da sich das Verhältnis von Inlandsabsatz zur Ausfuhr gegenüber gewöhnlichen Zeiten völlig geändert hat. Von den Auftragsbuchungen der „Cosibel“ entfielen z. B. im Dezember 1939 69 600 t = 53 % auf das Inland und 63 200 t = 47 % auf die Ausfuhr, während sonst der Inlandsanteil 30 % und der Ausfuhranteil 70 % ausmachte. Die für die Ausfuhr freigegebenen Mengen waren daher sehr schnell vergriffen, wobei der Verkauf zu entsprechend erhöhten Preisen erfolgte. Die hauptsächlichsten Abnehmer waren Holland, Schweden, Norwegen, die Schweiz und verschiedene Mittelmeerländer. Die letztgenannten kauften nur Handelsstabstahl, da die Amerikaner Bleche zu Preisen anboten, die unter den belgischen Preisen lagen. Die Vereinigten Staaten verkauften außerdem Grobbleche nach Dänemark trotz den Verkehrsschwierigkeiten und den hohen Frachten. Auf den Eisenbörsen bekräftigte man die Ausfuhrpolitik der belgischen Werke, die viel zu hohe Preise auf den Ausfuhrmärkten forderten, wovon nur die amerikanische Industrie Nutzen zöge.

Im Verlauf des Monats war der Markt nach wie vor sehr lebhaft. Die Verbraucher erteilten für alle Erzeugnisse dringende Aufträge. Die Händler versuchten neue Bestellungen unterzubringen, um ihre Lagerbestände aufzufüllen. Da die Erzeugung dem Bedarf nicht zu folgen vermochte, verlängerten sich die Lieferfristen weiter. Auch Brennstoffmangel begann sich fühlbar zu machen, so daß zahlreiche Werke Arbeitseinschränkungen ins Auge faßten. Mehrere Werke nahmen keine neuen Bestellungen mehr an.

Im Inlande deckten sich die Konstruktionswerkstätten weiterhin regelmäßig ein. Die Lieferfristen betrugten mindestens zwei Monate. Sehr stark gefragt waren Handelsstabstahl, Formstahl und Bandstahl. Nach Grobblechen bestand weiterhin dringender Bedarf, und das Geschäft in Feinblechen sowie in Drahterzeugnissen zeigte eine beträchtliche Besserung. Nach Eisenbahnbauzeug und rollendem Eisenbahnzeug bestand fortgesetzt Nachfrage. Im Gegensatz zur Lage bei Kriegsbeginn stand nicht mehr die Frage der Versorgung mit Werkstoffen allein im Vordergrund, sondern hinzu trat die nach Eindeckung mit Fertigerzeugnissen. Ferner waren die Verbraucher hauptsächlich darum bemüht, kürzere Liefer- oder Versandfristen zu erhalten.

Ende Januar war die Geschäftstätigkeit weniger fieberhaft, so daß sich der Markt etwas beruhigen konnte. Auslandsaufträge gingen immer noch zahlreich ein. England blieb der Hauptabnehmer. Die Ausführung der Bestellungen auf 245 000 t Halbzeug, die bis zum 15. Februar geliefert werden müssen, nahm ihren

Fortgang. Die ausländischen Verbraucher erhoben gegen die Höhe der Preise Einspruch. Während Grobbleche und Handelsstabstahl weiterhin leicht unterzubringen waren, so gilt das gleiche nicht für Feinbleche. Der Druck der Kundschaft auf die Preise hatte anscheinend Erfolg. Bemerkenswert ist noch, daß die amerikanischen Werke, die mit den belgischen auf zahlreichen Märkten im Wettbewerb stehen, sogar versuchten, in Belgien selbst Aufträge hereinzuholen. Sie boten hauptsächlich Schiffsbleche an.

Die belgischen Werke erhielten verschiedene bedeutende Aufträge auf Eisenkonstruktionen für den Osten, Südafrika und den Kongo. Umfangreiche Aufträge werden aus Brasilien und Siam erwartet, ebenso aus Argentinien auf rollendes Eisenbahnzeug.

In Gießereiroheisen kam es Anfang Januar zu neuen Geschäftsabschlüssen auf einer Preisgrundlage von 820 bis 850 Fr je t ab Grenze. Phosphorarmes Roheisen kostete 950 bis 1000 Fr ab Werk je nach Zusammensetzung. Hämatit besonderer Beschaffenheit war gefragt und knapp; die Preise zogen weiter an. Im Verlauf des Monats versteifte sich die Lage, und die Preise waren angesichts einer Verknappung der Erzeugnisse sehr fest. Ende Januar bestand eine beträchtliche Nachfrage nach fast allen Sorten, der die Werke nur teilweise entsprechen konnten; Thomasroheisen kostete 800 Fr ab Werk, Gießereiroheisen mindestens 875 Fr, doch war die Kundschaft bereit, für schnellere Lieferung bis zu 900 Fr zu zahlen. Der Preis für phosphorarmes Roheisen betrug 980 bis 1025 Fr ab Werk, für Hämatit mindestens 1200 Fr ab Werk, wobei Hämatit für die Gießereien auf 1350 bis 1400 Fr anzog.

In Brüssel ist vor einigen Tagen nunmehr offiziell das *Comptoir des Fontes de Moulage* (Gießereiroheisenverband) mit einem Kapital von 500 000 Fr gegründet worden. Der Hauptteil des Kapitals ist von luxemburgischen, ein größerer Teil auch von französischen Firmen gezeichnet worden. Die Gründung dürfte im Zusammenhang mit der belgisch-luxemburgisch-französischen Marktregelung für den belgischen Markt bestehen. Gleichzeitig soll sich die Geschäftstätigkeit des Verbandes auch auf die internationalen Roheisenmärkte erstrecken.

Die Nachfrage nach Halbzeug blieb zu Monatsanfang unverändert groß, und die Lieferfristen waren tatsächlich unannehmbar. England blieb der bedeutendste Abnehmer, aber die inländischen Weiterverarbeiter bestanden ebenfalls auf der Deckung ihres sehr dringenden Bedarfes. Hinzu kamen die Bemühungen der Lagerhalter um Auffüllung ihrer Vorräte, die aber nur teilweise zu einem Erfolge führten. Die Werke setzten weder die Preise herab, noch verkürzten sie die Lieferfristen. Vorgewalzte Blöcke kosteten im Inlande nominell 1240 Fr und Platinen 1300 Fr, für die Ausführung 1200 und 1500 bis 1600 Fr je t fob Antwerpen.

Der Bedarf an Schweißstahl blieb während des ganzen Monats gut, ohne außergewöhnlich hoch zu sein. Die Lieferfristen nahmen zu. Die Inlandspreise stellten sich für Nr. III auf ungefähr 1600 Fr, für Nr. IV auf 2100 Fr und für Nr. V auf 2900 Fr.

Handelsstabstahl wurde nach wie vor sehr stark begehrt. In Sondergütern gaben die Werke keine Lieferfristen mehr bekannt. Hauptabnehmer waren die skandinavischen Länder, Holland und die Schweiz. Die Preise zogen weiter an. Holland erteilte einen Auftrag auf 15 000 t Stabstahl. Erzeugnisse aus Sonderstahl blieben bevorzugt; die Werke sind jedoch für mehrere Monate mit Aufträgen versehen und wünschen im Augenblick keine weiteren Verpflichtungen einzugehen. Der Bedarf des In- und Auslandes hielt im Verlauf des Monats unverändert an. Erst in den letzten Januararten bemerkte man einen ziemlich kräftigen Widerstand der Kundschaft gegen die Preise und einen Rückgang der Abschlüsse. Die Mindestgrundpreise für Stabstahl stellten sich fob Antwerpen auf 1600 bis 1700 Fr und für Träger auf 1575 bis 1650 Fr. Je nach dem Umfang der abgeschlossenen Geschäfte muß man zu diesen Preisen noch mindestens 150 Fr hinzurechnen. Verschiedentlich wurde dieser Zuschlag noch erheblich überschritten, doch war für große Bestellungen ein Preis von 1900 Fr anscheinend nicht zu erzielen. Im Inland betrug der Mindestpreis für Handelsstabstahl und Träger 1375 Fr, stellte sich aber in Wirklichkeit auf 1500 Fr.

Der Blechmarkt erfreute sich weiterhin sehr großer Lebhaftigkeit, was besonders für Mittel- und Grobbleche gilt. Bleche aus gewöhnlichem weichem Thomasstahl, kistengeglüht und gerichtet, kosteten zwischen 1800 und 2275 Fr je t, verzinkte Bleche (0,5 mm) mit hoher Verzinkung 4100 Fr, 8- bis 10-mm-Bleche 2590 Fr. Ende Januar machte sich eine leichte Abschwächung bemerkbar. Zwar blieben Grobbleche gut gefragt, aber in Feinblechen hielt sich die Kundschaft merklich zurück. Die Preise waren lebhaft umstritten. Lagen sie zu Monatsanfang bei 1900 Fr je t, so stellten sie sich Ende Januar auf 1800 Fr. Bleche aus gewöhnlichem weichem Thomasstahl, kistengeglüht und gerichtet, kosteten 1950 bis 2425 Fr, verzinkte Bleche von 0,5 mm 4200 Fr und von 8 bis 10 mm 3030 Fr.

Der Markt für Draht und Drahterzeugnisse war im Berichtsmontat zufriedenstellend. Zahlreiche in- und ausländische Geschäfte kamen zustande, und die Werke verlängerten die Lieferfristen.

Der Schrottmarkt war im Januar uneinheitlich. Die Nachfrage blieb beträchtlich, doch lehnten es die Verkäufer ziemlich häufig ab, Angebote zu machen. Soweit Geschäfte abgeschlossen werden konnten, versuchten die Verbraucher auf die Preise zu drücken, die jedoch fest blieben. Diese Preislage wurde noch Ende Januar durch die Verdingungsergebnisse der belgischen Eisenbahnen unterstrichen, bei denen ein neuer Preisanstieg festzustellen war. So wurden in den letzten Monatstagen folgende Preise erzielt: Stahldrehspäne 400 Fr, Gußspäne 470 Fr, Hochofenschrott 470 bis 570 Fr, Siemens-Martin-Schrott 590 Fr, Ofen- und Topfgußbruch 750 Fr, Maschinengußbruch 750 Fr, Stahl-schienen 800 Fr.

Buchbesprechungen.

Renesse, Herwarth v., Dr.-Ing.: Werkstoff-Ratgeber. Essen: Buchverlag W. Girardet 1939. (399 S.) 8°. Geb. 8,40 RM.

Metall-Technisches Taschenbuch. In Gemeinschaft mit befreundeten Fachgenossen und Mitarbeitern zusammengestellt von William Guertler, o. Professor und Direktor des Instituts für Metallurgie und Werkstoffkunde an der Technischen Hochschule Dresden, Vorsteher des Instituts für angewandte Metallkunde an der Technischen Hochschule Berlin. Mit 445 Abb. im Text u. 8 Lichtbildtaf. Leipzig: Johann Ambrosius Barth 1939. (X, 370 S.) 8°. 48 RM., geb. 50 RM.

Beide Bücher dienen, dem ersten Eindruck nach, gemeinsamen Aufgaben.

H. v. Renesse bringt in einem „Werkstoff-Ratgeber“ eine Zusammenfassung, mit deren Hilfe sich jeder, ob Techniker, Handwerker oder Kaufmann, einen zuverlässigen, dem neuesten Stande entsprechenden Ueberblick über technisch besonders wichtige metallische und nichtmetallische Werkstoffe verschaffen kann. Abgestellt ist dieser Ratgeber vor allem auf praktische Bedürfnisse. Er erstrebt daher keine erschöpfende Behandlung und wissenschaftliche Begründung jeder Tatsache; die bewährten Handbücher und sonstiges Fachschrifttum für die einzelnen Werkstoffgebiete sucht er keineswegs entbehrlich zu machen. Seine Aufgabe ist vielmehr eine zusammenfassende Darstellung. Diesem Zweck dienen auch zahlreiche, die Neuerscheinungen der letzten Zeit berücksichtigende Schrifttumshinweise.

Der Werkstoff-Ratgeber will helfen, neue Stoffe bekannt zu machen. Diesen wurde daher eine Sonderstellung eingeräumt. Den Erfordernissen des Vierjahresplanes ist weitgehend dadurch Rechnung getragen, daß sich bei jedem Werkstoff auch Angaben über seine Bewertung im Sinne der Heimstoffe sowie über Sparmöglichkeiten finden. Um zur Verbreitung unentbehrlicher Werkstoffkenntnisse beizutragen, ist Wert darauf gelegt worden,

den Ratgeber zu einem für weiteste Kreise erschwinglichen Preise herauszubringen.

Das Buch behandelt in getrennten Abschnitten Magnesium, Aluminium, Zink, Kupfer, Nickel, Blei, Zinn mit ihren Legierungen sowie Eisen und Stahl. Weitere Abschnitte befassen sich mit Kunststoffen, Lagermetallen, Holz, Glas, keramischen Stoffen, natürlichem und künstlichem Kautschuk sowie schließlich mit Verbundstoffen.

Das Buch hat den unbedingten Vorzug, daß die verschiedensten Werkstoffe vollkommen sachlich in ihm beurteilt werden. Von einer Ueberbewertung neuer Werkstoffe gegenüber alten, wie z. B. Stahl und Gußeisen, wird schon allein auf Grund der umfassenden Allgemeinkenntnis des Verfassers abgesehen. Manche Ausdrucksformen in dem Abschnitt „Eisen und Stahl“ muten wohl etwas fremdartig und ungewohnt an; der Verfasser, der anscheinend nicht Eisenhüttenmann ist, hat sich hier, abweichend von der Art der Behandlung der übrigen Werkstoffe, mit den theoretischen Unterlagen zu befassen versucht. Abgesehen davon, daß dies nicht in den Rahmen des Buches paßt, sind dadurch viele Darstellungen — mild ausgedrückt — verschwommen. Es würde zu weit führen, im einzelnen darauf einzugehen. Man darf dabei jedoch nicht vergessen, daß das Buch ausdrücklich für Techniker, Handwerker und Kaufleute geschrieben ist.

Für eine schnelle Unterrichtung, ob dieser oder jener Werkstoff für einen bestimmten Zweck überhaupt in Betracht zu ziehen ist, wird das Buch wertvolle Hilfe leisten. Soweit bereits Normen festliegen, sind sie in glücklicher Form in den Text stets eingefügt.

W. Guertler hat sich in seinem neuen Taschenbuch die Aufgabe gestellt, von der bisher üblichen Form ähnlicher Handbücher abzugehen und die schaubildliche Darstellung zu bevorzugen; statt langer Zahlentafeln und textlicher Erläuterungen ist fast

durchweg das Bild gewählt worden. In diesem Sinne werden die wichtigsten Werkstoffkennzahlen in Abhängigkeit von Temperatur, Zeit, Druck, Vorbehandlung usw. gebracht. Da die meisten Koordinatenteile im Millimetermaß vorgenommen worden sind, ist es mit Hilfe einer Millimeterteilung möglich, einen bestimmten Wert schnell aus den Schaubildern abzulesen; die Genauigkeit der Ablesungen liegt bei rd. 1 % des gesuchten Wertes.

Die stellenweise äußerst kurz gefaßte Kurvendarstellung setzt eine gewisse Vertrautheit mit dem Stoff oder mit den gesuchten Gesetzmäßigkeiten voraus. So wendet sich das Taschenbuch bewußt an den metalltechnischen Fachmann, wobei es das Aufsuchen schnell benötigter Unterlagen in möglicher Vollständigkeit vermitteln soll.

Es ist als besonderer Vorzug dieser Neuerscheinung zu werten, daß die Metalle, vor allem auch die technisch wichtigsten Legierungen ohne Bevorzugung der Stähle oder der Nichteisenmetalle, stets vom rein metallkundlichen Standpunkt aus in ihren physikalischen Eigenschaften zusammengefaßt sind. Auf die Wiedergabe chemischer Konstanten und Eigenschaften wird, abgesehen von einigen wichtigen Zahlen, verzichtet; so wird die Korrosion der Metalle nur gestreift. Andererseits werden die wichtigsten Gesichtspunkte und Fragen, die mit der gegenwärtigen Werkstoffumstellung zusammenhängen, berücksichtigt. Es ist selbstverständlich, daß der Verfasser hierbei nur gewisse einheitliche Richtlinien zusammenstellen konnte, ohne auf die äußerst rege Entwicklungsarbeit der letzten Zeit einzugehen.

In dem Abschnitt über das technologische Verhalten der Metalle — Festigkeit, Härte, Dehnung, Formänderungsvermögen usw. — wird eine Fülle neuartiger Darstellungsweisen angewendet. Obwohl hier einige Eigenschaften nur gestreift werden (Warmstreckgrenze, Verformungs- und Verfestigungsvorgänge), ist die immer wieder betonte Gegenüberstellung der Eigenschaften verschiedenster Metalle in einem gemeinsamen Schaubild von großer Uebersichtlichkeit. Die Wechselfestigkeit und deren Beziehung zu anderen Werkstoffkennzahlen wird nur gelegentlich berührt.

Die Zusammenstellung der gebräuchlichsten Mikroskope und der verschiedenen Festigkeitsprüfmaschinen überrascht durch ihre Ausführlichkeit. Auch in diesen beiden Abschnitten würde die Zusammenfassung alles Wesentlichen in kurzer schematischer oder schaubildlicher Form, ähnlich der in anderen Abschnitten bewährten Art, sich dem Rahmen des Buches gut einfügen.

Unter den zahlreichen Teilabschnitten hebt sich die Zusammenstellung der Hartmetallegerierungen, der Rekristallisations-Schaubilder, der Wärmebehandlungsfragen bei Stählen und technischen Metallegerierungen, der Löt- und Schweißmittel, sowie eine ausführliche Tafel über Zusammensetzung und Festigkeitseigenschaften legierter Stähle durch besondere Zweckmäßigkeit in Anordnung und Uebersicht hervor. Eine Zusammenstellung des wichtigsten metallkundlichen Schrifttums (leider fehlen die gebräuchlichen abgekürzten Zeitschriftentitel) und ein kleines Verzeichnis von Legierungsnamen beschließen den textlichen Teil; eine Erweiterung dieses Verzeichnisses wäre für seine praktische Nutzenanwendung notwendig.

In der Hand des unkundigen Lesers können die den einzelnen Abschnitten oft vorangestellten allgemeinen Gesichtspunkte und kurzen Richtlinien leicht zu Mißverständnissen führen; es sei auch darauf hingewiesen, daß zuweilen die Angaben — vielleicht unter dem Zwang der gedrängten Darstellung — nicht einwandfrei sind oder zu irigen Schlußfolgerungen führen müssen. Um die große Linie als Nachschlagewerk zu wahren, kann sich aber das handliche Werk nicht in Sonderfragen mit tiefergreifenden Abhandlungen verlieren. Aus dem gleichen Grunde sind die nur spärlich vorhandenen Quellenangaben auf wenige Fälle beschränkt. Es ist verständlich, daß ein Werk mit so grundlegendem neuem Vorgehen in der Art des stofflichen Aufbaus und der schaubildlichen Wiedergabe nicht ausgereift vorliegen kann. So haben sich Druckfehler und Wiedergabeschwierigkeiten eingestellt; Gliederung und absatzweise Einteilung sind nicht klar genug herausgearbeitet worden. Der Verfasser ist sich all dieser Schwierigkeiten einer Neuerscheinung wohl bewußt und regt einleitend für die beabsichtigte Neuauflage die Mitarbeit und kritische Stellungnahme seines Fachkreises an. Hier ist der Grundstein zu einem Werk gelegt, das später auch dem anspruchsvollen Metallkundler mit Rat zur Seite stehen wird, jedoch schon in der heutigen Form für Versuchsfelder und Laboratorien gleich wertvoll ist.

Die beiden Bücher sind also für zwei verschiedene Leserkreise gedacht und deshalb nicht ohne weiteres vergleichbar. Während v. Renesse durch den Titel „Werkstoff-Ratgeber“ bereits zum Ausdruck bringt, daß er ganz allgemein über die Anwendung technischer Werkstoffe praktisches Wissen vermittelt, gibt Guertler dem metallkundlich geschulten Forscher und Ingenieur in seinem „Metalltechnischen Taschenbuch“ eine Fülle von tech-

nischen und wissenschaftlichen Angaben. Beide Bücher, besonders das Guertlersche, sind das Ergebnis einer mühseligen Kleinarbeit und werden, jedes an seinem Platze, wertvolle Hilfe leisten.

Wilhelm Ruttmann und Wilhelm von Kronenfelds.

Bining, Arthur Cecil, Ph. D.: Pennsylvania iron manufacture in the eighteenth century. (Mit zahlr. Abb.) Harrisburg: (Commonwealth of Pennsylvania) 1938. (227 S.) 8°. Geb.

(Publications of Pennsylvania Historical Commission. Vol. 4.)

Bei der Entdeckung Amerikas war den Eingeborenen, den nordamerikanischen Indianern, Inkas und Azteken, das Eisen unbekannt. 1585 fand Richard Grenville in Nord-Carolina Eisenerz. Zwanzig Jahre später wurde Virginia die erste englische Kolonie in der neuen Welt, von wo im Jahre 1608 die erste Eisenerzsendung zum Probeschmelzen nach England ging. Im Jahre 1621 wurden die ersten Eisenhütten in der Nähe von Jamestown gebaut, die aber bereits im nächsten Jahre durch Indianer vollständig zerstört wurden. In Massachusetts kamen um 1640 zwei Hütten und in Connecticut im Jahre 1657 ein Hochofen und ein Frischfeuer in Betrieb. Ihnen folgten Anlagen in New Jersey und in Maryland. In Pennsylvanien begann die Eisenverhüttung erst zu Beginn des 18. Jahrhunderts; sie entwickelte sich dann aber so schnell, daß sie bereits um die Mitte des Jahrhunderts die Führung unter den nordamerikanischen Eisenerzgebieten übernahm. Das Werden und Wachsen dieser Eisenindustrie bis zum Ende des 18. Jahrhunderts bildet den Inhalt der vorliegenden Schrift, die, auf Grund zahlreicher Quellen entstanden, ein lückenloses Bild der Anfänge jener Eisenindustrie vermittelt, die auch heute noch zu den führenden der Vereinigten Staaten gehört.

Herbert Dickmann.

Vereins-Nachrichten.

Verein Deutscher Eisenhüttenleute.

Änderungen in der Mitgliederliste.

- Goossens, Heinrich, Hamburg 37, Isestr. 127. 33 038
 Kimla, Eugen, Dipl.-Ing., Leiter der Stahlwerkslaboratorien der Witkowitz Bergbau- u. Eisenhütten-Gewerkschaft, Mähr. Ostrau-Witkowitz; Wohnung: Mähr. Ostrau-Zabrzez, Egerlandstr. 21. 40 073
 Koppe, Gerhardt, Hütteningenieur, Betriebsassistent, Deutsche Edelstahlwerke A.-G., Abt. Blechwalzwerk, Krefeld; Wohnung: Rheinhausen, Kruppstr. 204. 35 288
 Linder, Friedrich Wilhelm, Dipl.-Ing., Fried. Krupp A.-G., Martinwerk III, Essen; Wohnung: Rellinghauser Str. 169. 36 254
 Rudnik, Karl, Dr.-Ing., Direktor, Ruhrstahl A.-G., Annener Gußstahlwerk, Witten-Annen; Wohnung: Schlageterstr. 7. 29 163
 Schürmann, Herbert, Dipl.-Ing., Mitteldeutsche Stahlwerke A.-G., Lauchhammerwerk Gröditz, Elektrostahlwerk, Gröditz über Riesa; Wohnung: Feldstr. 11. 33 121
 Wurm, Fritz, Hütteningenieur, Geisweider Eisenwerke A.-G., Geisweid (Kr. Siegen); Wohnung: Rudolf-Schöntal-Str. 37 496

Gestorben:

- Feldhege, Paul, Obergeringenieur, Mülheim (Ruhr). * 23. 10. 1878. † 4. 2. 1940.
 Herwig, August, Dillenburg. † 8. 2. 1940.
 Mooch, Carl von, Hüttendirektor i. R., Oberdollendorf. * 16. 9. 1874, † 7. 2. 1940.
 Stähler, Hermann, Direktor, Eichen. * 19. 12. 1878, † 14. 2. 1940.
 Stoessel, Paul, Fabrikbesitzer, Osterath. † 11. 2. 1940.

Neue Mitglieder.

A. Ordentliche Mitglieder:

- Eggelsmann, Fritz, Dipl.-Ing., Abteilungsleiter, Gesellschaft für Lindes Eismaschinen A.-G., Abt. Werkstoffprüfung, Hölle, riegelskreuth; Wohnung: Pullach (b. München), Gistelstr. 84. 40 085
 Feilen, Josef, Dr.-Ing., Remscheid-Lennep, Schillerstr. 10. 40 086
 Kaminski, Ludwig, Betriebsingenieur, Bismarckhütte A.-G., Bismarckhütte (Oberschles.); Wohnung: Hermann-Göring-Straße 43. 40 087
 Keup, Albert, Dipl.-Ing., Betriebsassistent, Eisen- u. Hüttenwerke A.-G., Bochum; Wohnung: Weiherstr. 82, I. 40 088
 Langlotz, Josef, Ingenieur, Louis Roessler G. m. b. H., Wien VII; Wohnung: Lerchenfelder Str. 129. 40 089
 Specka, Ernst, Ingenieur, Hydrierwerk Scholven A.-G., Gelsenkirchen-Buer; Wohnung: Diesingweg 34. 40 090

B. Außerordentliche Mitglieder:

- Dubois, Rolf, cand. rer. met., Berlin-Charlottenburg 2, Knesebeckstr. 88, Gartenhaus I, r. 40 091