

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 50

15. DEZEMBER 1938

58. JAHRGANG

Einflußgrößen bei Korrosionsversuchen.

Von Professor Dr. Albert Portevin in Paris.

[Bericht Nr. 451 des Werkstoffausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute*].

(Grundsätzliche Anforderungen an eine Prüfung. Kennzeichnung und Auswahl des Oberflächenzustandes der Proben für Korrosionsversuche. Entnahme der Proben unter Berücksichtigung des Einflusses von Seigerungen auf das Korrosionsverhalten. Einfluß des Zunders und der Passivierung. Gleichhalten der Prüfbedingungen, besonders beim Wechseltauch- und Salzwassersprühversuch, als wesentliche Voraussetzung für die Erzielung wiederholbarer Ergebnisse; Ueberwachung durch Vergleichsproben. Reinigung und Kennzeichnung der Probenoberfläche nach dem Versuch. Notwendigkeit der Untersuchung der Korrosionserzeugnisse. Vergleich der Laboratoriumsversuchsergebnisse mit dem Betriebsverhalten.)

Die Prüfungen der Metalle auf ihre chemische Beständigkeit entwickeln sich immer mehr und werden immer zahlreicher, so daß es nützlich zu sein scheint, eine Auswahl unter ihnen zu treffen oder zumindest auf die Ausmerzung der Versuchsarten hinzuwirken, die den grundsätzlichen Anforderungen an eine Prüfung nicht entsprechen. Diese sind:

1. Zuverlässigkeit oder Wiederholbarkeit nach Zeit und Umfang, d. h. Erzielbarkeit gleichwertiger, wenn nicht derselben Ergebnisse, gleichgültig, wann und durch wen der Versuch ausgeführt wird;
2. kennzeichnendes Ergebnis, d. h. Lieferung einer Wertreihe entsprechend der Betriebsbewährung;
3. Empfindlichkeit und Genauigkeit, d. h. eindeutige Unterscheidung der verschiedenen Versuchswerkstoffe mit verhältnismäßig kleiner Streuung für jeden einzelnen Werkstoff;
4. Schnelligkeit und Genauigkeit, so daß der Versuch ohne große Kosten häufig wiederholt werden und deshalb wirksam sein kann.

Ich will mich hier nur mit den beiden ersten Forderungen beschäftigen, die bei Korrosionsversuchen schwieriger als bei allen physikalischen und mechanischen Prüfungen erfüllbar zu sein scheinen. Auch dabei werde ich mich auf einige Versuchsbedingungen beschränken, die, ohne neu zu sein, von meinen Mitarbeitern und mir in der letzten Zeit besonders behandelt worden sind, und zwar bei den Ausgangsbedingungen — vor dem Versuch —:

- I. Kennzeichnung und Auswahl des Oberflächenzustandes (in geometrischer, physikalischer und chemischer Beziehung),
- II. Entnahme der Proben und Bedeutung der Seigerung bei den gewöhnlichen Stählen,
- III. Einfluß des Zunders und der Passivierung;

*) Herr Professor A. Portevin hatte sich liebenswürdigerweise bereit erklärt, in der Vollversammlung des Werkstoffausschusses am 22. Juni 1938 über ein Thema aus seinem besonderen Arbeitsgebiet einen Vortrag zu erstatten. Für diese Liebenswürdigkeit sei ihm auch hier verbindlich gedankt. — Sonderdrucke des vorstehenden Berichts sind vom Verlag Stahleisen m. b. H., Düsseldorf, Postschließfach 664, zu beziehen.

- bei den Arbeitsbedingungen während des Versuchs selbst:
- IV. Einfluß verschiedener Versuchsbedingungen auf die Gleichmäßigkeit der Ergebnisse,
 - V. Eichung der Versuche;

bei der Kennzeichnung der Versuchsergebnisse nach Stärke und Gleichmäßigkeit:

- VI. Festlegung des Oberflächenzustandes und Reinigung nach dem Versuch,
- VII. Prüfung der Korrosionserzeugnisse,
- VIII. Vergleich der Laboratoriums-Versuchsergebnisse mit dem Betriebsverhalten.

I. Kennzeichnung und Auswahl des anfänglichen Oberflächenzustandes.

Die Korrosion hängt als Oberflächenvorgang natürlich vom Oberflächenzustand ab, der in bestimmten Fällen ausschlaggebend ist. Die Oberfläche ändert sich infolge der chemischen Einwirkungen und muß betrachtet werden

1. vor der Korrosion, d. h. im Ausgangszustand,
 2. während der Korrosion, besonders soweit es den Einfluß der Korrosionserzeugnisse auf den Korrosionsvorgang betrifft,
 3. nach der Korrosion, d. h. im Endzustand, vor allem wegen seiner Rückwirkung auf die Eigenschaften des Metalls.
- Zumindest muß dieser Oberflächenzustand zu Anfang und am Ende, d. h. vor und nach der Korrosion, bestimmt oder gekennzeichnet werden, und zwar in dreifacher Richtung:

- a) in geometrischer Hinsicht, d. h. nach der räumlichen Beschaffenheit der Oberfläche im mikroskopischen oder makroskopischen Maßstab, wodurch der Rauheits- oder der Polierzustand gekennzeichnet wird;
- b) in physikalischer und kristallographischer Richtung, wobei Besonderheiten wie Kaltverformung, Stauchen, Amorphwerden und Rekristallisation zu berücksichtigen sind;
- c) nach der chemischen Seite, wobei ein Verlust an Legierungselementen (z. B. Entkohlung und Oxydation bei Stählen, Entzinkung bei Messing) oder umgekehrt Adsorption, Bildung von Häutchen oder Niederschlägen usw. zu berücksichtigen sind.

Die Kennzeichnung des Oberflächenzustandes ist meist sehr roh und nur qualitativ und beschränkt sich auf Bezeichnungen wie poliert oder Walzzustand für die Verhältnisse vor der Korrosion oder Grübchenbildung, oxydierte Oberfläche usw. für die Verhältnisse nach der Korrosion. Das ist aber nach meiner Meinung vollkommen unzulänglich.

Für Versuche muß man einen in den erwähnten drei Richtungen möglichst eindeutig gekennzeichneten Zustand auswählen; bei praktischen Korrosionsversuchen, die ein Urteil über den Gebrauchswert der Versuchsstoffe zulassen sollen, muß dabei der Ausgangszustand der der Verwendung des Metalls sein.

Es ist sehr schwer, die drei Bedingungen der eindeutigen Oberflächenkennzeichnung gleichzeitig zu erfüllen. Als geometrisch einfachen und klar gekennzeichneten Zustand kann man z. B. die polierte Oberfläche wählen, aber diese ist physikalisch häufig schlecht zu beurteilen. Das mechanische Polieren hat in Wirklichkeit die Bildung einer kaltverformten Oberflächenschicht und der amorphen Beilby-Schicht zur Folge, die häufig noch von einem Oxydhäutchen überdeckt ist, wobei die Dicke dieser Häutchen häufig unbekannt und unregelmäßig ist¹⁾. Um einen physikalisch eindeutigen Zustand zu erhalten, müßte man deshalb die ganze durch die mechanische Bearbeitung der Probe (Kaltwalzen, Ziehen, Zerschneiden, Polieren usw.) geänderte Oberflächenschicht entfernen, indem man sie chemisch auflöst. So geht man auch bei der Verarbeitung von dünnen Proben für die spektrographische Untersuchung mit Röntgenstrahlen vor. Aber dieses chemische Beizen ist ein Korrosionsvorgang, der einen geometrisch wechselnden Zustand zurückläßt, der in jedem Falle gekennzeichnet werden müßte. Noch viel weniger eindeutig sind die Oberflächen zu kennzeichnen, die sich aus der üblichen betriebsmäßigen Verarbeitung, wie dem Warmwalzen und der Zerspannung, ergeben. Wenn das Warmwalzen auch gewöhnlich keine merkbare Kaltverformung hinterläßt, so hinterläßt sie dafür auf der Oberfläche eine Oxydschicht oder Zunder, deren Natur, Dicke, Porigkeit und Zusammenhang einen großen Einfluß auf die Korrosion haben können. Die mechanische Bearbeitung ruft dagegen eine kaltverformte Schicht hervor, deren geometrischer Zustand dazu jeweils ermittelt werden muß.

Zur Kennzeichnung oder Bewertung des geometrischen Zustandes von Oberflächen gibt es zahlreiche Verfahren, die ich kürzlich zusammengestellt habe²⁾. Sie werden bei Korrosionsversuchen meist vernachlässigt; allenfalls hat man von den optischen und den mikroskopischen Verfahren Gebrauch gemacht. Die mikroskopische Prüfung, die zur Kennzeichnung des Zustandes nach der Korrosion angewendet wird, lehrt nichts über die Tiefe und die Ausdehnung von Oberflächenunebenheiten, die aber

¹⁾ Bei reinem Kupfer und Aluminium kann man zur Vermeidung dieser mechanischen Störungen der Oberfläche das elektrolytische Polieren von P. Jaquet (Rev. Métall., Mém., 35 (1938) S. 44) anwenden.

²⁾ A. Portevin: Métaux 13 (1938) S. 43.

als wesentliche Merkmale zu berücksichtigen sind. Die optische Untersuchung, vor allem unter Verwendung der photoelektrischen Zelle, wie ich sie schon vor langem empfohlen habe³⁾, scheint nur in besonderen Fällen anwendbar zu sein: für bearbeitete Oberflächen und zur betriebsmäßigen Kennzeichnung der Färbung, wie es R. Toussaint⁴⁾ getan hat, sowie bei schwachen Korrosionserscheinungen⁵⁾. Sie gibt aber gar keinen Hinweis auf etwaige interkristalline Korrosion⁶⁾ und wird bei tiefgehenden Korrosionserscheinungen wertlos.

Um diese Erscheinungen vollständig zu erfassen, muß man die Aufzeichnung des Oberflächenprofils heranziehen, wie ich es mit E. Herzog⁷⁾ getan habe. Die Möglichkeit dazu ist schon durch verschiedene mechanische oder optische Vergrößerungsverfahren verwirklicht worden, die selbsttätig die Profile für bearbeitete Oberflächen aufzeichnen. Bei diesen sind aber die Profile weniger unregelmäßig als bei bestimmten korrodierten Oberflächen, so daß wir auf die mechanische Aufzeichnung verzichteten und zur Aufnahme nach Punkten übergehen mußten, von denen Bild 1 Beispiele wiedergibt.

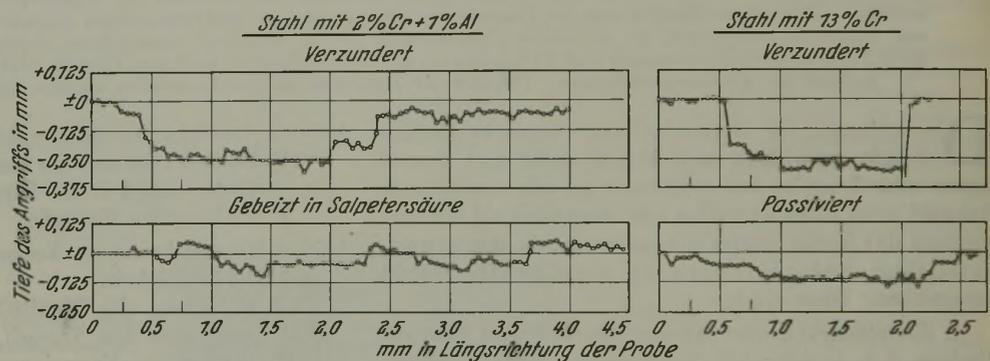


Bild 1. Ausbildung der Oberfläche nach einmonatigen Wechseltauchversuchen in Meerwasser mit zwei verschiedenen vorbehandelten Stählen.

Da diese viel langwieriger und mühsamer ist, benutzen wir gleichzeitig zwei andere Verfahren zur überschläglichen Kennzeichnung der räumlichen Ausdehnung von Korrosionsgrübchen:

das pneumatische Verfahren in Zusammenarbeit mit P. Nicolau^{8a)} bei Anwendung des Solex-Mikrometers, das sich noch im Versuchszustand befindet; man erhält eine Kennzahl, die von der mittleren Ordnung des Oberflächenprofils abhängt;

das Gewichtungsverfahren, bei dem die oberflächlichen Hohlräume durch einen Stoff wie Paraffin ausgefüllt werden, worauf man dessen Gewicht durch Auflösung und anschließende Verdampfung des Lösungsmittels ermittelt. Man erhält eine Kennzahl, die vom mittleren Rauminhalt der Hohlräume abhängt.

Diese beiden letzten Verfahren lassen sich schneller durchführen, geben aber weder die größte Tiefe noch die Schärfe der Rostgrübchen oder Hohlräume in ihrem Grunde an. Der Einfluß der Korrosion auf die mechanischen Eigenschaften, vor allem auf die durch die Bruchdehnung oder die Bruchdehnung gekennzeichnete Zähigkeit, hängt aber wesentlich von diesen beiden Kennzahlen ab. Mechanische

³⁾ A. Portevin: Rev. Métall., Mém., 24 (1927) S. 697/714.

⁴⁾ Rev. Aluminium 11 (1934) S. 2408.

⁵⁾ A. Portevin: Assoc. Franç. Mét. Ess. 30. Mai 1933, S. 22; J. Inst. Met., Lond., 55 (1934) S. 259.

⁶⁾ A. Portevin und P. Bastien: Génie civ. 100 (1932) S. 559/63.

⁷⁾ Métaux 12 (1937) S. 201/09.

^{8a)} Métaux 13 (1938) S. 101/13.

Prüfungen nach der Korrosion, wie sie von G. Chaudron und E. Herzog⁹⁾ empfohlen werden, müssen also die Reihe der Prüfungen, die sich mit dem Oberflächenzustand befassen, vervollständigen.

Zusammengefaßt empfehlen und verwenden wir zur Bewertung oder Kennzeichnung des geometrischen Zustandes der Oberfläche

1. vor der Korrosion die mechanische Aufzeichnung des Oberflächenprofils, und zwar durch optische Verfahren;
2. nach der Korrosion die Aufzeichnung des Oberflächenprofils an Punkten, die Ermittlung des Gewichts des die Korrosionsgrübchen ausfüllenden Paraffins und die Bestimmung der Festigkeitseigenschaften (vielleicht darüber hinaus noch die pneumatischen Verfahren).

Neben dem geometrischen Zustand muß man auch über den chemischen Zustand der Oberfläche unterrichtet sein.

1. Vor der Korrosion müssen die dünnen unsichtbaren Häutchen auf passivierten Oberflächen untersucht werden, sei es durch Elektronenbeugung⁹⁾, sei es durch das Lösungspotential oder durch Passivierungskurven¹⁰⁾, sei es durch mikroskopische Prüfung nach geeigneter Aetzung¹¹⁾. Ebenso müssen die dünnen Oxydationsfilme sowie der Walzzunder chemisch und mikroskopisch geprüft werden.

2. Nach oder während der Korrosion muß man die Reaktionserzeugnisse analysieren, entweder auf physikalischem Wege durch die thermomagnetische Analyse (G. Chaudron), falls es sich um magnetische Erzeugnisse handelt, oder chemisch, was zuweilen die Entwicklung besonderer Verfahren erfordert, um auch mit Mikroproben arbeiten zu können¹²⁾.

Man sieht, daß die Kennzeichnung von Oberflächenzuständen reichlich verwickelt sein kann.

Die Wahl des Ausgangszustandes der Oberfläche hängt vom Zweck des Versuchs ab. Wenn es sich darum handelt, ein betriebsmäßig verwendetes Metall zu kennzeichnen und ein Urteil über seinen Gebrauchswert zu bekommen, ist es klar, daß der Ausgangszustand der der Anwendung des Metalls entsprechen muß. Wenn es sich um eine Untersuchung handelt, in der man den Einfluß des Metalls (seiner Zusammensetzung, seiner Herstellung und seiner Bearbeitung) ohne besondere mechanische oder chemische Oberflächenbehandlung ermitteln will, scheint der sandgestrahlte Zustand unter bestimmten Bedingungen am empfehlenswertesten zu sein, denn man erhält eine Reinigung der Oberfläche unter geringster physikalischer und chemischer Beeinflussung.

Als Beispiel für den Einfluß der Oberflächenbehandlung auf das Korrosionsverhalten gibt *Zahlentafel I* Versuchswerte für vier Oberflächenzustände — poliert, verzündert, gebeizt und passiviert — bei einem besonders weichen Siemens-Martin-Stahl und einem Stahl mit 2 % Cr und 1 % Al bei Seewasserangriff wieder. Später wird noch von diesen Versuchen die Rede sein; hier möchte ich mich auf die Bemerkung beschränken, daß der günstige Einfluß geringer Zusätze von Chrom und Aluminium auf die Korrosion nur nach einer Passivierung der Oberfläche deutlich in die Erscheinung tritt und bei Gegenwart von

Zahlentafel 1. Beispiel für den Einfluß des anfänglichen Oberflächenzustandes auf das Rosten von Stahlblech in Seewasser von 30° in 30 Tagen.

Ausgangszustand der Oberfläche	Wechseltauchversuche			Sprühregenversuche		
	Gewichtsverlust g/m ²	Mittlere Tiefe der Rostgrübchen mm	Gesamtinhalt der Rostgrübchen mg ¹⁾	Gewichtsverlust g/m ²	Mittlere Tiefe der Rostgrübchen mm	Gesamtinhalt der Rostgrübchen mg ¹⁾
Sehr weicher Siemens-Martin-Stahl ²⁾						
Poliert	300 bis 330	0,09	30	200	0,16	50
Verzündert	315 bis 280	0,47	124	165	0,33	90
Gebeizt	290 bis 320	0,08	35	195	0,14	53
Passiviert	260 bis 290	0,13	40	150	0,11	45
Stahl mit 2 % Cr und 1 % Al						
Poliert	100 bis 120	0,15	50	80 bis 100	0,10	30
Verzündert	280 bis 320	0,30	60	150 bis 160	0,46	66
Gebeizt	250 bis 280	0,13	55	—	—	—
Passiviert	20 bis 40	0,08	38	30 bis 40	0,05	20

¹⁾ mg Paraffin je 70 cm² Probenoberfläche.

²⁾ Zusammensetzung vgl. Zahlentafel 2, nicht beruhigter Stahl.

Zunder vollständig verschwindet. Uebrigens liefern in diesem Falle die drei zur Bewertung der Korrosion herangezogenen Zahlen — Gewichtsverlust, Tiefe der Rostgrübchen, Rauminhalt der Rostgrübchen — eine übereinstimmende Rangordnung.

II. Probenentnahme und Rolle der Seigerung.

Ich will mich hier auf Feinbleche und Bleche als den häufigst vorkommenden Fall beschränken.

Ich habe schon bemerkt¹³⁾, daß, da die Korrosion am stärksten in den bearbeiteten Winkeln und Schnittkanten der Bleche in Erscheinung tritt, in diesen Bereichen seitliche Einkerbungen von Einfluß sein können, der sich in der Bruchdehnung bemerkbar macht. Daraus folgt, daß die Ergebnisse von Zugversuchen unterschiedlich sein können, je nachdem, ob man die Proben nach dem Herausschneiden aus dem Blech korrodiert oder ob man sie nach der Korrosion aus dem Blech entnommen hat. So hat man bei 5, 10 und 15 mm dicken Blechen aus weichem Stahl nach Korrosion in Meerwasser für die Bruchdehnung 6 bis 12 % im ersten Fall und 12 bis 20 % im zweiten Fall gefunden. Ähnliche Feststellungen hat P. Bastien¹⁴⁾ für die Tiefung bei Versuchen nach E. Siebel und A. Pomp¹⁵⁾ an gelochten Blechen gemacht.

Die verstärkte Korrosion der Schnittkanten und Ecken ist auf die Oberflächenspannung, auf die sich aus dem Heraustrennen der Proben ergebende Kaltverformung und schließlich auf die durchschnittliche Seigerung des Metalls zurückzuführen.

Der Einfluß der Seigerung kann in bestimmten Stählen, besonders bei Säurekorrosion, beträchtlich sein. *Zahlentafel 2* gibt Vergleichsergebnisse für den Gewichtsverlust in 30- und 10prozenter Schwefelsäure für beruhigten und unberuhigten weichen Stahl wieder. Man sieht, daß die Gewichtsverluste des nichtberuhigten Stahls rund dreimal so groß sind als die des beruhigten Stahls. In der Seigerzone auf der Schnittkante war der Angriff so stark, daß man die Randzonen mechanisch trennen konnte. Wenn man die Zonen gesondert prüfte, war nach 24 h für die Seigerzone ein 4,5mal so großer Gewichtsverlust im Vergleich zu den anderen Zonen festzustellen¹⁶⁾.

¹³⁾ A. Portevin: Rev. Métall., Mém., 31 (1934) S. 212/13.

¹⁴⁾ Chim. et Ind., 31 (1934) Nr. 4^{bis}, S. 490/518.

¹⁵⁾ Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 12 (1930) S. 115/35; vgl. Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 1207/08.

¹⁶⁾ Siehe hierzu die schon veröffentlichten weiteren Versuche bei A. Portevin und E. Herzog: Mémoires de la Commission de Corrosion de l'Aéronautique (1933/34) S. 115/17.

⁹⁾ C. R. Acad. Sci., Paris, 189 (1929) S. 1087/89.

¹⁰⁾ Steinheil: Ann. Phys., Paris, (5) 19 (1934) S. 465/83; Murison: Phil. Mag. (7) 17 (1934) S. 96/98; Dobinski: Nature, Lond., 138 (1936) S. 31.

¹¹⁾ L. Guignon: Application des Méthodes potentiométriques... Gap 1936. Vgl. C. R. Acad. Sci., Paris, 203 (1936) S. 1066/68.

¹²⁾ Siehe A. Portevin: Métaux f3 (1938) S. 51.

¹³⁾ A. Portevin und A. Leroy: C. R. Acad. Sci., Paris, (1938) S. 518/20.

Zahlentafel 2. Beispiel für den Einfluß der Seigerung auf die Säurelöslichkeit von sehr weichem Stahl. (Proben von 40 × 12 × 12 mm³, die aus 12 mm dicken, aus der Mitte von 4-t-Blöcken stammenden Blechen geschnitten wurden. Oberfläche poliert und entfettet. Versuchstemperatur 30 ± 0,1°. Angriffslösung nicht bewegt, alle 24 h erneuert.)

Stahlart	Chemische Zusammensetzung						Gewichtsverlust in g in							
	C %	Si %	Mn %	P %	S %	Cu %	30prozentiger Schwefelsäure nach				1prozentiger Schwefelsäure nach			
							15 h	63 h	111 h	159 h	15 h	63 h	111 h	159 h
Nicht beruhigt Rand	0,07	0,02	0,40	0,026	0,018	0,10	} 4,16	} 4,88	} 12,06	} 18,47	} 0,20	} 0,53	} 1,40	} 1,76
Kern	0,12	0,02	0,42	0,040	0,046	0,11								
Beruhigt	0,07	0,02	0,33	0,028	0,025	0,13	0,66	2,01	4,22	6,05	0,13	0,29	0,51	0,65

Zahlentafel 3. Einfluß des Phosphor- und Schwefelgehaltes auf die Säurelöslichkeit und Seewasserbeständigkeit von sehr weichem Thomasstahl bei 30°.

Stahlart	Chemische Zusammensetzung				Gewichtsverlust in g/m ² in							
	C %	Mn %	P %	S %	30% H ₂ SO ₄ nach		1% H ₂ SO ₄ nach		Seewasser, Wechseltauchversuch nach		Salzwasser-Sprühregen nach	
					24 h	48 h	24 h	48 h	30 Tagen	70 Tagen	30 Tagen	70 Tagen
Gewöhnlicher Stahl	0,04	0,48	0,064	0,028	2300	4156	145	250	342	780	202	552
Stahl mit Phosphorzusatz (Preßmutterstahl)	0,03	0,46	0,268	0,046	5605	> 5900 ¹⁾	96	260	237	526	181	562
Stahl mit Schwefelzusatz (Automatenstahl)	0,13	1,25	0,076	0,172	3050	5605	76	250	328	808	197	540

¹⁾ Blech fast vollständig aufgelöst.

Die Beschleunigung der Säurelöslichkeit durch Seigerung wird gewöhnlich den erhöhten Gehalten der Seigerzonen an Schwefel und Phosphor zugeschrieben. Nach Zahlentafel 3 zeigt weicher Thomasstahl tatsächlich, wenn man seinen Gehalt an Schwefel und an Phosphor erhöht, eine Steigerung der Löslichkeit in 30prozentiger Schwefelsäure; in dem angeführten Beispiel nimmt der Gewichtsverlust um rd. 30 % zu, wenn man vom Stahl mit 0,026 % S zum Stahl mit 0,17 % S übergeht, und um 140 %, wenn man den Stahl mit 0,06 % P mit dem Stahl mit 0,27 % P vergleicht. In einprozentiger Schwefelsäure sind die Ergebnisse streuend, anscheinend ist die Beschleunigung des Angriffs gering und fast vernachlässigbar. Es wäre aber übertrieben oder zumindest voreilig, in den Gehalten an Schwefel und Phosphor die einzige oder überragende Ursache für die Beschleunigung der Säurelöslichkeit durch Seigerungen zu sehen. Man müßte daneben noch den Einfluß anderer geseigerter Unreinigkeiten untersuchen, die möglichen elektrolytischen Einwirkungen zwischen den verschiedenen Gefügebestandteilen und vor allem die Dichtigkeit des Stahles, besonders den Einfluß von Mikrorissen und Poren.

Der Baumann-Abdruck, bei dem sich die Lösung in Schwefelsäure und die Schwärzung von Silbersalzen überlagern, gibt Anlaß zu Ueberlegungen derselben Art. Es wäre ein schwerer Irrtum, wenn man die Schwärzung als absolutes Maß für den Schwefelgehalt und für die Seigerung dieses Elementes im Stahl betrachtete¹⁷⁾. Die Angreifbarkeit der schwefelhaltigen Bestandteile und infolgedessen die Schwärzung kann durch die Gegenwart bestimmter Elemente wie Chrom, Titan oder Aluminium beträchtlich verringert werden. Auf der anderen Seite kann man bei gleichem Schwefelgehalt stark unterschiedliche Schwärzungen erhalten, wie es H. Meyer¹⁸⁾ für halbberuhigten Stahl und ich selbst für Schweißungen¹⁹⁾ gezeigt habe. In dem letzten Fall gab bei gleichem Schwefelgehalt der Gußteil der Schweißung einen hellen Abdruck, während der zu schweißende Stahl auf demselben empfindlichen Papier eine dunkle Färbung lieferte.

Schließlich darf man, soweit es den Einfluß der Seigerung und der Elemente Schwefel und Phosphor betrifft, nicht von Säurelösungsversuchen auf die Korrosion in Salzwasser und an der Luft rückschließen. Bei Versuchen an

Zahlentafel 4. Beobachtungen über den Einfluß von Phosphor und Schwefel auf das Rostungsverhalten von Stahlblechen in Industrieluft. (Bleche unter 45° geneigt 22 Monate ausgelegen.)

Stahlart ¹⁾	Gewichtsverlust g/m ²	Tiefe der Rostgrübchen auf der		Rauminhalt der Rostgrübchen auf der		
		Oberseite mm	Unterseite mm	Oberseite g	Unterseite g	gesamt
Nicht beruhigt	247	0,11	0,15	81	96	177
Mit Phosphorzusatz	197	0,08	0,12	64	94	158
Mit Schwefelzusatz	322	0,11	0,13	89	113	202

¹⁾ Zusammensetzung vgl. Zahlentafel 3.

Blechproben von 40 × 12 × 12 mm³, die vollständig in destilliertes Wasser oder in eine 3prozentige Kochsalzlösung von 30° eingetaucht waren, fand man nach 7 Tagen einen kleinen Unterschied im Gewichtsverlust — in der Größenordnung von 15 % — zwischen dem beruhigten und dem nichtberuhigten Teil einer Stahlschmelze nach folgender Aufstellung:

	Nach 7 Tagen		Nach 128 Tagen	
	in destilliertem Wasser	in 3prozentiger Kochsalzlösung	in destilliertem Wasser	in 3prozentiger Kochsalzlösung
Beruhigter Stahl	21,6 g	17,5 g	189 g	73 g
Nichtberuhigter Stahl	18,1 g	14,2 g	185 g	71 g

Obwohl die Seigerzonen stärker als die Randzonen gefärbt waren, war der Angriff gleichmäßig auf die ganze Probe verteilt.

Bei Versuchen mit Proben von 80 × 40 × 3 mm³, die nur zum Teil in Seewasser von 20 bis 25° eintauchten, zeigte sich nach einem Jahre ein merkbarer Unterschied zwischen den verschiedenen Stählen; der Gewichtsverlust betrug beim

- beruhigten Stahl 295 g/m²,
- nichtberuhigten Stahl 317 g/m²,
- schwefelreichen Stahl 320 g/m²,
- phosphorreichen Stahl 309 g/m².

Diese Versuche zeigen also nicht wie die Wechseltauchversuche (nach Zahlentafel 3) eine schützende Wirkung geringer Phosphorgehalte.

Anders ist wieder der Einfluß von Phosphor und Schwefel auf das Rosten an der Luft, wie die Versuche in Zahlentafel 4 zeigen mögen. Die Werte stammen

¹⁷⁾ A. Portevin: Génie civ. 109 (1936) S. 402/05.
¹⁸⁾ Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 597/604 (Werkstoffaussch. 269).
¹⁹⁾ Strojnický Obzor 17 (1937) S. 68.

von Blechen, die 22 Monate in Hüttenluft in der Nähe von Hochöfen unter 45° geneigt ausgelegt gewesen waren. Danach beschleunigte Schwefel (0,17 %) leicht das Rosten, während Phosphor es verlangsamt. Der Einfluß des Phosphors ist übrigens vielfach von K. Daeves untersucht worden²⁰); mehrere Arten phosphorhaltiger Stähle bei gleichzeitiger Anwesenheit von Kupfer und Chrom oder Silizium werden in den Vereinigten Staaten von Nordamerika angewendet²¹).

So muß man bei der Entnahme von Proben für Korrosionsversuche der Seigerung um so mehr Rechnung tragen, als ihr Einfluß je nach dem angreifenden Mittel und den Angriffsbedingungen sowie der Natur der Seigerungsbestandteile sehr unterschiedlich ist. Das muß man im Hinblick auf die Zuverlässigkeit der Versuchsergebnisse unbedingt berücksichtigen.

III. Einfluß des Zunders und der Passivierung.

Die sich bei der Warmverarbeitung auf den Eisenwerkstoffen bildende Oxydschicht überschreitet gewöhnlich die Dicke, die Interferenzfarben (Anlauffarben) entspricht, so daß sie mit der ihr eigenen Farbe erscheint. Im Gegensatz dazu sind die Oxydhäutchen, die sich bei den passivierenden Behandlungen bilden, im allgemeinen zu dünn, als daß sie Interferenzfarben erzeugen, und bleiben deshalb unsichtbar.

In Abwesenheit besonderer Legierungselemente besteht der Zunder aus Eisenoxyden, vor allem aus Eisenoxyduloxyd, das elektrisch halb leitend ist und die Rolle einer Kathode in bezug auf das Eisen spielt; das Spannungsfälle beträgt rd. 1 V in Schwefelsäure und 0,8 V in n/2-Salzsäure. Der Zunder würde schützend wirken, wenn er eine undurchlässige und zusammenhängende Schicht bildete; aber er ist für gewöhnlich unzusammenhängend und porig und dazu, da er zerbrechlich ist, rissig. Deshalb fördert er den elektrochemischen Angriff, indem er ein Element mit dem Metall bildet. Das gilt ebenso für die gewöhnlichen Stähle wie für die halbrostbeständigen Stähle mit geringen Gehalten (unter $\frac{3}{4}$ %) an Nickel, Chrom, Aluminium und Silizium; der günstige Einfluß dieser Elemente wird dadurch vollkommen aufgehoben. Man muß hohe Gehalte an diesen Elementen anstreben, um die Natur der Oxydschicht vollständig zu ändern²²) und einen wirksamen Schutz zu erzielen. Die elektrolytische Wirkung des Zunders äußert sich in einer Verschärfung der örtlichen Korrosion, d. h. in der Tiefe der Korrosionsgrübchen und -furchen, die $\frac{1}{2}$ mm im Verlauf eines Monats bei Wechselltauchversuchen in Seewasser bei sehr weichem Stahl erreichen können.

Auf Grund der Untersuchungen in der Versuchsanstalt der Firma Fried. Krupp A.-G. ist die wichtige Rolle der Passivierung bei den chromreichen Stählen, wie z. B. mit 18 % Cr und 8 % Ni, bekannt. Diese Stähle werden meist nach einer passivierenden Beizung²³) benutzt und müssen deshalb in diesem Zustande geprüft werden. Die Passivierung kann, wie es L. Guittou¹⁰) getan hat, durch

²⁰) K. Daeves: Arch. Eisenhüttenw. 9 (1935/36) S. 37/40 (Werkstoffaussch. 308); Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 245/48 u. 641/42.

²¹) V. V. Kendall und E. S. Taylerson: Proc. Amer. Soc. Test. Mater. 29 (1929) II, S. 204/19; vgl. Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 1707/08; G. N. Schramm, E. S. Taylerson und A. F. Stuebing: Iron Age 134 (1934) Nr. 23, S. 33/38; H. W. Gillett: Metals & Alloys 6 (1935) S. 280/83.

²²) A. Portevin, E. Prétet und H. Jolivet: J. Iron Steel Inst. 130 (1934) S. 219/77; vgl. Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 1322/23.

²³) z. B. durch Eintauchen von 1 bis 2 min in ein 80° warmes Bad einer Mischung von 1000 Teilen Salzsäure (spez. Gewicht 1,48 g/cm³), 200 Teilen Salpetersäure (spez. Gewicht 1,33 g/cm³) und aus 1000 Teilen Wasser.

die Aufzeichnung der Potentialänderungen in n/10-Schwefelsäure oder durch Entpassivierungskurven nachgewiesen werden; dieses Verfahren läßt auch die Selbstpassivierung in feuchter Luft erkennen.

Die Passivierung der nichtrostenden Stähle, ob künstlich herbeigeführt oder von selbst eintretend, ändert vollkommen die Angriffsart durch saure oder kupferhaltige Mittel: Im aktiven Zustande entwickeln diese das Gefüge, im passiven Zustande erhält man Anzeichen feiner Grübchen²⁴). Bei den üblichen Stählen kommt die Passivierung nur unter außergewöhnlichen Umständen zustande und ist nicht dauerhaft. Zuweilen tritt sie auch bei den rostsicheren Stählen nicht von selbst ein, sondern muß künstlich herbeigeführt werden, ist dann aber ausnützlich. So kann man bei den Stählen mit geringen Gehalten an Aluminium, Chrom und Silizium Passivierung in Natriumchromatbädern²⁵) anwenden. Die Kurven in Bild 2 zeigen ganz klar die Verringerung der Korrosion bei Wechselltauchung in Seewasser durch diese Behandlung im Vergleich zu der Beschleunigung des Korrosionsangriffs in Gegenwart von Zunder; der polierte Zustand liegt zwischen diesen beiden Bedingungen. Wenn man die chemische Behandlung auf eine vorhergehende Beizung beschränkt, verliert man den günstigen Einfluß dieser Sonderelemente. Die Passivierung verringert gleichzeitig die Tiefe der Korrosionsgrübchen in den Stählen mit geringen Gehalten an Aluminium, Chrom und Nickel.

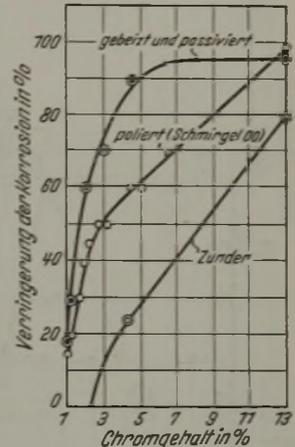


Bild 2. Einfluß des Oberflächenzustandes auf Korrosion von Chromstählen. (Wechselltauchversuche in Meerwasser von 30° .)

Zusammenfassend ist festzustellen, daß der chemische Oberflächenzustand durch die Oxydhäutchen einen wesentlichen Einfluß auf die Korrosion hat. Er muß deshalb genau gekennzeichnet werden, denn seine Wirkung kann von der Aktivierung bis zur Passivierung mit den verschiedenen Stufen, je nach dem vorliegenden Fall, gehen. Bei den nichtrostenden Stählen wie bei den halbnichtrostenden Stählen ist der Einfluß der Behandlung der Oberfläche häufig nicht ganz deutlich, aber zuweilen unvergleichlich stärker als der durch Streuungen in der chemischen Zusammensetzung oder der von besonderen Legierungszusätzen.

IV. Einfluß der Versuchsbedingungen und Eichung der Versuche.

Die Versuche in Salzwasser und vor allem in Seewasser werden gewöhnlich im Laboratorium nach zwei Arten durchgeführt: entweder als Wechselltauchversuche mit aufeinanderfolgendem Eintauchen und Herausheben der Proben oder als Salzwassersprühversuche. Man hofft, durch sie die beiden maßgebenden Einflußgrößen der Korrosion im Betrieb unter Beschleunigung ihrer Wirkung wiedergeben zu können, nämlich die Korrosion von Bauteilen (Schiffen und Bauwerken), die zum Teil in das Meer tauchen, und die Korrosion durch Seeluft und Sprühregen. Diese Prüfungen liefern häufig sehr stark streuende Ergebnisse, besonders der Salzwassersprühversuch. Deshalb habe ich mich mit E. Herzog darangegeben, planmäßig den Einfluß

²⁴) A. Portevin: Métaux 13 (1938) S. 51/52, Abb. 10 bis 17.

²⁵) Nach dem Beizen in 20prozentiger Salzsäure und anschließend in Salpetersäure von 66 % Bé 10 min in einem Bad bei 100° (mit einem Zusatz von 1 bis 2 % Mangansulfat).

der Versuchsbedingungen zu erforschen, was uns bemerkenswerterweise den beträchtlichen Einfluß von Schwankungen in der Temperatur, in der Luftfeuchtigkeit, in der zeitlichen Aufeinanderfolge von Eintauchen und Herausheben der Probe, der Feinheit des Sprühregens gezeigt hat, ganz abgesehen von der Konzentration und der Art des angreifenden Mittels, über die hier nur erwähnt sei, daß die Ergebnisse mit künstlichen Seewasserlösungen sich stark von denen mit verschiedenen Meerwassern unterscheiden können.

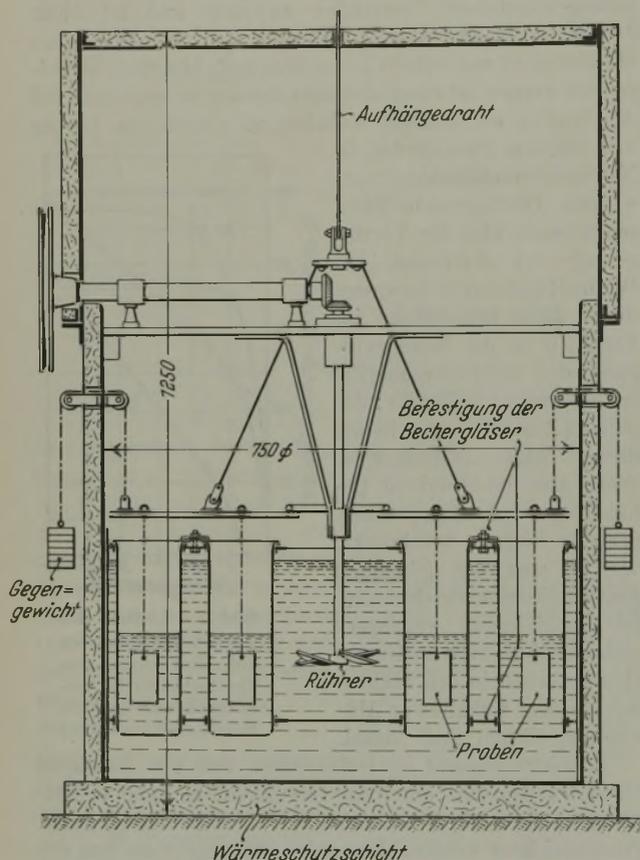


Bild 3. Einrichtung für Wechseltauchversuche.

Ich will nicht näher auf diese Untersuchungen²⁶⁾ eingehen, die uns dazu geführt haben,

1. die in Bild 3 und 4 wiedergegebenen Einrichtungen für Wechseltauch- und Sprühregenversuche durchzubilden, wobei man sich gezwungen sah, die im folgenden genannten Einflußgrößen so gleichbleibend wie möglich zu halten; die Streuung der Versuchsergebnisse, die 30 % der Mittelwerte überschritt, wurde dadurch auf 10 % und weniger herabgesetzt.

2. Eichproben oder Testkörper einzuführen. Seit langem benutzt man bei der chemischen Untersuchung Standardproben, und ebenso hat man bei den mechanischen Versuchen Eichproben zu Hilfe genommen. Man möchte fast erstaunt sein, daß man bei den Korrosionsversuchen dieses Mittel des Vergleichs oder der Eichung vernachlässigt hat, obwohl diese Prüfung viel zahlreichere und größere Streuungsquellen aufweist als die chemischen Analysen und die mechanischen Prüfungen. Mehr als bei allen anderen technischen Versuchen muß man dabei auf Proben aus demselben Guß oder besser noch aus demselben Block Wert legen, die gegebenenfalls erst nach einer Prüfung

²⁶⁾ A. Portevin und E. Herzog: 14. Congrès de Chimie Industrielle. Oktober 1934. Paris. Bd. II, S. 519/46.

auf Seigerung und sonstige korrosionsfördernde Umstände in der metallischen Grundmasse hergerichtet werden. Wir haben uns deshalb Proben aus besonders weichem Siemens-Martin-Stahl als Eichproben zurückgelegt, die uns mit Sicherheit den Einfluß verschiedener Versuchsbedingungen, geringer chemischer Zusätze²⁷⁾ und der Herstellungsbedingungen des Stahles zu ermitteln gestatten.

V. Kennzeichnung des Oberflächenzustandes und Reinigung nach dem Versuch.

Ich habe schon erwähnt, wie notwendig ich es halte, das Ergebnis des Korrosionsversuches genau zu kennzeichnen. Das betrifft vor allem die Ermittlung des Gewichtsverlustes und der räumlichen Ausbildung der korrodierten Oberfläche. Dieser Arbeitsgang erfordert die Reinigung der Oberfläche nach der Korrosion, d. h. die vollständige Trennung der Korrosionserzeugnisse vom Metall, ohne etwas von diesem letzten mit zu entfernen. Wir haben schon die ver-

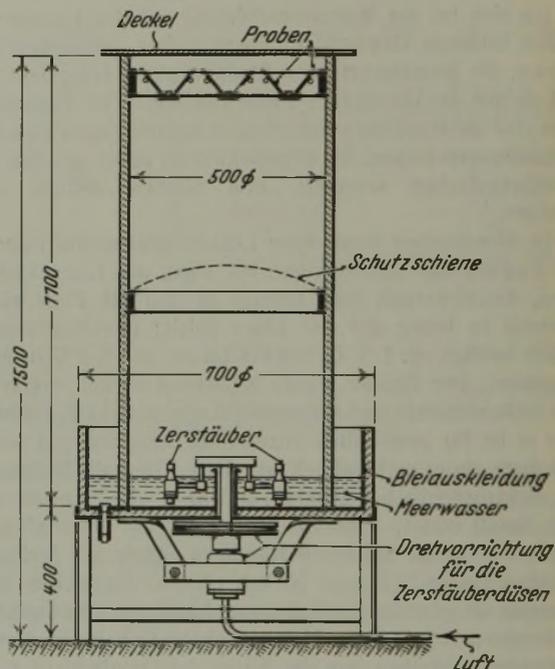


Bild 4. Gerät für Salzwasser-Sprühversuche.

schiedenen Mittel hierzu erörtert, wobei wir die Bedingungen zur Ermittlung des Gewichtsverlustes im Korrosionsversuch geprüft haben²⁸⁾. Ich werde deshalb nur die Verfahren kurz wiederholen, die man wirklich bei Stählen anwenden kann. Indem man natürlich den Fall beiseite läßt, daß die Korrosionserzeugnisse gasförmig oder löslich sind und die sich deshalb von selbst absondern, kann man an mechanische, chemische oder elektrochemische Trennung im Falle unlöslicher Korrosionserzeugnisse, wie des Rostes, denken.

Die mechanischen Verfahren, wie Reiben, Bürsten, Schlagen, Verformung, die für die Ermittlung des Gewichtsverlustes nicht zu empfehlen sind, sind häufig sogar zu verbieten, denn sie verändern die geometrische Gestalt nach der Korrosion; allenfalls kann man ein Abwischen oder eine Entfernung mit der Pinzette im Falle nichtfesthaftender Erzeugnisse anwenden.

Darüber hinaus muß man den Niederschlag auf chemischem oder elektrochemischem Wege ablösen oder entfernen. Einige bei gewöhnlichen oder halbnichtrostenden Stählen anwendbare Verfahren seien genannt:

²⁷⁾ A. Portevin und E. Herzog: C. R. Acad. Sci., Paris, 203 (1936) S. 1514/16.

²⁸⁾ A. Portevin: Rev. Métall., Mém., 30 (1933) S. 275/79.

1. Abheben durch Entwicklung von Wasserstoff
 - a) in kochender 15prozentiger Natronlauge mit Zinkgranalien; der Rost wird reduziert und dadurch lose haftend;
 - b) durch kathodische Behandlung in 15prozentiger Natronlauge;
 - c) durch kathodische Behandlung in 10prozentiger Weinsäure oder Zitronensäure.
2. Auflösung der Korrosionserzeugnisse
 - d) in Salzsäure, der zur Vermeidung der Lösung des Metalles Sparbeizen oder angriffshindernde Mittel zugesetzt werden. Zwei Mischungen seien hier angeführt:

Salzsäure von 22° Bé	20 cm ³	30 cm ³
40prozentige Formollösung	1 cm ³	1 cm ³
Arsentrioxid	0,2 g	—
Zinkchlorür	0,5 g	—

 in beiden Fällen auf 100 cm³ mit destilliertem Wasser auffüllen;
 - e) in ammoniakalischer Ammoniumzitratlösung (173 g Zitrat und 200 cm³ Ammoniak auf 1 l Wasser).

Für gewöhnlich wenden wir die beiden kathodischen Behandlungen an, und zwar nacheinander in Natronlauge und in Zitronensäure.

Bei nichtrostenden Stählen und Korrosion in der Hitze wird die Lösung der Korrosionserzeugnisse nach besonderen Verfahren bewerkstelligt, die von E. Houdremont angegeben wurden.

Die räumliche Beschaffenheit der korrodierten Oberflächen ist außerordentlich unterschiedlich und seltsam. Sie hängt vom Metall, vom angreifenden Mittel, von allen Versuchsbedingungen und Angriffseinflüssen ab. Sie ist aus zwei Gründen schwierig zu kennzeichnen:

1. Es ist selten, daß die räumliche Beschaffenheit der korrodierten Oberfläche über die ganze Probe gleich ist. Man muß nach einer vorhergehenden Untersuchung nach einem Integrationsverfahren arbeiten, um das Profil zu finden, das das mittlere Aussehen wiedergibt.

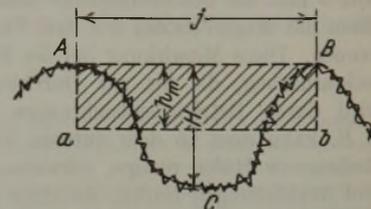
2. Die graphisch erhaltenen Profile sind durch Zahlenwerte kaum auszudrücken. Während die mechanisch bearbeiteten Oberflächen noch eine gewisse periodische Regelmäßigkeit zeigen, gleichen aber korrodierte Flächen in ihrer räumlichen Gestalt fast der Erdoberfläche. Um möglichst weitgehend die persönlichen Einflüsse bei der Bewertung und Auslegung auszuschalten, was auf die Anstrengung eines zahlenmäßigen Ergebnisses drängt, haben wir vorläufig folgende Vereinbarungen für unsere laufenden Untersuchungen getroffen.

Die punktförmige Aufnahme der Oberflächen-gestalt führt dazu, diese durch eine Zeichnung aus gebrochenen Linien darzustellen, deren Winkel und Abstand der kleinsten Schwingungen voneinander aber nicht der Wirklichkeit entsprechen. Wir werden also ein idealisiertes Profil betrachten, das aus der Ueberlagerung ungefähr sinusförmiger Wellenlinien verschiedener Größenordnungen (ähnlich den Fourierschen Reihen) gebildet wird. Unter diesen werden wir die Wellenbewegung oder Hauptsinuslinie, die durch die größten Wellen in der Oberfläche gebildet wird, herausgreifen. Diese muß durch ihre Amplitude, ihren Richtungswinkel und die Zahl ihrer Schwingungen in erster Annäherung gekennzeichnet werden. Wir ermitteln also

1. die Amplitude oder größte Höhe H (Bild 5) der Unebenheiten oder die größte Abweichung, die zwischen einem Berg und einem Tal besteht; H muß in Beziehung zu den Ergebnissen der Bewertung der Rauigkeit durch Polieren (Bengough) stehen;

2. den mittleren Wert h_m der Unebenheiten, d. h. die mittlere Größenordnung des Profils. Bei Fehlen eines Planimeters kann man sich dabei helfen, indem man das Profil ausschneidet und auswiegt und zugleich als Eichprobe eine bekannte Oberfläche desselben Millimeterpapiers wiegt. Die Änderungen von h_m müssen mit dem Rauminhalt der Korrosionsgrübchen, das aus dem Paraffingewicht ermittelt wurde, und mit dem Gewichtsverlust des Bleches, wie es mit der Schublehre gemessen wurde, in Einklang stehen;
3. den mittleren Abstand j zweier Berge, die in der Kurve oder Hauptsinuslinie aufeinanderfolgen.

Wollte man weitergehen, so könnte man genau so die sekundären Erscheinungen oder die Rauigkeit zweiter Ordnung des Oberflächenprofils im Vergleich zu der Hauptwellenlinie oder der Wellenlinie erster Ordnung kennzeichnen.



Fläche ACB = Fläche AaBb

Bild 5. Ermittlung des Oberflächenprofils.

VI. Prüfung der Korrosionserzeugnisse.

Jeder Korrosionsversuch, der zu Forschungszwecken gemacht wird, muß nach meiner Ansicht durch die Prüfung der Korrosionserzeugnisse vervollständigt werden, d. h. durch eine Ermittlung der chemischen Natur, des physikalischen Aufbaues und der Verteilung über die korrodierte Oberfläche. Je nach der Konzentration, der Belüftung, der Wasserstoffionen-Konzentration, der Temperatur entstehen bei der Korrosion von Stählen in wäßriger

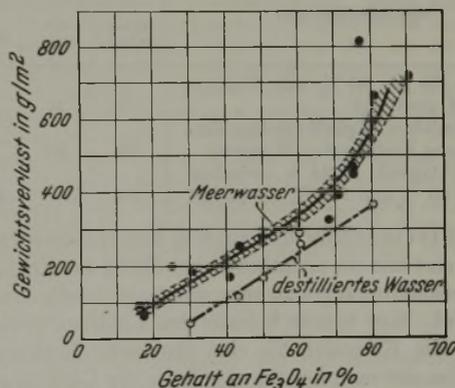


Bild 6. Beziehungen zwischen Korrosionsgeschwindigkeit und Eisenoxyduloxydanteil der Korrosionserzeugnisse. (60tägige Wechselltauchversuche bei 30°.)

Umgebung verschiedene Oxydationserzeugnisse, vor allem Eisenoxyd mit Hydratwasser unter seinen beiden Formen, nämlich kubischer Lepidokrokit und rhomboedrischer Goethit, und hydratisierter Magnetit ($Fe_3O_4 \times H_2O$), wie aus den Arbeiten von G. Chaudron und seiner Schüler A. Girard und J. Hugett folgt. Diese Erzeugnisse bilden mit dem Eisen Lokalelemente, die die Geschwindigkeit und die Verteilung der Korrosion beeinflussen. Ihre Wirkung hängt von den dadurch entstehenden elektromotorischen Kräften ab, vom elektrischen Widerstand, von der Berührung und der Haftung dieser Erzeugnisse auf dem Metall.

Die Untersuchung der Korrosionserzeugnisse kann durch chemische Analyse, auf magnetometrischem Wege, spektrographisch mit Röntgenstrahlen und mikroskopisch geschehen.

Der wasserhaltige Magnetit, der bei den Korrosionsvorgängen gebildet wird, spielt, wie der vor der Korrosion schon vorhandene Zunder, vor allem eine beschleunigende Rolle beim Angriff und scheint der Ursprung bestimmter tiefer örtlicher Korrosionsnarben zu sein. Seine beschleunigende Rolle tritt mittelbar in Erscheinung, wenn man die Gewichtsverluste für dasselbe angreifende Mittel mit dem Eisenoxydulgehalt der Korrosionsversuchserzeugnisse vergleicht, wie das *Bild 6* zeigt. Unmittelbar läßt er sich nachweisen, indem man Rost und Magnetit unter Druck auf Stahltafeln setzt und die Feuchtigkeits- oder Trocknungsbedingungen ändert. *Zahlentafel 5* läßt die beschleunigende Rolle des Rostes und vor allem des Magnetits bei den drei Versuchsbedingungen erkennen. Diese Mitwirkung bei der Entstehung tiefer Korrosionsnarben, die bis zur Durchlöcherung gehen kann, wird durch Betriebsbeobachtungen bestätigt. Am Meer z. B. kann man an dem unteren Teil der Geländer oder Reelings in Häfen rostige, schwarze, festhaftende Knoten und Ausblühungen finden, die einen höheren Anteil (in der Größenordnung von 40 %) Eisenoxyduloxyd enthalten und tiefe Löcher und selbst Durchlöcherungen bedecken. In Natriumnitrat-Eindampfpfannen hat man sehr tiefe örtliche Korrosionen beobachtet, die mit einem schwärzlichen Niederschlag gefüllte Hohlräume bilden; der Niederschlag wurde nach der Probenahme und der thermomagnetischen Analyse als fast ausschließlich aus Magnetit bestehend erkannt.

Zahlentafel 5.

Beobachtungen an sehr weichem Siemens-Martin-Stahl über den Einfluß aufgedrückten Rostes und Magnetits auf das Rosten. (Aufpreßdruck 0,5 kg/mm². Versuchsdauer 30 Tage. Versuchstemperatur 20 bis 23°.)

Versuchsbedingungen	Gewichtsverlust in mg bei der Probe		
	ohne Auflage	mit Rost	mit Magnetit
Luft zu 30 bis 40 % mit Wasserdampf gesättigt	3	34	36
100 % Luftfeuchtigkeit (stetige Zerstäubung destillierten Wassers) .	10	30	236
Luftfeuchtigkeit je 24 h zwischen 30 bis 40 % und 100 % wechselnd	50	267	1501

Die Untersuchung der festen Korrosionserzeugnisse scheint mir ein unentbehrliches Mittel zur Erkennung des Korrosionsvorganges zu sein, das leider häufig vernachlässigt wird. Man könnte beinahe den Eindruck gewinnen, daß man die Korrosion als eine chemische Reaktion betrachtet, bei der man nur die eine Seite der Gleichung festzulegen und sich um die zweite nicht weiter zu kümmern braucht. Es scheint mir dagegen im besonderen wesentlich,

- für die verschiedenen Elemente — die üblichen Begleit-elemente und die besonderen Legierungselemente des Stahles —, die von Einfluß auf die Korrosion sind, festzustellen, wie nach der Korrosion ihre Verteilung auf Korrosionserzeugnisse und Oberflächenzonen des Metalls ist;
- im Falle der Korrosion durch natürliche und süße oder salzhaltige Wässer die Adsorption der verschiedenen in Lösung befindlichen Stoffe — Kieselsäure, Kalziumkarbonat, Magnesiumkarbonat usw. — am Rost zu prüfen und ihre Schutz- oder Beschleunigungswirkung zu ermitteln. So enthält der am Meer gebildete Rost 20 bis 50 % Kieselsäure und Kalziumkarbonat, und zwar wechselnd je nach dem Stahl, den Korrosionsbedingungen und der Oberflächenbehandlung, vor allem je nach der Beizung und Passivierung. Diese Erscheinungen können einen wesentlichen Einfluß auf die

Aenderung der Korrosionsgeschwindigkeit und Korrosionsart haben, wie man im Verlauf des längeren Aufenthalts in den natürlichen Wassern beobachtet; diese Erscheinungen kann man im Laboratorium nicht nachahmen.

Man kann tatsächlich sagen, daß es drei Arten von galvanischen Elementen gibt, die auf die Korrosion einwirken und die sich im Verlauf des Korrosionsvorganges ändern können:

- Elemente durch Ungleichmäßigkeiten des Metalls,
- Elemente infolge unterschiedlicher Belüftung und Konzentration des angreifenden Mittels,
- die durch die Korrosionserzeugnisse erst gebildeten Elemente.

Diese letzten läßt man häufig außer acht.

Daraus folgt, daß man sich vor allem damit beschäftigen sollte, den Rost und die Korrosionserzeugnisse zu untersuchen, und dazu muß man häufig die Möglichkeit haben, an Proben von sehr kleinem Gewicht zu arbeiten, die z. B. dem Inhalt eines Korrosionsgrübchens entsprechen. Deshalb habe ich mich auch mit A. Leroy²⁹⁾ zusammengetan, um Verfahren zur Ermittlung der im Stahl enthaltenen Elemente an Mikroproben betriebsreif zu machen. Die Bestimmung des Chroms in Rost, der aus der Korrosion eines Stahles mit 2 % Cr in 20prozentiger Ammoniumnitratlösung entstand, ergab z. B. nur einen Gehalt von 0,2 % Cr.

Die Untersuchung der Korrosionserzeugnisse im Hinblick auf die Zusammensetzung an mineralischen oder anorganischen Bestandteilen führt natürlich auch zu den Untersuchungen in organischer oder biologischer Hinsicht, denn die natürlichen Wässer sind „lebende“ Wässer. Ohne Zweifel spielen biologische Einflüsse in bestimmten Fällen eine wichtige Rolle, was schon nachgewiesen worden ist³⁰⁾. Vielleicht können die Einflüsse noch größer sein, als man denkt; aber das zu erörtern, geht über den Rahmen dieses Vortrages hinaus.

VII. Vergleich der Laboratoriumsversuchsergebnisse mit dem Betriebsverhalten.

Die biologischen Einflüsse sind einer der Gründe, die einen Unterschied zwischen Laboratoriumsversuchen und Betriebsbedingungen verursachen. Daneben gibt es noch andere Gründe, aus denen die Laboratoriumsversuchs-Ergebnisse nicht mit der Korrosion in natürlicher Umgebung, vor allem am Meer, übereinstimmen. Wir haben diese Unterschiede schon verschiedentlich angeführt³¹⁾. Ich will nicht von neuem diese Frage hier aufrollen, die übrigens nur eine besondere Seite der allgemeinen und grundsätzlichen Aufgabe der Beurteilung des Gebrauchswertes nach Laboratoriumsversuchen darstellt.

Trotz der großen Bedeutung haben wir fast keine Unterlagen über den Zusammenhang zwischen Gebrauchswert und Kennwerten aus Laborato-

²⁹⁾ A. Portevin und A. Leroy: C. R. Acad. Sci., Paris, 206 (1938) S. 518/20.

³⁰⁾ Es sei an die Arbeiten von Beijerinck und de Bunker über die Schwefelbakterien und die von R. v. Wolzogen-Kuhr und Van der Vlugt über die Rolle der Bakterien bei der Graphitisierung von gußeisernen Röhren im Erdboden, von Bouygues und Sabrou über die Aenderung von Mikroben in Gasometern usw. erinnert: Water 18 (1934) S. 147; vgl. Stichting voor Materialonderzoek 10 (1935) S. 43/47 u. 135/38, Centrale Corrosie Commissie.

³¹⁾ A. Portevin und E. Herzog: J. Instn. civ. Engrs. (1935/36) S. 613/51; Métaux 12 (1937) S. 9/15 u. 201/09; Korrosion u. Metallsch. 14 (1938) S. 205/13. Académie méditerranéenne Monaco, März 1937, S. 89.

riumsversuchen, selbst nicht für die seit langem laufend bestimmten Eigenschaften wie für die mechanischen Werte der Metalle. Erst recht gilt das für die Korrosionseigenschaften, um die man sich erst seit kurzem kümmert und die von noch verwickelteren Vorgängen und noch unterschiedlicheren Bedingungen abhängen.

Das Ideal wäre, im Laboratorium die Betriebsvorgänge und -ergebnisse beschleunigt ablaufen zu lassen, indem man die mit der Zeit sich abspielende Zerstörung vergrößert, diese aber sich selbst ähnlich hält, genau so wie das Mikroskop das Gefügebild durch räumliche Vergrößerung, ohne es zu verzerren, entwickelt. Von diesem Ideal sind wir noch weit entfernt. Wir können noch nicht einmal durch Laboratoriumsversuche eine Schnellbewertung herbeiführen, die dieselbe Rangordnung wie der Betrieb

*

*

*

An den Vortrag schloß sich folgende Erörterung an.

K. Daeves, Düsseldorf: Als erste Voraussetzung des Korrosionsversuches erachtet Herr Portevin Übereinstimmung mit der Betriebsbewahrung. Ich konnte wiederholt darauf hinweisen, daß eine Übereinstimmung mit der Betriebsbewahrung im Grunde ein Erfordernis für jeden Werkstoffprüfversuch³²⁾ ist. Dabei kann dahingestellt bleiben, ob die Übereinstimmung auf ursächlichen oder großzahlmäßigen Beziehungen beruht.

Die Schwierigkeit von Korrosionsversuchen beruht darauf, daß eine große Zahl teils bekannter, teils unbekannter, in Richtung und Stärke selten feststellbarer Einflüsse auf das Endergebnis, d. h. den Korrosionsverlust in $g/m^2 \cdot h$ oder die Korrosionstiefe in mm je Zeiteinheit einwirken. Der in der Korrosionstechnik mit Vorteil angewendete Vergleichsversuch beruht darauf, daß ein möglichst genau nachgebildeter Körper den gleichen, wenn auch unbekanntem Korrosionsbedingungen unterworfen wird wie das eigentliche Versuchsstück, und daß nur das Verhältnis zwischen Versuchsstück und Vergleichskörper ermittelt wird. Auf diese Weise lassen sich die Einflüsse der Zusammensetzung, des Gefügebauaufbaus, von Spannungen, Probenformen, verschiedenen Schutzüberzügen usw. im Langzeit-Korrosionsversuch ermitteln. Darüber hinaus kann der Vergleichskörper dann, wenn er an klimatisch verschiedenen Orten ausgelegt wird, eine Mehrzahl für die Korrosivität eines Versuchsorts geben, die unabhängig davon ist, wie diese Korrosivität zustande kommt. Daß es für die internationale Austauschbarkeit von Korrosionsergebnissen wichtig wäre, die Korrosivität verschiedener Gegenden zu kennen, scheint uns dadurch bewiesen, daß bei Versuchen von J. Friedli in Zürich³³⁾ viel geringere Korrosionsgeschwindigkeiten beobachtet wurden als bei unseren Versuchen in reiner Landgegend des Sauerlandes. Der klimatische Unterschied zwischen Sauerland und Zürich ist aber nicht sehr groß. Auf der anderen Seite scheinen die neuen Versuche von C. E. Richards³⁴⁾ zu zeigen, daß in England auch in ländlichen Gegenden höhere Korrosionsgeschwindigkeiten als bei uns vorliegen.

Wir haben unsere Langzeit-Korrosionsversuche stets im Vergleich mit Armco-Eisen durchgeführt, weil dieser Werkstoff verhältnismäßig gut definiert, in der gleichen Güte herstellbar ist und weil unsere Versuche gezeigt haben, daß sowohl in Landluft als auch in Industrieluft Armco-Eisen ein sehr gleichmäßiges Verhalten zeigt. Eine großzahlmäßige Zusammenstellung der bisher im Weltschrittum bekanntgegebenen Korrosionszahlen³⁵⁾ zeigt, daß unsere Werte ziemlich in der Nähe des Häufigkeitsmaximums liegen.

Herr Portevin spricht von dem Einfluß von Seigerungen bei Kurzzeitversuchen. Nach unseren Erfahrungen liegt ein solcher Einfluß nur bei Kurzzeitversuchen und vor allem dann, wenn mit Säuren gearbeitet wird, vor. Im natürlichen Seewasser sind zwar an ungeschützten Schnittflächen in den ersten Monaten manchmal Unterschiede zwischen dem Verhalten von Seigerzone und Randzone zu erkennen, die aber bei längerer Versuchsdauer völlig verschwinden.

Die Frage des Einflusses der Seigerungen hat in letzter Zeit bei Schiffsnieten eine erhebliche Rolle gespielt. Ich vermute,

³²⁾ Arch. Wärmewirtsch. 17 (1936) S. 85/87.

³³⁾ Monatsbull. schweiz. Ver. Gas- u. Wasserfachm. 17 (1937) S. 14/19 u. 25/35.

³⁴⁾ J. Iron Steel Inst. 137 (1938) S. 127/76; vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 872.

³⁵⁾ K. Daeves und K. Trapp: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 245/48.

liefert, und doch müssen die Kräfte auf die Verwirklichung zumindest dieses Zieles gerichtet sein. Unsere ganzen Einrichtungen müssen dahin zielen, die Übereinstimmung dieser Rangordnung zu erreichen, die allein unseren Korrosionsversuchen einen charakteristischen, d. h. einen wirklichen Wert gibt. Im Augenblick muß man die Korrosionsversuche als Ausscheidungsprüfungen betrachten, nach denen man die Werkstoffe aussondert, die sich bestimmt nicht bewähren, und sich auf die Praxis verlassen, um die Berechtigung zu einem endgültigen Urteil zu erhalten.

Mit der Zeit müssen wir aber unsere Arbeitsweisen und Versuchsgeräte verbessern, indem wir uns bemühen, in die Erscheinungen einzudringen und alle Versuchsbedingungen genau festzulegen, wie wir es in bestimmten Punkten zu tun versucht haben.

daß man sich hier durch das zufällige Nebeneinander zweier Umstände hat irreführen lassen: Es ist nicht zu bestreiten, daß bei Schiffen, aber auch bei Landbauten wiederholt besonders starker Korrosionsangriff in der Mitte der Köpfe von Nieten beobachtet wurde. Das ist die gleiche Stelle, an der sich die Kernseigerungen von unberuhigtem Nietstahl finden. Man hatte daraus vermutet, daß die Korrosionen auf die Seigerungen zurückzuführen seien. Nun sind diese Korrosionen nur an angestrichenen Teilen beobachtet worden. Wir haben feststellen können, daß die Korrosion nichts mit der Seigerungszone zu tun hat, sondern mit dem vorwiegend auf der Höhe des Nietkopfes beim Nieten eingeschlagenen Zunder. Liegt Zunder unter dem Anstrich, so erfolgt aus Gründen, die Herr Portevin berührt hat, unter Kontaktwirkung zwischen Zunder, Metall und Feuchtigkeit ein starker Korrosionsangriff, der besonders bei Schiffen schon nach einem Jahr unter Bildung von wasserhaltigem Magnetit zu sehr tiefgehenden lochartigen Korrosionen führt.

Daß die Erscheinung nichts mit der Seigerung zu tun hat, scheint mir einmal dadurch bewiesen, daß ich im Jahre 1924 bei einem französischen Tankdampfer empfahl, die von starker Korrosion angefallenen Stellen nachträglich metallisch zu säubern und dann erneut in üblicher Weise anzustreichen. Später sind an diesem Schiff derartige Korrosionserscheinungen nicht mehr beobachtet worden. Durch die Reinigung war aber nur der Zunder, nicht die Seigerungszone entfernt worden. Auf der anderen Seite konnten wir feststellen, daß dann, wenn die Niete aus Konstruktionsgründen schief eingeschlagen werden mußte, die Korrosion nicht mehr an der obersten Stelle des Nietkopfes und in der Seigerungszone auftrat, sondern nunmehr an der seitlich gelegenen Stelle, die der tiefsten Stelle des Döppers entspricht, wo der Zunder sich sammeln muß. Diese Beobachtungen führen zu der Auffassung, daß die neuerdings gegebene Vorschrift, Niete nur aus seigerungsfreiem Werkstoff herzustellen, unrichtig und unwirtschaftlich ist.

Das Ideal der Korrosionsprüfung liegt in einem Kurzprüfversuch, der die gleiche Rangordnung ergibt wie der eigentliche Betriebsversuch. Ich habe aber vorläufig nach dieser Richtung wenig Hoffnung. Das Verhalten der Stähle beim Naturrostversuch wird offenbar entscheidend beeinflusst durch die Eigenschaften der sich bei der Rostung bildenden Rostschicht. Darauf beruht die Entwicklung der sogenannten schwerrostenden Stähle. Im Kurzversuch wird man aber meist zu anderen Rostschichten und damit zu einem andern Verhalten des bereits verrosteten Metalls kommen als beim Langzeitversuch. Es ist denkbar, daß ein im Kurzversuch schnell rostender Stahl eine dichte Schutzschicht bildet und hernach langsamer rostet als ein im Kurzversuch wenig rostender Stahl. Es kommt hinzu, daß schon das Verhalten eines Stahls in Industrieluft und Landluft völlig verschieden ist. Ich konnte zeigen, daß in Landluft die Eigenschaften der Schutzschicht ganz anders zur Auswirkung kommen als in einer mit Steinkohlenabgasen angereicherten Luft³⁶⁾. In Landluft nimmt der Korrosionsangriff von Jahr zu Jahr ab, so daß wir bei unserer letzten Untersuchung im Durchschnitt einer 60jährigen Auslegezeit auf Gewichtsverluste von etwa 20 bis 40 $g/m^2 \cdot \text{Jahr}$ kamen und auf eine Rostungsgeschwindigkeit im Endjahr von nur 3 $g/m^2 \cdot \text{Jahr}$ ³⁷⁾.

C. Carius, Essen: Jeder, der sich mit Untersuchungen von Korrosionsvorgängen befaßt, sammelt seine Erfahrungen zunächst auf Grund technologischer Versuche. Hierbei macht er häufig sich

³⁶⁾ Naturwiss. 23 (1935) S. 653/56.

³⁷⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 841/42.

widersprechende Feststellungen, die meistens durch schlechte, oft überhaupt nicht wiederholbare Ergebnisse gekennzeichnet sind. Naturgemäß ist man geneigt, zur Erklärung hierfür die Wirksamkeit besonderer Faktoren heranzuziehen, deren Ursprung letzten Endes unbekannt bleibt. Kurz gesagt, man gelangt auf Grund der Ergebnisse des technologischen Versuches nicht zur Erkenntnis der Ursachen des Korrosionsvorganges; diese allein aber sind der Schlüssel zur richtigen Beurteilung des Korrosionsverhaltens der Werkstoffe und sind richtungweisend für ihre Bewertung.

Der Weg, der hier zum Ziele führt, besteht in rein wissenschaftlicher Betrachtungsweise und Erforschung der Korrosionsvorgänge der Werkstoffe. Es kommt z. B. nicht so sehr darauf an, die Tiefe der Grübchen, die bei Stählen aller Art während ihrer Korrosion sich ausbilden können, auszumessen, als vielmehr die Ursache ihrer Entstehung zu wissen. Kennt man diese z. B. beim Flußstahl, so wird über sein Korrosionsverhalten ein treffenderes und zuverlässigeres Urteil abgegeben werden können als durch Angabe der durch technologische Versuche ermittelten Gewichtsverluste allein. In besonderem Maße trifft dies für die Beurteilung der nichtrostenden Stähle zu, deren Beständigkeit auf Passivierungsvorgängen beruht. Ohne die nur durch eingehende wissenschaftliche Untersuchungen mögliche Klarstellung dieser verwickelten Vorgänge bleibt der technologische Versuch ein unzulängliches und unzuverlässiges Hilfsmittel.

Seit einigen Jahren ist in der physikalischen Versuchsanstalt der Firma Fried. Krupp A.-G., Essen, der Weg der rein wissenschaftlichen Erforschung der Korrosionsvorgänge der Werkstoffe beschritten worden. Das Studium der physikalisch-chemischen Eigenschaften der Werkstoffe, der physikalischen Chemie der Lösungen, d. h. der Angriffsmittel und der Wechselwirkung beider, hat zu wichtigen Erkenntnissen und zur Klarstellung bisher scheinbar unentwirrbarer Vorgänge geführt, über die in nächster Zeit berichtet werden wird. Bei folgerichtiger und strenger Durchführung wissenschaftlicher Untersuchungsverfahren wird letzten Endes das erstrebenswerte Ziel erreicht werden, grundsätzlich als einzige Einflußgröße der Korrosion unsere physikalischen und physikalisch-chemischen Gesetzmäßigkeiten gelten zu lassen.

G. Tichy, Düsseldorf: Die ausgezeichneten Ausführungen des Herrn Vortragenden kann ich durch eigene Versuchsergebnisse weitestgehend bestätigen.

Herr Portevin hat in seinem Abschnitt über die Rolle der Seigerungen bei der Korrosion hervorgehoben, daß zwischen dem Angriff geseigerter Werkstoffe in sogenannten Säurelösungsversuchen einerseits und in Salzwasser oder an der Luft andererseits ein wesentlicher Unterschied besteht und die eine Korrosionsart mit der anderen nicht vergleichbar ist. Der Herr Vortragende hat unsere Erfahrungen bestätigen können, wonach zwischen unruhigem und beruhigtem Stahl bei einem Korrosionsversuch in Kochsalzlösung kein Unterschied besteht. Bild 7 zeigt einen Ausschnitt aus der Rohrwand eines Leitungsrohres für Kondenswasser. Es lag ein ausgesprochen geseigertes Werkstoff vor, und trotzdem konnte an dem Rohrinernen kein bevorzugter Angriff der Seigerstellen festgestellt werden. Noch deutlicher vermittelt dieses Ergebnis Bild 8. Hier liegt ein Schweißstahl vor, der den gleichen Angriffsbedingungen ausgesetzt war. Zwischen Anfressungen und Seigerungen ist kein Zusammenhang zu finden.

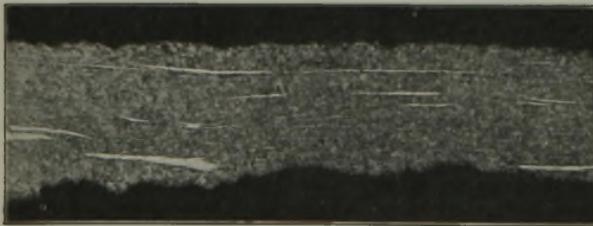


Bild 7. Korrodierte Rohrwand eines Leitungsrohres für Kondenswasser.

In gleicher Weise möchte ich die Ausführungen des Herrn Vortragenden bezüglich des Einflusses der Oberfläche auf den Angriff bestätigen. Mit einer schon in einer früher veröffentlichten Arbeit³⁸⁾ dargestellten Vorrichtung wurden vergleichende Korrosionsversuche zur Erfassung der einzelnen, die Korrosion bestimmenden Einflußgrößen vorgenommen. An einem nahtlosen Stahlrohr von 25 mm äußerem Dmr. und 1 mm Wandstärke aus einem niedriggekohlten unlegierten Stahl mit 0,12% C, 0,12% Si, 0,45% Mn, 0,015% P, 0,031% S und 0,11% Cu wurden Rohr-

abschnitte von etwa 500 mm Länge laboratoriumsmäßig einer verschiedenen Oberflächenbehandlung unterworfen. In einem anschließenden, 500 h währenden Vergleichsversuch bei einer Temperatur von 65° in einem mit Sauerstoff gesättigten Kondenswasser bei einer Durchflußgeschwindigkeit von 1 m/s wurde ein deutlicher Einfluß der Oberfläche auf die Korrosion festgestellt.

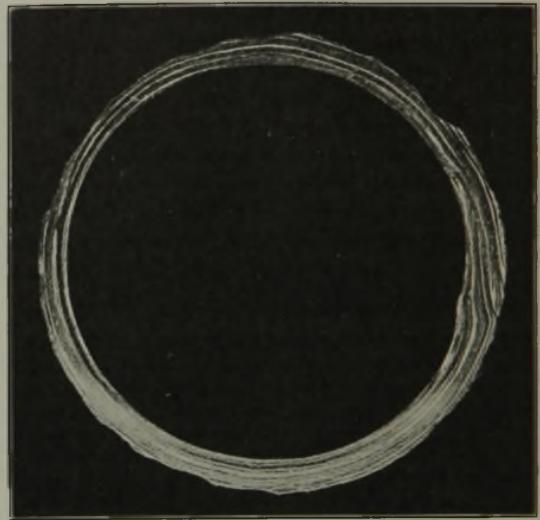


Bild 8. Korrosion eines Rohres aus Schweißstahl.

Bild 9 zeigt Abschnitte aus dieser Versuchsreihe. Das erste Rohr von links ist im Walzzustand ausgesetzt, das zweite Rohr vor dem Versuch in Mineralsäure und anschließend in Phosphorsäure gebeizt worden. Das dritte Rohr zeigt den Einfluß einer Sandstrahlung und zur Hälfte einer zusätzlichen Behandlung mit kaltem

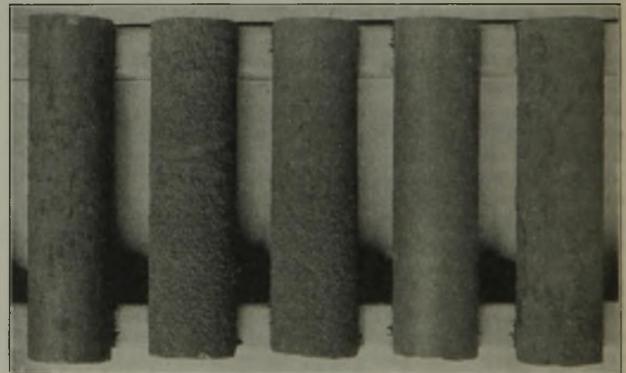


Bild 9. Einfluß der Oberflächenbehandlung auf die Korrosion von Rohrabschnitten aus unlegiertem Stahl.

Leinöl. Das vierte Rohr ist nach Beizung in Mineralsäure bei 800° 5 min lang geglüht und das rechte Rohr einer gleichen Glühbehandlung, aber ohne vorherige Behandlung der Oberfläche durch Mineralsäure oder durch Sandstrahlen ausgesetzt worden. Herr Professor Portevin deutete an, daß eine dichte Zunderoberfläche in der Lage wäre, Korrosion zu vermeiden. Das vorliegende Beispiel bestätigt diese Beobachtungen.

F. Eisenstecken, Dortmund: Im Forschungsinstitut der Vereinigten Stahlwerke werden bei der Korrosionsforschung vielfach Wechseltauchversuche angewandt, wobei die Stahlproben z. B. einen Tag im Wasser stehen, den nächsten Tag in der Laboratoriumsluft trocknen usw. Bei solchen Versuchen, die einzeln während eines Jahres jedesmal 30 Tage dauerten, wurde in den verschiedenen Monaten ein sehr verschiedenes starkes Rosten festgestellt: In den Monaten Juli und August war der Angriff am stärksten, während er in den Monaten Januar und Februar ein Minimum zeigte. Zurückzuführen ist dies darauf, daß in den warmen Monaten der höhere Feuchtigkeitsgehalt der Luft die Trocknung der Proben stark verzögert; der Rostvorgang geht während der atmosphärischen Korrosion verstärkt weiter, während er in der trockenen Winterluft jeweils nach kurzer Zeit zum Stillstand kommt. Die Versuche bestätigen, daß bei einer Wechselkorrosion die Feuchtigkeit der Atmosphäre von großer Bedeutung ist, sie zeigen zugleich, daß bei solchen Korrosionsvorgängen einzelne sekundäre Einflüsse eine bedeutsame Rolle spielen können.

³⁸⁾ Korrosion Bd. IV. Bericht über die Korrosionstagung in Düsseldorf, November 1934. Berlin 1935. S. 63/72.

Nach Herrn Portevin wird Korrosion beeinflusst:

1. durch die Art der Ausgangsoberfläche,
2. durch die auf der Oberfläche vorliegenden Zustände (verschiedene Belüftung usw.),
3. durch die Rostprodukte, die bei längerer Versuchsdauer auf der Oberfläche des Werkstoffes entstehen.

Die ersten zwei Punkte dürften nur auf den Beginn der Korrosion einen Einfluß haben, bei Korrosionsversuchen über längere Zeitabschnitte hinaus ist sicher nur der Punkt 3 von ausschlaggebender Bedeutung. Hierzu ein Beispiel: Wenn Stahlproben täglich eine Stunde, drei Stunden usw. in Seewasser, für den Rest des Tages an der Luft korrodieren, so liegt nach vier Wochen die größte Korrosion bei einer Eintauchdauer von zwölf Stunden täglich. Nach vier Monaten hat sich der Höhepunkt nach kürzeren Eintauchzeiten verschoben. Es werden also offenbar mit der Zeit die auf der Oberfläche des Werkstoffes sich bildenden Rostprodukte ausschlaggebend für den verstärkten Angriff.

Die Feststellung, daß zwischen Säurelöslichkeit und Korrosion an der Atmosphäre keine Beziehungen bestehen, ist zu unterstreichen und auch durch viele Versuche des Forschungsinstituts der Vereinigten Stahlwerke bestätigt. So wächst z. B. bei Stahlproben mit steigendem Phosphorgehalt die Säurelöslichkeit proportional dem Phosphorgehalt, während die Korrosion in Industrie- und Landluft bei steigenden Phosphorgehalten zurückgeht. Näheres hierüber wird in einem später erscheinenden Bericht mitgeteilt werden.

A. Portevin (schriftliches Schlußwort): Ich danke besonders Herrn Daeves für seinen sehr aufschlußreichen Beitrag, und ich stelle mit Befriedigung fest, daß er ebenfalls der Übereinstimmung zwischen den Ergebnissen des Laboratoriumsversuchs und denen des Betriebes die größte Bedeutung beimißt. Er geht sogar noch weiter als ich, wenn er dieser Bedingung den Vorrang vor allen anderen von mir erwähnten Anforderungen gibt, denen Versuche genügen müssen. Um die Betriebsergebnisse, d. h. den Gebrauchswert eines Metalls im Hinblick auf die Korrosion zu kennzeichnen, ist es übrigens bei der Menge von Einflußgrößen unerlässlich, eine große Zahl von Versuchsergebnissen zu sammeln und die statistischen Verfahren zu Hilfe zu holen, mit denen Herr Daeves seinen Namen durch einen wichtigen und nützlichen Beitrag verknüpft hat.

Herr Daeves sprach den Gedanken aus, die Korrosivität der verschiedenen Gegenden der Erdoberfläche zu prüfen. Es mag in der Tat nützlich sein, internationale Untersuchungen in dieser Richtung anzustellen, aber die Korrosionsversuche müßten dann durch chemische Angaben über die Wärmeverhältnisse, Untersuchungen (besonders über Gase, die die chemische Reinheit der umgebenden Luft beeinflussen), durch Feuchtigkeitsmessungen und physikalische Prüfungen (über Schwebestoffe und Nebel, die die optische Reinheit der Atmosphäre beeinflussen) vervollständigt werden. Gewisse Einzelheiten, wie der Einfluß der Meernähe, werden ohne Zweifel ziemlich schwierig zu kennzeichnen sein.

Wie Herr Daeves sagte, messen verschiedene Stellen, wie in Frankreich das Bureau Veritas, der Seigerung beim Angriff von Nieten durch das Meerwasser große Bedeutung bei; deshalb haben sie auch den Baumann-Abdruck vorgeschrieben. Die Beobachtungen von Herrn Daeves bringen den Beweis für den Einfluß anderer Umstände, wie des Zunders und des Anstriches, woraus auch hervorgeht, daß die Dauer des Versuchs die Schlußfolgerungen aus ihm abändern kann. Das ist sehr wichtig, denn die Einführung der Baumann-Prüfung in die Abnahme kommt einer Vorschrift beruhigten Stahles gleich, einer wirtschaftlich wichtigen Einengung.

Die Bemerkungen von Herrn Daeves über den Vergleich von Kurzversuchen und Langzeitversuchen sind sehr richtig. Es scheint schwierig zu sein, denselben Ablauf einer Korrosionserscheinung zu erzielen, wenn man seine Geschwindigkeit ändert. Auf der anderen Seite scheinen wir aber nach den Ausführungen von Herrn Carius einer Lösung sehr nahe zu sein, da er uns wichtige Versuchsergebnisse ankündigt, die diese wirklich sehr verwickelten Verhältnisse klären.

Ich darf in diesem Zusammenhang wohl die „Journées de la Lutte contre la Corrosion“ erwähnen, die in diesem Jahre in Paris stattfinden werden. Ich richte eine herzliche Einladung an alle an Korrosionsfragen interessierten Herren hier, sich an den Berichterstattungen und Erörterungen bei dieser Gelegenheit zu beteiligen.

Übrigens bin ich mit Herrn Carius über die Bedeutung wissenschaftlicher Untersuchungen in Korrosionsfragen vollkommen einig. Sie allein können uns in der Tat zum Verständnis der Erscheinungen und deshalb zu ihrer Voraussetzung und Lenkung verhelfen. So erlauben uns die elektrochemischen und mikrochemischen Untersuchungen, die ich ge-

meinsam mit den Herren L. Guitton und E. Herzog angestellt habe, schon heute, den Verlauf von Korrosionserscheinungen vorauszuzeigen und ihre Ursachen anzugeben. Aber es ist praktisch nicht weniger unerlässlich, vor allem heute, wo die Erscheinungen noch nicht in allen ihren Einzelheiten vollständig erkannt sind, das Ergebnis von Korrosionsversuchen und das Verhalten von betriebsmäßig gelieferten Werkstoffen in der Praxis in allen seinen Richtungen genau zu kennzeichnen. Zudem beeinflussen sich die wissenschaftlichen Erkenntnisse und die Betriebsergebnisse wechselseitig. Die Beobachtung einer Versuchs Besonderheit führt oft zur Auffindung eines bis dahin noch unbekannt gebliebenen Faktors; so hat uns die Vergleichsprüfung der Tiefe von Rostnarben auf den Einfluß bestimmter Korrosionserzeugnisse hingewiesen. Übrigens zeigt auch die Geschichte der Wissenschaften, daß große Entdeckungen ihren Ausgang von der Nachprüfung von Versuchsunstimmigkeiten genommen haben. Die wissenschaftliche Untersuchung und die Betriebsbeobachtung müssen also parallel zueinander betrieben werden, denn sie helfen sich gegenseitig. Sie sind zwei Betrachtungsarten derselben Frage; die eine sieht auf die Zukunft, die andere auf die Gegenwart.

Ich bin sehr erfreut, daß die bemerkenswerten Versuchsergebnisse von Herrn Tichy die meinigen bestätigen; besonders sind seine Beispiele über den Einfluß der Seigerung und des Zunders sehr einleuchtend.

Die Bemerkung von Herrn Eisenstecken über den Einfluß der Luftfeuchtigkeit bei Wechseltauchversuchen stimmt mit unseren Versuchsergebnissen überein. Wenn man die relative Luftfeuchtigkeit von 35 auf 95 % erhöht, wächst der Gewichtsverlust bei Wechseltauchversuchen tatsächlich um rd. 30 % für besonders weichen Stahl. Es ist aber wichtig, daran zu erinnern, daß auch die Temperatur eine die Geschwindigkeit der Oberflächenkorrosion beschleunigende Rolle spielt. Diese Wirkung ist besonders ausgeprägt während der Zeit der Austauchung, viel weniger während der Eintauchung der Stahlprobe in Salzwasser; beispielsweise ist der Temperaturbeiwert für den Gewichtsverlust zwischen 20 und 40° gleich 1 für die Zeit der Austauchung, gleich 0,2 für die Zeit der Eintauchung²⁶⁾. Darum muß man bei Wechseltauchversuchen nicht nur die Temperatur der Lösung gleichhalten, sondern auch die der Luft, die sich um der Versuchseinrichtung befindet. Vernachlässigt man eine derartige Vorsichtsmaßnahme bei der Durchbildung von Thermostaten, können sich sehr merkwürdige Streuungen ergeben. Man würde also versucht sein, die Beschleunigung des Angriffs im Juli und August wenigstens zu einem Teile durch eine höhere Lufttemperatur zu erklären.

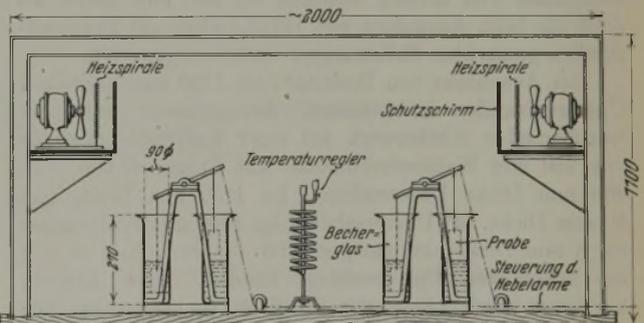


Bild 10. Thermostat für Wechseltauchversuche mit Erwärmung der Luft.

Dagegen glauben wir, daß die die Oberfläche beeinflussenden Vorgänge (unterschiedliche Belüftung usw.) nicht nur im Anfang der Korrosion wirksam sind, sondern auch in der Folge über die Einwirkung auf die Korrosionserzeugnisse von Bedeutung sind. So spielt die Trocknungsgeschwindigkeit der Korrosionserzeugnisse bei Stahl tatsächlich eine große Rolle; sie hängt nicht nur von der Luftfeuchtigkeit ab, sondern auch von der Entfernung des Wasserdampfes bei einem gegebenen Versuchsraum. Man kann durch einen Luftstrom den Rost und den Magnetit auf der Oberfläche der Stahlprobe selbst in einer feuchten Atmosphäre (80 bis 90 % relative Luftfeuchtigkeit) trocknen. Durch diese Trocknung haften die Korrosionserzeugnisse, besonders der Magnetit, viel fester, wodurch der Korrosionsangriff wesentlich verstärkt wird. Man kann feststellen, daß sich die örtlichen Angriffe im allgemeinen unterhalb von Magnetitblättchen finden, die sich nur sehr schwierig abheben lassen²⁹⁾.

²⁹⁾ A. Portevin und E. Herzog: Métaux 42 (1937) S. 9/15. E. Herzog: Bull. Soc. chim. 5 (1938) S. 187/91; nach Chem. Abstr. 32 (1938) Nr. 12, Sp. 4508. Les Méthodes d'essai de corrosion des métaux et alliages. Paris 1936. S. 67.

In *Bild 10* ist ein Thermostat wiedergegeben, mit dem wir sehr große Aenderungen des Gewichtsverlustes erhielten, wenn die Luft sehr kräftig umgewälzt wurde. Beim Arbeiten mit bedeckten und offenen Bechergläsern streuten die Gewichtsverluste um 100 % und mehr; ebenso änderten sich durch Stellung der Bechergläser in die Nähe des Ventilators oder in die Mitte der Versuchseinrichtung gleicherweise die Werte um 50 bis 80 %. In ruhiger Atmosphäre zeigten sich niemals ähnliche Streuungen, weshalb wir den Thermostaten ohne Luftumwälzung nach *Bild 3* bevorzugen;

in ihm wird die Luft durch die thermostatische Lösung, die im Vergleich zum Inhalt der Bechergläser sehr groß ist, erwärmt.

Zum Schluß möchte ich nochmals meiner Freude darüber Ausdruck geben, daß Sie meinem Bericht Ihre besondere Aufmerksamkeit geschenkt haben, und daß er so inhaltsreiche Erörterungsbeiträge ausgelöst hat, in denen bemerkenswerte unsere Versuche bestätigende Ergebnisse gebracht wurden. Ich danke ganz besonders allen denen, die außergewöhnlich nützliche Ergänzungen zu meinem Bericht gebracht haben.

Ueber die weitere Ausgestaltung von Breitbandstraßen.

Von Bruno Quast in Köln-Rodenkirchen.

(Halbkontinuierliches Walzen der Breitbänder auf einem Zweistich-Universalwalzwerk. Umführen der Breitbänder bei größeren Bandlängen durch Rollenrücklaufvorrichtungen. Anordnung von Vierwalzengerüsten zum Walzen der Fertigstiche.)

Es ist bekannt, daß verschiedene deutsche Werke die Breitbandwalzung auf andere Art als durch das rein kontinuierliche Verfahren¹⁾ ausführen wollen; allerdings sind die Arbeiten der betreffenden Hüttenwerke anscheinend noch nicht abgeschlossen.

Die Breitbandwalzung ist nicht nur sehr wichtig für die Verbraucher, sondern besonders auch für die Erzeuger von Feinblechen, die bisher ihre Verbraucher belieferten und nun Gefahr laufen, diese Abnehmer an die Breitbanderzeuger abtreten zu müssen. Es wäre daher wohl denkbar, daß eine Anzahl der Feinblechstraßen außer Betrieb gesetzt werden könnte, die betreffenden Hüttenwerke jedoch wegen der hohen Anlagekosten nicht in der Lage wären, solche umfangreiche Musteranlagen wie in Dinslaken zu beschaffen. Es würde sich daher die Erzeugunggrundlage bei den einzelnen Hüttenwerken einschneidend verschieben und könnte für die reinen Feinblechwalzwerke sogar eine Bedrohung ihres Bestehens darstellen. Daher ist wohl die Frage, die Erzeugung von Breitbandstahl mit einfacheren Einrichtungskosten zu gestalten, vordringlich geworden.

Im nachstehenden Vorschlag werden sowohl die beim Auswalzen von breiten Bändern bis 550 mm Breite als auch die beim Auswalzen von Breitbändern auf Universalstraßen gemachten Erfahrungen weiter ausgewertet.

Das Auswalzen von Breitstahl bis 1250 mm Breite auf Universalstraßen ist bekannt. Beispielsweise walzt ein westdeutsches Hüttenwerk auf einer Universal-Triostraße von 750 mm Walzendurchmesser aus Brammen von etwa 400 mm Dicke Universalstahl bis 1250 mm Breite und 10 mm Dicke, bei Universalstahl bis 1000 mm Breite sogar bis 8 mm Dicke und entsprechend dünner, sobald es sich um schmaleren Universalstahl handelt. Diese Streifen werden in einer Länge von 35 bis 40 m hergestellt. Die Dicke dieser Streifen findet ihre Begrenzung in dem Temperaturabfall. Man kann sich daher vorstellen, daß man bei dünneren Brammen von etwa 75 mm Dicke anstatt 400 mm Dicke und bei halbkontinuierlichem Walzen auf einer solchen Walzwerksanlage auch Bänder bis 3 mm Dicke herstellen kann. Es ist hierbei zu beachten, daß bei dem westdeutschen Universalwalzwerk Brammen bis zu 5000 kg Gewicht verwendet werden, daß also auf diesem Universalwalzwerk eine verhältnismäßig lange Walzzeit liegt.

Ein Vorschlag nach *Bild 1 und 2* geht dahin, ein Zweistich-Universalwalzwerk anzuordnen, das in ähnlicher Weise arbeitet, wie dies schon früher beschrieben wurde²⁾. Das Zweistich-Universalwalzwerk würde demnach aus einem Universal-Dreiwälzengerüst A (Lauthsches Trio) mit vor dem unteren und oberen Eintritt angeordneten Stehwalzen bestehen. Sowohl vor dem unteren als auch vor dem

oberen Einstich sind die Zweiwälzengerüste B_1 und B_2 angeordnet mit Walzen von entsprechend kürzerer Ballenlänge als die des Universalgerüsts, da hierbei auf die Lagerung der Stehwalzen keine Rücksicht genommen zu werden braucht. Die Bramme würde also nach *Bild 3* — in dem der Deutlichkeit halber die Stiche nebeneinander eingezeichnet wurden, wobei sie in Wirklichkeit nur übereinanderliegen — bei jedem Durchgange durch das Zweistich-Universalgerüst zwei Flachstiche und einen Stauchstich erhalten. Demnach bei drei Durchgängen sechs Flachstiche und drei Stauchstiche, bei fünf Durchgängen zehn Flachstiche und fünf Stauchstiche. Durch diese Anordnung allein würde die Walzdauer auf die Hälfte der Zeit gegenüber einem üblichen Universalgerüst verringert werden. Um bei den letzten Stichen (*Bild 1*), in denen das Breitband erheblich dünner ist und sich leichter abkühlen kann, eine kontinuierliche Walzung zu erzielen, sind vor und hinter dem Zweistich-Universalwalzwerk gesetzlich geschützte Rollenrücklaufvorrichtungen C_1 und C_2 aufgestellt.

Die Arbeitsweise zum Auswalzen von Breitbändern bis zu 3 mm Dicke ist nach *Bild 2* wie folgt:

Die aus den Oefen D kommenden Brammen fallen auf einen gemeinsamen Rollgang und werden so dem Stauchgerüst F zugeführt. Hier erhält die Bramme einen kräftigen Stauchstich, wodurch eine gleichmäßige Breite der Bramme erzielt und die Oberfläche der Bramme von der Ofenschlacke befreit wird.

Eine Erörterung, das Entzundern noch besonders kräftig zu unterstützen, durch Abstrahlen unter hohem Druck, Bürsten usw., soll hier nicht stattfinden, da diese Einrichtungen als solche bekannt sind und die Hüttenwerke ihre bestimmten Erfahrungen hiermit gemacht haben.

Die vorgestauchte Bramme von 2500 bis 5000 mm Länge und entsprechender Dicke bis 75 mm wird durch die Schleppergruppe G vor das Zweistich-Universalwalzwerk geschleppt. Vor und hinter dem Zweistich-Universalwalzwerk sind die Wipptische H_1 und H_2 vorgesehen, um das Breitband hinter dem Walzwerk zum oberen Einstich zu befördern und ein Herunterfallen und Aufschlagen des Breitbandes vor dem Walzwerk zu vermeiden.

Die ersten drei Durchgänge werden durch Hin- und Herwalzen vorgenommen, wobei, wie schon oben erwähnt, das Walzgut sechs Flachstiche und drei Stauchstiche erhält. Nach dem dritten Durchgang läuft das Breitband nicht ganz aus, sondern zu der Rollenrücklauf-Vorrichtung C_2 , die das Breitband zum oberen Einstich in das Walzgerüst B_2 zurückführt. Die Zufuhrinne von der Rollenrücklauf-Vorrichtung C_2 zum Walzgerüst B_2 ist im vorderen Teil auf der ganzen Länge des Wipptisches H_2 beweglich angeordnet und so mit dem Wipptisch verbunden, daß beim Heben und Senken das schwenkbare Rinnenstück J_2 mit gehoben und gesenkt wird. Im gesenkten Zustand des

¹⁾ Vgl. F. Winterhoff: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 1225/38 (Walzw.-Aussch. 145).

²⁾ Stahl u. Eisen 30 (1940) S. 153/55; 35 (1945) S. 584/89.

Wiptisches H_2 liegt das Rinnenstück J_2 richtig zum Einlauf des Breitbandes in das Walzgerüst B_2 .

Die Entfernung der Rollenrücklauf-Vorrichtung C_2 vom Walzgerüst B_2 und vom Universalgerüst A ist so gewählt, daß der nach dem ersten Durchgange auslaufende Walzstab nicht bis zur Rollenrücklauf-Vorrichtung C_2 gelangen kann. Das nach dem dritten Durchgang aus dem unteren Stich auslaufende Breitband ist dagegen länger als die Entfernung zwischen Walzgerüst A und Rollenrücklauf-Vorrichtung C_2 , aber doch kürzer als der Umführungsweg vom Walzgerüst A durch die Rollenrücklauf-Vorrichtung C_2 zum Walzgerüst B_2 . Da selbst beim gleichzeitigen Auswalzen des Breitbandes im unteren Stich des Universalgerüsts A und im oberen Stich des Gerüsts B_2 kein doppelter Sprung auftritt, würde die Rollenrücklauf-Vorrichtung C_2 auch

Auf einem westfälischen Hüttenwerk wurden Breitbänder versuchsweise auf einer Umkehr-Zweiwalzenstrecke ausgewalzt und die letzten Stiche mit einer Rollenrücklauf-Vorrichtung auf einem Lauthschen Dreiwalzengerüst fertig gewalzt. Hierbei wurde die Rollenrücklauf-Vorrichtung zunächst in einer Entfernung von 18 m vom Walzwerk entfernt aufgestellt und eine Dicke der Fertigbänder von etwa 3,2 mm erzielt, wobei die Endtemperatur etwa 830° betrug. Man walzte zunächst Bunde von 560 kg aus, erhöhte dann die Gewichte auf etwa 1000 kg, weshalb die Rollenrücklauf-Vorrichtung auf eine Entfernung von 32 m gestellt wurde. Diese Entfernung war aus dem Grunde erforderlich, um zu vermeiden, daß sich das Breitband gleichzeitig im oberen und unteren Einstich des Lauthschen Gerüsts befand.

Bild 1. Aufriß des Zweistich-Universalwalzwerkes.

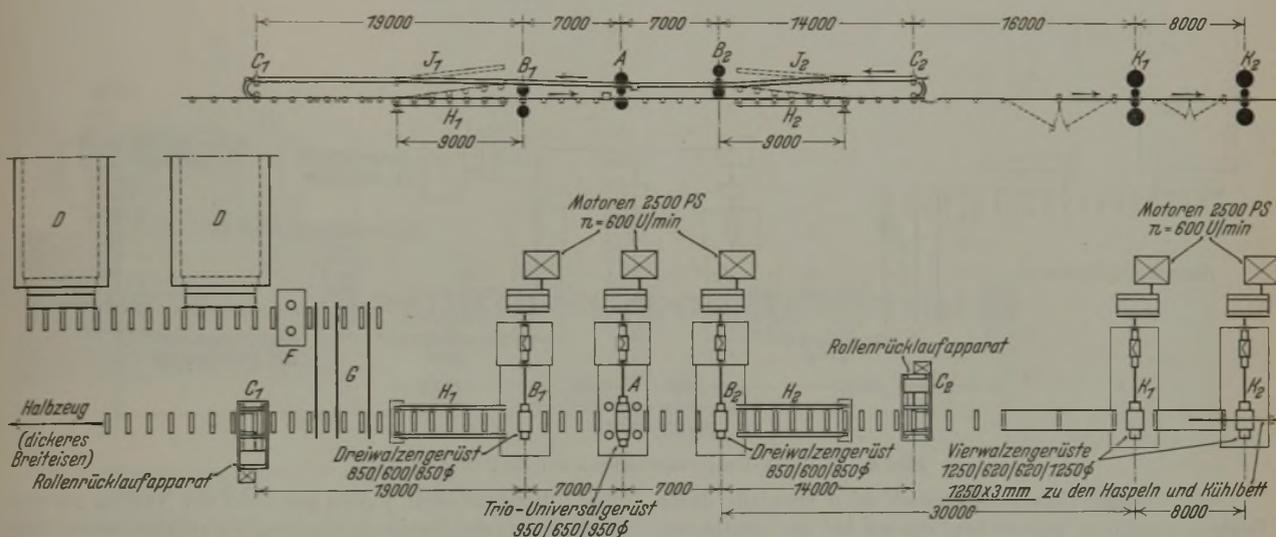


Bild 2. Grundriß des Zweistich-Universalwalzwerkes.

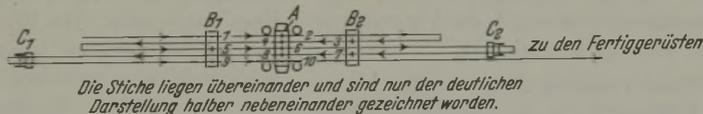


Bild 3. Stichfolge.

Bilder 1 bis 3. Zweistich-Universalwalzwerk für Breitbandwalzung.

näher zum Zweistich-Universalwalzwerk aufgestellt werden können.

Durch diese Anordnung wird das Auslaufen des ganzen Walzbandes vermieden. Es wird ferner vermieden, daß, wie es sonst beim Hin- und Herwalzen geschieht, das zuletzt austretende Bandende wieder zuerst den Walzen zugeführt und das zuerst austretende Bandende bis zum Schluß auf dem kalten Plattenbelag liegenbleibt, wodurch die Maßhaltigkeit des Breitbandes ungünstig beeinflusst wird.

Nachdem das Breitband durch die Rollenrücklauf-Vorrichtung C_2 dem vierten Durchgang zum Zweistich-Universalwalzwerk zugeführt worden ist, läuft es vor dem Walzwerk zur Rollenrücklauf-Vorrichtung C_1 und wird dort in derselben Weise wie schon beschrieben, und zwar diesmal von oben nach unten, zum Walzgerüst B_1 umgeführt. Auch hierbei ist die Aufstellung der Rollenrücklauf-Vorrichtung C_1 entsprechend bemessen. Von der Anordnung eines Zunderbrechgerüsts kann abgesehen werden, da in den beiden Rollenrücklauf-Vorrichtungen C_1 und C_2 die Bänder durch das Umbiegen von unten nach oben und umgekehrt zweimal entzundert werden.

Beim letzten Durchgang des Breitbandes durch das Zweistich-Universalwalzwerk läuft das Breitband durch die Rollenrücklauf-Vorrichtung C_2 mit aufgeklapptem Umführungsboden zu einer kontinuierlichen Fertigstraße mit zwei Gerüsten in Vierwalzenanordnung mit Durchmessern der Arbeitswalzen von 620 mm und der Stützwalzen von 1250 mm. Das Breitband wird mit etwa 4 bis 5 mm Dicke das Zweistich-Universalwalzwerk verlassen und auf den beiden kontinuierlichen Gerüsten K_1 und K_2 bis auf 3 mm heruntergewalzt werden. Die Bandlängen nach den einzelnen Stichen betragen beim Auswalzen von Breitbändern von 1250 mm Breite aus Brammen von 2800 mm Länge, 75 mm Dicke mit einem Gewicht von etwa 2000 kg wie folgt: 1. Stich = 3,8 m; 2. Stich = 5,0 m; 3. Stich = 6,5 m; 4. Stich = 8,6 m; 5. Stich = 11,8 m; 6. Stich = 15,5 m; 7. Stich = 21,0 m; 8. Stich = 27,0 m; 9. Stich = 37,0 m; 10. Stich = 46,5 m; 11. Stich = 60,0 m; 12. Stich = 70,0 m. Bei der Anordnung von nur zwei kontinuierlichen Gerüsten können diese mit je einem Drehstrommotor angetrieben werden, da die Regelung der Schleifenbildung zwischen den beiden Fertiggerüsten nicht nur durch die elektrischen

Anstellvorrichtungen der Walzen, besonders am ersten kontinuierlichen Gerüst, erzielt werden, sondern auch durch die Drehzahlregelung der Antriebsmotoren vorgenommen werden kann. Diese Antriebsmotoren lassen eine Drehzahlregelung bei Verwendung von Regulier-Schleifringläufern in weiten Grenzen zu und sind hierbei so zu entwerfen, daß sie bei dem größten Drehmoment die übliche Höchstdrehzahl haben. Die Herunterregelung der Drehzahl erfolgt durch Einschalten von Widerständen, die durch Druckknopfsteuerung betätigt werden. Dies ist auch wesentlich, wenn bei bestimmten Qualitäten mit einer geringeren Walzgeschwindigkeit gearbeitet werden soll.

Bei der Herstellung von Breitbändern mit Tiefziehqualität kann das Walzband während des Walzvorganges zwischen zwei Walzstichen angehalten werden, damit seine Temperatur beim Fertigstich je nach Erfordernis unter oder über dem kritischen Punkt liegen kann.

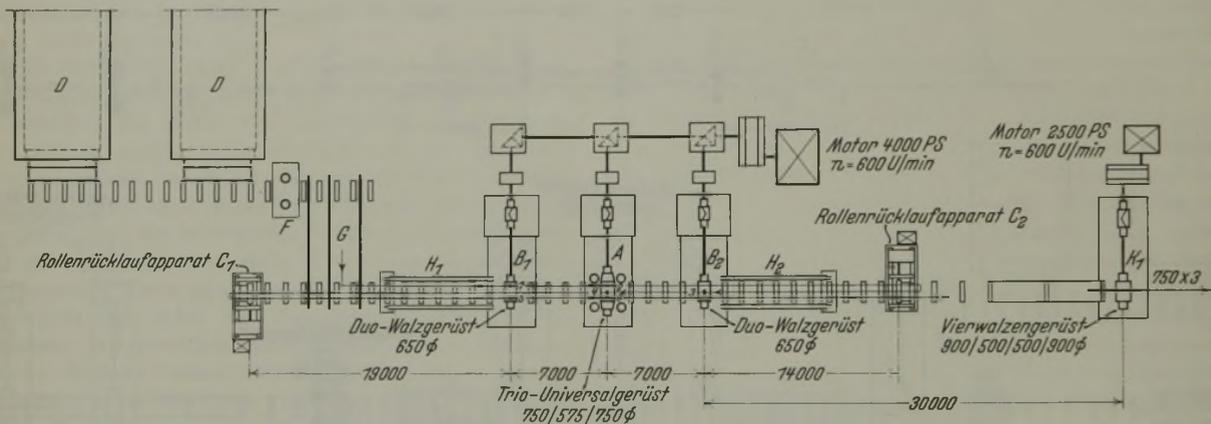


Bild 4. Zweistich-Universalwalzwerk für Breitbandwalzung.

Das Zweistich-Universalwalzwerk wird ebenfalls durch Drehstrommotoren angetrieben, die wie bei den kontinuierlichen Fertigerüsten als Regulier-Schleifringläufer in ihrer Drehzahl regelbar sind. Die Anschaffungskosten der elektrischen Anlage werden naturgemäß durch die Verwendung von Drehstrommotoren wesentlich verringert.

Während die Breitbänder dünner Abmessungen hinter den kontinuierlichen Fertigerüsten zu den Bandhaspeln und zum Kühlbett auslaufen, können dickere Breitbänder entweder vor der Walzwerksanlage auslaufen oder durch die gehobenen Walzen der kontinuierlichen Fertigerüste befördert werden, um dann geschnitten und verladen zu werden. Die Rollenrücklauf-Vorrichtungen sind bekanntlich auf Sohlplatten verschiebbar, da sie beim Auswalzen der dickeren Breitbänder nicht benutzt werden.

Die Erstellung einer solchen Walzwerksanlage für Breitbänder, wie sie vorstehend beschrieben wurde, wird wesentlich billiger als die von F. Winterhoff¹⁾ erwähnten rein kontinuierlichen Walzwerke für Breitbänder in Deutschland und Amerika sein. Nicht nur der mechanische Teil und die elektrische Ausrüstung werden sich wesentlich billiger stellen, sondern auch der Platzbedarf bedeutend geringer sein, was namentlich für die älteren Hüttenwerke, die sich in der Platzfrage den gegebenen Verhältnissen anpassen müssen, von Bedeutung ist.

Ferner ist zu beachten, daß eine Musteranlage wie die in Dinslaken um so wirtschaftlicher arbeiten wird, je mehr die Leistung gesteigert werden kann. Die Leistungssteigerung oder -ausnutzung der Anlage wird jedoch von der

Aufnahmefähigkeit des Marktes bestimmt und im wesentlichen auch davon, ob nicht inzwischen noch weitere Anlagen von anderen Hüttenwerken gebaut werden. In diesem Falle wird jene Anlage am wirtschaftlichsten arbeiten können, die die geringsten Anlagekosten, die geringsten Instandsetzungskosten und den geringsten Stromverbrauch hat. Es dürften daher in gewöhnlichen Zeiten Breitbandstraßen mit nicht so hoher Leistungsfähigkeit wie diejenige der Musterstraßen, dafür aber mit geringeren Anlage- und Unterhaltungskosten, sehr wohl mit den Musterstraßen in Wettbewerb treten können und in minder guten Zeiten jenen sogar in der Wirtschaftlichkeit und auch Anpassungsfähigkeit überlegen sein.

Eine weitere Vereinfachung der Breitbandstraßen für Bänder bis 750 mm Breite zeigt eine Anlage nach Bild 4, wie sie für ein ausländisches Walzwerk geplant ist. Die Anordnung der Anlage entspricht im wesentlichen der in

Bild 2 beschriebenen, jedoch geschieht der Antrieb der drei Walzgerüste des Zweistich-Universalwalzwerkes durch einen Motor von etwa 4000 PS und die Kraftübertragung zu den einzelnen Gerüsten durch eine gemeinsame Welle mit Kegelradgetriebe. Die Entfernung von einem Gerüst zum anderen ist so groß bemessen, daß die Möglichkeit der Schleifenbildung zwischen den einzelnen Gerüsten gegeben ist, um etwaige Abnahmeunterschiede ausgleichen zu können. Es wurde hierbei von der Anordnung einer mittleren Streckwalze bei den Gerüsten, die vor dem unteren und vor dem oberen Einstich des Trio-Universalgerüsts liegen, abgesehen. Ebenfalls genügt die Aufstellung eines Vierwalzen-Poliergerüsts für den Fertigstich, da auf dieser Anlage von Brammen mit etwa 35 mm Dicke ausgegangen wird und drei Durchgänge durch das Zweistich-Universalwalzwerk und ein Fertigpolierstich genügen. Für die elektrische Anlage zum Antrieb der Gerüste sind nur etwa 6500 PS bereitzustellen, wodurch eine weitere Herabsetzung der Anlage- und Betriebskosten erzielt wird.

Zusammenfassung.

Es wird ein Zweistich-Universalwalzwerk beschrieben, in dem Breitbänder halbkontinuierlich ausgewalzt werden. Diese Anlage erfordert gegenüber den bekannten Musteranlagen wesentlich niedrigere Anlagekosten, kleinere Antriebsanlagen und einen geringeren Raumbedarf. In der Abwicklung eines größeren Walzplanes, auch bei kleineren Auftragsmengen, ist die Anlage anpassungsfähig und wird daher ebenfalls in gewöhnlichen Zeiten wirtschaftlich arbeiten.

Umschau.

Das Treiben der Kohlen.

In der Einleitung einer Arbeit über das Treiben der Kohlen beschreibt W. T. Brown ¹⁾ die Begriffe des Treibens und Blähens und grenzt sie voneinander ab. Die Abhandlung befaßt sich nur mit dem Treiben als dem im Koksofen wichtigen Vorgang bei der Verkokung der Kohle. Zur Untersuchung des Treibens wurden zunächst die 1935 von V. J. Altieri vorgeschlagenen Prüfeinrichtungen Bauart A und B benutzt, von denen die letzte im Grundsätzlichen dem von F. Korten und P. Damm ²⁾ entwickelten Gerät entspricht, aber die erheblich größere Kohlenmenge von 4,4 kg zur Untersuchung aufnimmt. Da diese Ein-

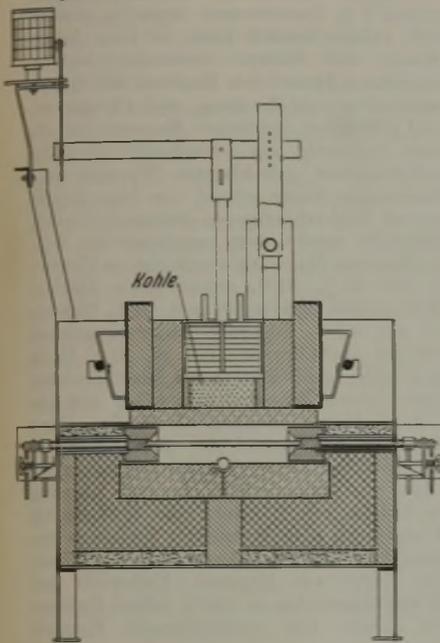


Bild 1. Querschnitt des elektrischen Bethlehem-Prüfers.

richtungen nicht geeignet waren, alle vorkommenden Kohlen mit gleicher Genauigkeit auf das Treiben zu untersuchen, wurde bei der Bethlehem Steel Co. ein neuer Versuchsofen hierfür entwickelt und als Bethlehem-Prüfer bezeichnet. Bei der gasbeheizten Ausführungsform werden 23,6 kg, bei der elektrisch beheizten 4,3 kg Kohle verkocht. Die Wirkungsweise entspricht ebenfalls dem Korten-Damm'schen bzw. dem Kopperschen Gerät und geht deutlich aus Bild 1 hervor. Als Vorteile dieser Prüfeinrichtung werden

angeführt, daß sich die Versuchsausführung einfach gestaltet, die Ergebnisse gut wiederholbar sind und die Beheizung so vorgenommen wird, daß die Verkokung genau einseitig von unten nach oben fortschreitet. Die wichtigsten Versuchsbedingungen sind:

Wassergehalt der Kohle	unter 2 %
Körnung der Kohle	85 bis 90 % unter 3,3 mm
Schüttgewicht der Kohle	0,88 g/cm ³
Druck des Stempels	0,16 kg/cm ²
Verkokungsgeschwindigkeit	12 mm/h
Kokstemperatur	950°.

Im Bethlehem-Prüfer wird nicht der beim Treiben auftretende Druck gemessen, sondern man nimmt die Schaulinien der bei bestimmter Belastung eintretenden Ausdehnung oder des Schwindens der Kohle auf.

Auf diese Weise sind eine sehr große Anzahl pennsylvanischer Kohlen aus den Pocahontas-, Pittsburgh-, Freeport- und Kittanning-Flözen untersucht worden. Einige besonders kennzeichnende Schaulinien zeigt Bild 2 mit stark und schwach treibenden sowie stark schwindenden Kohlen. Bemerkenswert ist die in Bild 3 wiedergegebene Beziehung zwischen den flüchtigen Bestandteilen aller untersuchten Kohlen und ihrer größten Ausdehnung oder Schwindung. Das stärkste Treiben zeigen die Kohlen mit weniger als 20 % flüchtigen Bestandteilen, und bei Gehalten von mehr als 30 % flüchtigen Bestandteilen wird nur noch Schwinden beobachtet. Diese Befunde stimmen grundsätzlich überein mit den bisherigen deutschen Untersuchungen. Die Schaulinie der Lower Kittanning-Flözgruppe zeigt einen eigentümlichen Verlauf, indem bei 23 % flüchtigen Bestandteilen ein niedrigster Wert und bei 26 % ein höchster Wert auftritt. Die stark streuenden Werte der einzelnen Kohlen rechtfertigen nach Ansicht des Berichterstatters einen solchen Verlauf der Schaulinie

nicht. Diese könnte mit größerer Berechtigung so gezeichnet werden, wie es gestrichelt angedeutet ist.

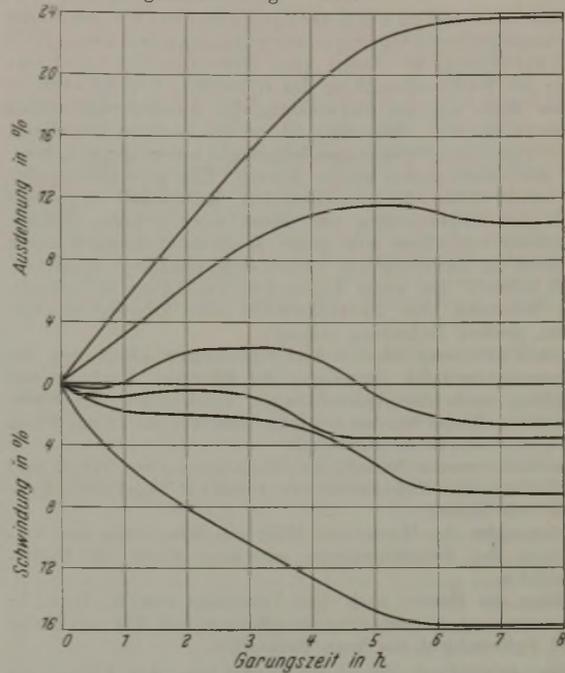


Bild 2. Treibdruck-Schaulinien. Upper-Freeport-Flöz.

In weiteren Versuchen ist an einzelnen Kohlen der Einfluß verschiedener Kohneigenschaften und Verkokungsbedingungen auf das Treiben untersucht worden. Mit abnehmendem Aschegehalt zeigt sich eine Zunahme des Treibens, während es durch Beimischung von Faserkohle zurückgeht. Steigender Wassergehalt verminderte ebenfalls das Treiben.

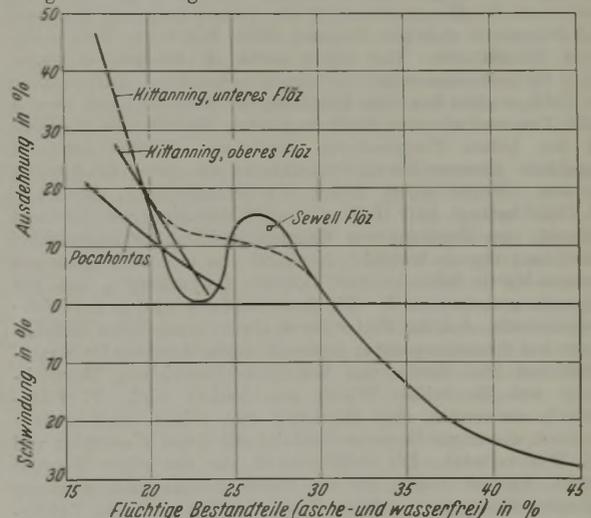


Bild 3. Vergleich zwischen Treiben und flüchtigen Bestandteilen der Kohlen der Pocahontas- und Kittanning-Flöze.

Durch gesteigerte Verkokungstemperatur und erhöhtes Schüttgewicht der Kohle wird das Treiben begünstigt. In einigen weiteren Versuchen wird gezeigt, wie man durch Zumischen nichttreibender Kohlen mit hohen flüchtigen Bestandteilen zu starktreibenden Kohlen Mischungen herstellen kann, die ein mäßiges Treiben und daran anschließendes Schwinden zeigen und sich somit im Koksofen ohne Schaden verarbeiten lassen. Auch die Versuche des zweiten Abschnittes der Arbeit über die Anwendung der Treibbestimmung auf die Klärung des Einflusses verschiedener Verkokungsbedingungen führen zu den gleichen Ergebnissen wie die entsprechenden deutschen Untersuchungen. Ueber die Nutzenanwendung der Untersuchungen und die Zusammenhänge zwischen Treibdruck der Kohle und Ofenbetrieb verweist der Berichterstatter auf seine entsprechende Veröffentlichung ¹⁾.

Bernhard Hofmeister.

¹⁾ Veröffentlicht von der American Gas Association, Technical Section, New York 1938.

²⁾ F. Korten: Stahl u. Eisen 40 (1920) S. 1105/08 (Kokereiaussch. 13). P. Damm: Arch. Eisenhüttenw. 2 (1928/29) S. 59/72 (Kokereiaussch. 30). B. Hofmeister: Arch. Eisenhüttenw. 3 (1929/30) S. 559/69 (Kokereiaussch. 34).

¹⁾ Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 857/61 (Kokereiaussch. 64).

Die basische Zustellung von kernlosen Induktionsöfen*).

(Eine Schrifttumsübersicht.)

Beim Schmelzen im kernlosen Induktionsofen, das infolge seiner mannigfaltigen Vorzüge immer mehr angewandt wird, spielt die Zustellung des Ofens eine außerordentlich wichtige Rolle; die Weiterentwicklung des Induktionsofens ist sogar in starkem Maße von der Entwicklung der Ausfütterungstechnik beherrscht worden. Besonders ist es die basische Zustellung, bei der trotz vieler Forschungsarbeiten eine befriedigende Lebensdauer noch nicht erzielt werden konnte. Eine gute Ofenauskleidung muß neben der mechanischen Haltbarkeit gegenüber Abrieb und Abplatzungen und neben einer geringen Wärmeausdehnung vor allem eine große Widerstandsfähigkeit gegen den durch die metallurgische Arbeitsweise bedingten Schlackenangriff haben¹⁾. Die letzte Eigenschaft hat infolge der neuzeitlichen Richtung, den Induktionsofen zum Frischen zu verwenden, größere Bedeutung erlangt.

Die Erfüllung dieser Anforderungen hängt von der Zusammensetzung der Zustellung, der Körnung, Mischung und Stampfung sowie der Anfeuchtungs-, Trocknungs- und Sinterungsart ab. Bisher wurden mit mehr oder weniger gutem Erfolg folgende Verfahren angewandt:

1. Einsetzen eines außerhalb des Ofens gebrannten Tiegels und Auffüllung des Zwischenraumes zwischen Tiegel und Spule mit loser Masse;
2. Aufstampfen des Herdes mit Hilfe von Schablonen und Auffüllung des Zwischenraumes mit loser Masse als Pufferschicht²⁾;
3. Fritten des Herdes nach dem Vorschlage von W. Rohn³⁾;
4. Ausmauerung mit ungebrannten Steinen mit Nut und Feder und Pufferschicht aus losen Baustoffen.

Die Anwendung des ersten Verfahrens, das Einsetzen eines gebrannten Tiegels, ist nur bei kleinen Öfen geeignet. Für die Auffüllung des Zwischenraumes wird das Einbetten der Spule in eine dünne Schicht Klebsand und eine Abdeckung gegen die Spule mit Glimmer empfohlen⁴⁾. D. F. Campbell⁵⁾ verwendet einen Schamottetiegel und als Isolierung Zirkonsand.

Für mittlere und größere Öfen kommt vor allem das Aufstampfen in Frage. Als Grundlage für die basische Zustellung bezeichnet W. Hessenbruch⁶⁾ die Verwendung von Magnesit und Dolomit in richtiger Körnung unter Benutzung eines geeigneten Bindemittels. Teer allein reicht als Bindemittel wegen seines Herausbrennens und der damit verbundenen Auflockerung des Gefüges nicht aus. Zur Erhöhung der Standfestigkeit werden Kalk, Ton und ähnliche Stoffe zugesetzt, die mit dem Magnesit bei den hohen Temperaturen versintern. Hierbei hat sich gemahlene Siemens-Martin-Ofenschlacke als gutes Bindemittel erwiesen. Wegen seiner hohen Wärmeausdehnung, die 2,1 % bei 1300° beträgt, hält H. Neuhaus⁷⁾ Magnesit allein für nicht geeignet, eine Mischung von Magnesit und Dolomit dagegen für brauchbar; ebenso berichtet Neuhaus von einem Gemisch aus Siemens-Martin-Schlacke mit Dolomit („Syndolag“), das mit Magnesit gesintert wird. Die Ausstampfung wird in der Weise vorgenommen, daß das Futter durch einen eingehängten Graphitkörper auf Sintertemperatur gebracht, dieser dann wieder herausgenommen und durch eine besondere Vorrichtung Magnesitpulver auf die heißen Wände geschleudert wird. F. Pözl-guter⁸⁾ verwendet eine Mischung von feinem und grobem Magnesit, die er zur besseren Bindung mit etwas Wasserglas und 3 % Ton versetzt. Die Pufferschicht, die aus reiner Tonerde besteht, hält er dicker, um die durch Temperaturschwankung bedingten Risse zu vermeiden. Nach Angaben von S. M. Taberkow und N. A. Goluschko⁹⁾ soll es dem russischen Werk

„Magnesit“ gelungen sein, eine allen Bedingungen entsprechende Masse für die basische Auskleidung herzustellen; sie besteht aus rd. 6 % SiO₂, 66 % MgO, 1,3 % CaO und 25 % Al₂O₃ + Cr₂O₃ + Fe₂O₃. Die letztgenannten Oxyde, die in einem bestimmten, aber nicht angegebenen Verhältnis gemischt sind, sollen bei richtiger Verteilung die Temperaturwechselbeständigkeit verbessern, wobei sich das Vorhandensein von Tonerde in thermischer Hinsicht vorteilhaft auswirkt und ein gewisser Gehalt an Chromoxyd die Schwindung verringert. Die Masse wird mit 5 % Wasser angemacht und drei Tage lang hydratisiert. Wegen Versagens der Druckluftstampfung wird der Tiegel von Hand gefertigt.

Ueber das Fritten und die hierbei benutzten Massen berichtet C. Tama¹⁰⁾. Bei der Verwendung von reiner Tonerde, der zur besseren Bindung 3 % Pyroborsäure zugesetzt werden, ist der Stromverbrauch außerordentlich hoch; er kann jedoch durch Zusatz von Kaolin und Feldspat vermindert werden. Als weitere Masse untersuchte Tama noch Magnesit mit Quarzsandzusatz, eine Tonerde-Magnesia-Mischung und Chromoxyd. Bei dem mit Quarzsand gefrittetem steirischen Magnesit sind die Ausdehnungsverhältnisse ungünstig, die Schlackenfestigkeit dagegen gut. Bei geschmolzenem griechischem Magnesit und Zirkon als Hinterfüllungsmasse wurde sowohl eine hohe Druckfestigkeit als auch ein guter Widerstand gegen chemische Angriffe erzielt. Diese Feststellungen werden von amerikanischer Seite bestätigt. Als Tonerde-Magnesia-Mischung wurde das im Elektroofen aus 45 % MgO und 55 % Al₂O₃ erschmolzene Elektropinell in geeignete Korngrößen zerkleinert, mit 20 % Elektrokorn und gemischt und mit 0,5 % Glaspulver oder Quarzsand gefrittet. Die Zustellungen aus Chromerz mit rd. 50 % Cr₂O₃ wurden mit Phosphaten oder Alkalisilikaten als Mineralisatoren gefrittet¹¹⁾. Von diesen beiden Zustellungsarten hat sich die Tonerde-Magnesia-Mischung besser bewährt. J. E. Priestley und W. J. Rees¹²⁾ geben auf Grund der Erfahrungen in Sheffield eine betriebliche Lebensdauer von 100 Schmelzen bei einem Futter an, das aus kalziniertem, in der Körnung abgestuftem Magnesit besteht, mit Borsäure oder Schlacke als Bindemittel gemischt und nach dem Rohnschen Verfahren eingestampft wird. Eigene Erfahrungen, allerdings nur in einem 50-kg-Ofen, lassen ein Futter aus Magnesit, Kalkmilch und Ton als sehr geeignet erscheinen; bis zu 100 % höhere Haltbarkeiten wurden durch Zusatz von geschmolzenem Magnesit erzielt.

Nicht nur durch die Aenderung der Zusammensetzung des Futters sind höhere Haltbarkeitszahlen zu erzielen, sondern auch durch die Form des Tiegels. So berichten O. Dörrenberg und N. Broglio¹³⁾, daß sie durch Abänderung der zylindrischen Form in eine abgeschrägte eine dreifach höhere Haltbarkeit erreicht haben, und H. Siegel¹⁴⁾ schlägt vor, da die Korrosion an der Schlackenlinie besonders stark ist, an dieser Stelle einen Ring aus Siemensit einzustampfen.

Bei dem letzten Verfahren, bei dem das Futter aus ungebrannten Steinen mit Nut und Feder ausgemauert wird, besteht die Zusammensetzung bei basischer Beschaffenheit aus einer Mischung von kalziniertem österreichischen und australischen Magnesit¹⁵⁾. Die Lebensdauer dieser Auskleidung soll gegenüber gestampften Tiegeln sehr günstig sein. Die Herstellung von Ringziegeln ist jedoch wegen der Zerbrechlichkeit im trockenen Zustande, in dem sie versandt und vermauert werden müssen, nicht einfach. Hinzu kommt die Hydratation des Magnesits, die sich schon bei geringen Beträgen sehr schädlich auswirken kann. Diese Bauweise ist anscheinend in Deutschland noch nicht eingeführt worden, soll aber bei der Babcock & Wilcox Tube Co. zu guten Ergebnissen geführt haben.

In neuerer Zeit haben C. Booth und W. J. Rees¹⁶⁾ eingehende Untersuchungen über basische feuerfeste Baustoffe und ihre Verwendbarkeit zum Ausfüttern von Induktionsöfen angestellt, über die ausführlicher berichtet sei.

Ein Hauptnachteil des Magnesits ist seine große Neigung zu Abspaltungen¹⁷⁾. Ueber die Ursache der Abspaltung

* Bericht von P. Dickens in der Sitzung des Unterausschusses für feuerfeste Werkstoffe am 18. März 1938.

¹⁾ J. H. Chesters und W. J. Rees: J. Iron Steel Inst. 123 (1931) S. 479/500; vgl. Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 799.

²⁾ DRP. 586 791 (1931).

³⁾ DRP. 423 715 (1923).

⁴⁾ N. Broglio: Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 605/13 u. 635/44 (Stahlw.-Aussch. 208); W. Rohland: Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 638/39 (Stahlw.-Aussch. 208).

⁵⁾ J. Iron Steel Inst. 112 (1925) S. 69/77; vgl. Stahl u. Eisen 45 (1925) S. 1990/91.

⁶⁾ Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschg. 13 (1931) S. 169/81.

⁷⁾ Stahl u. Eisen 49 (1929) S. 689/96 (Stahlw.-Aussch. 166).

⁸⁾ Stahl u. Eisen 51 (1931) S. 513/20 (Stahlw.-Aussch. 207); Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 42/43.

⁹⁾ Ogneupory 3 (1935) S. 723/28; nach Chem. Zbl. 107 (1936) I, S. 4486.

¹⁰⁾ Arch. Eisenhüttenw. 4 (1930/31) S. 55/61 (Stahlw.-Aussch. 190).

¹¹⁾ DRP. 423 845 (1924).

¹²⁾ Trans. ceram. Soc. 33 (1934) S. 177/99; vgl. Stahl u. Eisen 55 (1935) S. 20/21.

¹³⁾ Stahl u. Eisen 50 (1930) S. 617/29 (Stahlw.-Aussch. 183).

¹⁴⁾ Arch. Eisenhüttenw. 7 (1933/34) S. 21/23.

¹⁵⁾ J. H. Chesters und W. J. Rees: Trans. ceram. Soc. 31 (1932) S. 243/52.

¹⁶⁾ Carnegie Schol. Mem. 26 (1937) S. 57/122.

¹⁷⁾ A. T. Green und A. J. Dale: Trans. ceram. Soc. 25 (1926) S. 428/70.

gehen die Ansichten auseinander¹⁸⁾, jedoch wird allgemein angenommen, daß, je größer die Wärmeausdehnung ist, um so mehr ein Baustoff absplittert, und daß man die Absplittung verringern kann, wenn man die Wärmeausdehnung mindert¹⁹⁾. Hiervon ausgehend untersuchten Booth und Rees den Zusatz von Cordierit zu Magnesit, weil Cordierit ein sehr geringes Wärmeausdehnungsvermögen und eine hohe Abspaltfestigkeit hat²⁰⁾. Der Cordierit, eine Verbindung der Formel $2 \text{MgO} \cdot 2 \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{SiO}_2$, wurde aus einer Mischung von reiner kalzinierter Magnesia, entwässertes Tonerde und Silikamehl in allerfeinstem Pulver bereitet, in Briketts gepreßt und bei 1400° gebrannt. Von diesem gemahlten Cordierit wurden Mengen von 5 bis 25 % ebenfalls fein gemahlenem griechischem Magnesit zugesetzt und die Mischungen nach dem Pressen zu Briketts oder zu Versuchsstücken nach 24stündigem Trocknen (bei 110°) bei 1610° gebrannt. Zu Vergleichszwecken wurde reiner griechischer Magnesit der gleichen Behandlung und Prüfung unterworfen.

Alle Versuchsstücke waren gut gebrannt und hatten einen guten Klang. Die Verglasung nahm mit steigendem Cordieritgehalt zu. Geprüft wurden die Schwindung beim Brennen, das spezifische Gewicht, die wahre und scheinbare Porigkeit, die Zugfestigkeit im gebrannten Zustand, die Wärmeausdehnung, die Druckfeuerbeständigkeit, Temperaturwechselbeständigkeit und der Schlackenangriff. Die Schlußfolgerungen aus den Versuchsergebnissen seien hier in kürzester Form mitgeteilt. Der Zusatz von Cordierit zu Magnesit verringert in hohem Grade die Brennschwindung und die Wärmeausdehnung. Die Neigung zu Absplittungen wird aber nicht verringert; die Annahme eines Zusammenhanges zwischen Wärmeausdehnung und Absplittung wird also nicht bestätigt. Die Druckfeuerbeständigkeit von Magnesit wird nicht verbessert; selbst Mischungen mit 20 bis 25 % Cordierit verhalten sich nicht anders als reiner Magnesit. Cordierit scheint wenig Einfluß auf die Heraufsetzung der Temperaturwechselbeständigkeit zu haben; wenn auch eine geringe Abnahme der Neigung zu Abplatzungen zu verzeichnen ist, so ist diese doch so geringfügig, daß sie kaum zu beachten ist. Die Beständigkeit von Magnesit-Cordierit-Mischungen gegenüber den Angriffen von basischen Frischschlacken ist gering. Mischungen unter 15 % Cordierit zeigen noch ganz guten Widerstand gegen Korrosion durch eisenoxydreiche Schlacken; sie wären im Induktionsofen zu gebrauchen, sofern keine Frischarbeit vorgenommen würde.

Booth und Rees haben weiter die Bindefähigkeit von elektrisch geschmolzenem Magnesit geprüft. Da die Betriebstemperaturen in den Öfen stets höher sind als die Temperatur, bei der Magnesit vor und nach der Verformung zu Steinen gebrannt wird, setzt sich die Schwindung des gargebrannten Magnesits in den Betriebsanlagen fort. Bei elektrischer Schmelzung oder elektrischer Sinterung aber wird infolge der hohen Temperaturen ein raumbeständiger Werkstoff erzielt, der jedoch wegen seiner sehr hohen Reinheit kein gutes Bindevermögen hat. Es ist daher nötig, ihm eine gewisse Menge Flußmittel zuzusetzen, damit eine Sinterung bei den Gebrauchstemperaturen erfolgt.

Bei ihren Versuchen gebrauchten Booth und Rees als Bindemittel Borsäure, basische Schlacke, totgebrannten griechischen Magnesit, Kalziumfluorid, Ton, Kalziummonosilikat, Zirkon, Magnesiumnitrat und Kalziumorthophosphat. Kalziumfluorid, Ton, basische Schlacke und Magnesiumnitrat ergaben Mischungen, deren lineare Brennschwindung unter 1 % lag. Hohe Zugfestigkeiten ergaben die Proben mit Kalziumorthophosphat, Kalziumfluorid, Borsäure, Kalziummonosilikat und Zirkon in Verbindung mit Kalziumfluorid. Die Wärmeausdehnung des elektrisch geschmolzenen Magnesits, die zu 1,5 % bei 1100° gefunden wurde und damit höher als bei gargebranntem Magnesit ist, wird nur durch Zirkonzusätze verringert. Mit Ausnahme der Mischung mit Borsäure hatten alle untersuchten Mischungen angemessene

Druckfeuerbeständigkeit. Ein Zusatz von 5 % Kalziumorthophosphat ergab guten Widerstand gegen Temperaturwechsel. Von den untersuchten Bindemitteln scheinen Kalziumorthophosphat, Ton und gargebrannter Magnesit die besten zur Herstellung von Futter mit geringer Durchlässigkeit zu sein. Zusätze von Zirkon, die sich schon bei der Wärmeausdehnung nachteilig bemerkbar machten, minderten den Widerstand gegen den Angriff durch basische Schlacke; Mischungen mit Kalziumfluorid, Kalziumorthophosphat und Magnesiumnitrat zeigten sehr hohe Festigkeit gegen Angriff basischer Schlacken. Von den untersuchten Bindemitteln verspricht Kalziumfluorid am meisten; es ergibt einen Baustoff mit niedriger Brennschwindung, mittlerer Druckfeuerbeständigkeit, guter Temperaturwechselbeständigkeit und hohem Widerstand gegen den Angriff durch basische Schlacke. Kalziumorthophosphat ist fast genau so gut, und wenn hier die Brennschwindung noch verringert werden könnte, wäre dies Bindemittel dem Kalziumfluorid noch überlegen.

Der dritte Abschnitt der Arbeit befaßt sich mit dem Einfluß der Preßdruckerhöhung beim Ausformen auf die Eigenschaften einiger elektrisch geschmolzener Magnesitmischungen²¹⁾. Bei Drücken von 100 kg/cm^2 wurde die dichteste Lagerung der einzelnen Körnungen erreicht. Dabei fand sich, daß sich durch Steigerung des Ausform-Preßdruckes die Porigkeit, Durchlässigkeit und Wärmeleitfähigkeit verringert, während die Druckfeuerbeständigkeit verbessert wird.

Schließlich berichten Booth und Rees noch über die Herstellung und Eigenschaften einiger ungebrannter feuerfester Stoffe. Die Anwendung hoher Ausform-Preßdrücke bei der Herstellung feuerfester Steine hat zu ihrer Benutzbarkeit in ungebranntem Zustande geführt. Zwei Eigenschaften, die ein ungebrannter feuerfester Werkstoff haben muß, sind geringe Brennschwindung und genügende Festigkeit. Da geschmolzene Magnesitmischungen, die unter hohen Preßdrücken ausgeformt sind, eine sehr geringe Brennschwindung aufweisen, ist der geschmolzene Magnesit die geeignete Grundmasse. Die Auswahl des Bindemittels erfordert sorgfältige Ueberlegung; es muß der Mischung eine hohe Festigkeit in ungebranntem Zustande verleihen, die während der Erhitzung bleibt. Infolgedessen scheiden organische Bindemassen aus, da sie bei verhältnismäßig tiefen Temperaturen ausbrennen. Als geeignetstes Bindemittel erwies sich ein Ton mit hoher Bildsamkeit und gutem Bindevermögen in der Form des Bentonits mit 51,8 % SiO_2 , 23,2 % Al_2O_3 , 2,43 % Fe_2O_3 , 1,25 % CaO , 2,86 % MgO und 18,2 % Glühverlust. Weitere Versuchsreihen wurden mit Borsäure, Kalziumfluorid, tonerdehaltigem Zement und Kalziumaluminat durchgeführt.

Alle Proben wurden mit 4 % Wasser angesetzt, diejenigen mit Bentonit wurden 24 h bei 110° getrocknet und die mit Zement oder Kalziumaluminat 14 Tage lang in feuchter Luft. Zusammenfassend kann über die Versuchsergebnisse folgendes gesagt werden. Ungebrannte, aus elektrisch geschmolzenem Magnesit, gebunden mit 1 % Bentonit oder 1 % Bentonit + 1 % Borsäure bestehende feuerfeste Werkstoffe, welche unter Preßdruck geformt sind, haben gute mechanische Festigkeit in frischem ungebranntem Zustande, geringe Brennschwindung, hohe Druckfeuerbeständigkeit, gute Temperaturwechselbeständigkeit und außerordentlich gute Schlackenbeständigkeit. Wenn Bentonit allein verwendet wird, empfiehlt es sich, etwas Harzbindemittel zur Erhöhung der Anfangsfestigkeit zuzusetzen. Wenn 50 % des feingemahlten elektrisch geschmolzenen Magnesits durch elektrisch geschmolzenes Chromit oder rhodisches Chromit ersetzt werden, dann nimmt die Festigkeit und Raumbeständigkeit zu. Mischungen aus grobkörnigem elektrisch geschmolzenem Magnesit und feinkörnigem rhodischem Chromit haben, wenn sie mit 5 % tonerdehaltigem Zement gebunden und unter Preßdruck verformt sind, ebenfalls gute Eigenschaften. Erhöhung des Preßdruckes verbessert die Druckfeuerbeständigkeit von Magnesit- und Chromerz-Magnesit-Steinen und verringert die Tiefe der Eindringung von Siemens-Martin-Schlacken.

Aus den Untersuchungen von Booth und Rees kann man wohl die Schlußfolgerung ziehen, daß Verbesserungen im Induktionsofen durch Verwendung eines reineren geschmolzenen Magnesits eher zu erzielen sind als durch gargebrannten Magnesit. Wenn Futter hergestellt werden sollen, die einen hohen Widerstand gegen Schlackenangriff haben, so müssen sie eine geringe Porigkeit und Durchlässigkeit haben. Ein der-

²¹⁾ H. Salmang und K. Schnitzler: Ber. dtsh. keram. Ges. 14 (1933) S. 61/84; J. H. Chesters und C. W. Parmelee: Trans. ceram. Soc. 34 (1935) S. 203/18; K. Endell: Ber. dtsh. keram. Ges. 14 (1933) S. 16/28.

¹⁸⁾ F. H. Norton: J. Amer. ceram. Soc. 8 (1925) S. 29/39; Ch. H. Lees: Trans. ceram. Soc. 22 (1922/23) I, S. 241/47; A. Winkelmann und O. Schott: Ann. Phys. u. Chem. 51 (1894) S. 730; J. W. Preston: J. Amer. ceram. Soc. 9 (1926) S. 654/58; R. A. Heindl und L. E. Mong: J. Amer. ceram. Soc. 14 (1931) S. 867/76; Y. W. Mellor: Trans. ceram. Soc. 16 (1917) S. 85.

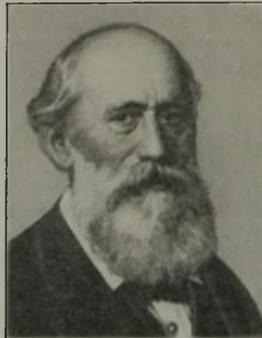
¹⁹⁾ K. Endell: Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 759/63 u. 856; R. F. Geller und R. A. Heindl: J. Amer. ceram. Soc. 9 (1926) S. 555/74; F. H. Norton: J. Amer. ceram. Soc. 8 (1925) S. 29/39. ²⁰⁾ W. Cohn: Ber. dtsh. keram. Ges. 9 (1928) S. 269; R. F. Geller und H. Inslay: J. Res. Nat. Bur. Stand. 9 (1932) S. 35/46; G. A. Rankin und H. E. Merwin: Amer. J. Sci. 45 (1918) S. 301; A. H. Cross und W. J. Rees: Trans. ceram. Soc. 33 (1934) S. 379/430.

artiges Futter läßt sich leichter durch Herstellung aus Formsteinen gewinnen, die unter hohem Preßdruck ausgeformt sind. Höherer Preßdruck wirkt sich allgemein in einer Verbesserung der Eigenschaften basischer feuerfester Stoffe aus. Durch Formen unter Preßdruck und Verwendung eines geeigneten Bindemittels ist es möglich, ungebrannte basische feuerfeste Steine herzustellen, die denjenigen einer üblich gebrannten Masse gleichkommen. Die niedrigen Herstellungskosten sollten die Verwendung von reineren und geschmolzenen Magnesiten ermöglichen.

Peter Dickens.

50. Todestag von Adolf Knaut.

Man nennt Knauts Namen meist nur in Verbindung mit den von ihm zuerst in Deutschland erzeugten Wellrohr-Kesselschüssen, zu deren Herstellung er ein besonderes „Bombier-Walzwerk“ erfand, das ihm im Jahre 1879 patentiert wurde. Aber daneben hat Adolf Knaut, der im Jahre 1855 mit dem Kaufmann Carl Julius Schulz in Essen ein Puddel- und Walzwerk gründete, noch manche hüttenmännische Tat begangen, die einmal seinen fortschrittlichen Geist, zum andern aber auch den fähigen Konstrukteur zeigte. So sei in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, daß Knaut als einer der



ersten die Walzenstände auf Steinmauerwerk setzte, daß er bereits zu Anfang der 1870er Jahre eine Umkehr-Walzenzugmaschine aufstellte, und der damit in Verbindung stehende Ausbau seiner Walzwerke es ihm ermöglichte, auf der Wiener Weltausstellung Grobbleche von 2,40 m Breite zu zeigen. Nicht vergessen werden darf schließlich seine in engster Mitarbeit mit Eduard Blass verbesserte Herstellung des Wassergases und dessen Verwendung zum Schweißen der Wellrohre. Ein reiches Leben, das vor 50 Jahren, am 12. Dezember 1888, seinen allzu frühen Abschluß fand.

Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung zu Düsseldorf.

Eine magnetische Waage für Sättigungsmessungen. Die Sättigungswerte von Zementit und Kohlenstoffstählen in Abhängigkeit von Temperatur und Vorbehandlung.

Die bisherigen magnetometrischen Untersuchungen der γ - α -Umwandlung¹⁾ konnten meist nicht mengenmäßig ausgewertet werden, weil die Proben nicht im Zustand der magnetischen Sättigung gemessen wurden. Deshalb entwickelten H. Lange und K. Mathieu²⁾ eine magnetische Waage, bei der Feldstärken bis 10 000 Oersted angewandt werden.

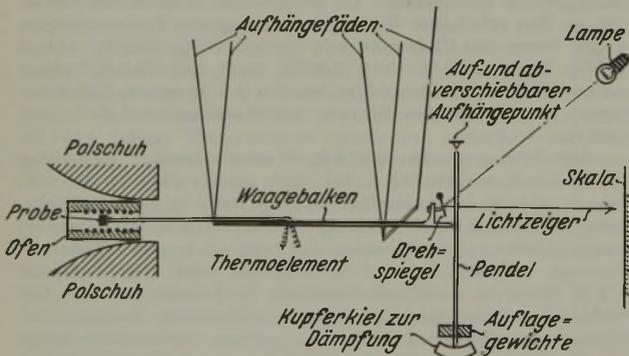


Bild 1. Aufbau der magnetischen Waage (schematisch).

Der Aufbau der Waage geht aus Bild 1 hervor. Die Probe befindet sich in einem schnell steuerbaren Ofen und gleichzeitig in dem inhomogenen Feld eines Elektromagneten. Die auf sie wirkende Kraft ist ihrer Magnetisierung verhältnismäßig. Sie wird über einen leichten, an fünf Fäden aufgehängten Waagebalken auf den starren Arm eines Pendels übertragen. Mit der Länge des Armes und dem Gewicht der Pendellinse läßt sich die Empfindlichkeit des Gerätes um zwei Dezimalen verändern. Die Anzeige erfolgt durch einen Lichtzeiger mit Hilfe eines Drehspiegels.

Die Vielseitigkeit und die Grenzen der Verwendbarkeit des Gerätes gehen aus den angeführten Beispielen hervor: Messung der Sättigung verschiedener Werkstoffe (Eisen, Kobalt, Nickel, Eisen-Nickel-Legierungen, unlegierte Stähle, pulverförmige Stoffe; vgl. auch Zahlentafel 1), Aufnahme von Temperatur-Magnetisierungs-Kurven (Eisen im ferro- und paramagnetischen Zustand, Nickel, Zementit), Verfolgung chemischer Reaktionen (Umwandlungen bei gleichbleibender Temperatur, Reaktionen mit Gasen).

¹⁾ F. Wever und H. Lange: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 14 (1932) S. 71/83; vgl. Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 786/87. — H. Lange: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 15 (1933) S. 263 bis 269; vgl. Stahl u. Eisen 54 (1934) S. 413.

²⁾ Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforsch. 20 (1938) Lfg. 18, S. 239/46.

Lehrkurs für zerstörungsfreie Prüfverfahren.

Die Reichs-Röntgenstelle beim Staatlichen Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem, Unter den Eichen 86/87, veranstaltet vom 23. bis 28. Januar 1939 einen Kurs sowohl für Anfänger als auch für Fortgeschrittene zur Unterrichtung über die verschiedenen Verfahren der zerstörungsfreien Werkstückprüfung. Die Gebühr für den Anfängerkurs (6 Tage) beträgt 100 R.M., für den Fortgeschrittenenkurs (2 Tage) 40 R.M. Anmeldungen werden bis spätestens 10. Januar 1939 an die Reichs-Röntgenstelle erbeten, von der genaue Unterlagen zu erhalten sind.

Zahlentafel 1.

Magnetische Werte für Eisen, Nickel und Eisenkarbid.

Werkstoff	Curie-Punkt (am Wendepunkt abgelesen) in °C	Mittlerer Temperaturkoeffizient der spezifischen Sättigung zwischen 0 und 50° in %/°C	Spezifische Sättigung in Gauß / spezifisches Gewicht bei 20°
Elektrolyteisen	768	0,0166	218
Mondnickel	359	0,0642	56,2
Eisenkarbid	205	0,165	139,3

Durch zahlreiche Messungen an Proben unlegierter Stähle wurde der Einfluß des Kohlenstoffs auf die Sättigungsmagnetisierung und damit auch die Frage untersucht, wie weit solche Messungen zu Kohlenstoffbestimmungen dienen können. Ebenso wurde der starke Einfluß der Wärmebehandlung auf die Sättigungsmagnetisierung der unlegierten Stähle nachgewiesen. Die Beziehungen zwischen Magnetisierung und Kohlenstoffgehalt werden zeichnerisch und rechnerisch dargestellt (vgl. Bild 2).

Die Verwendbarkeit der Waage für quantitative Zwecke ist am deutlichsten aus den Meßverfahren zu erkennen, die für die Bestimmung der Sättigungsmagnetisierung des Zementits herangezogen und kritisch gegenübergestellt werden. Drei verschiedene Möglichkeiten und ihre Fehlergrenzen werden nachgeprüft:

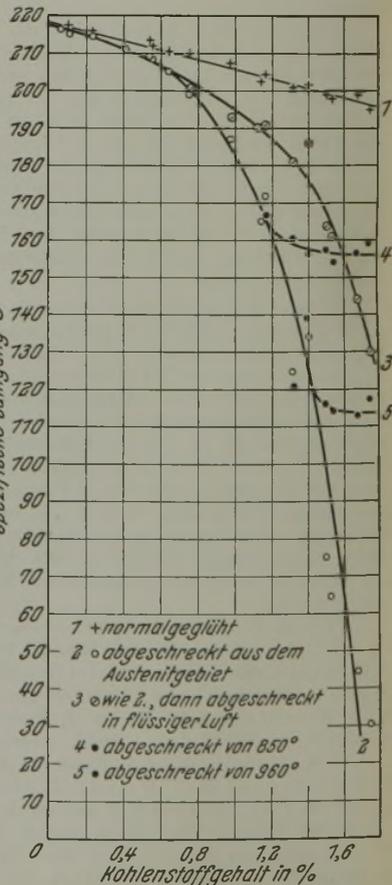


Bild 2. Sättigungsmagnetisierung der PD-Stähle nach verschiedener Vorbehandlung.

1. Da Eisen und Zementit verschiedene Curie-Punkte haben, läßt sich in der Temperatur-Magnetisierungs-Kurve eines Stahles die Magnetisierung des Karbides von der des Eisens trennen.
2. Da die Sättigungsmagnetisierung des Zementits kleiner ist als die des Eisens, wird durch den Karbidgehalt die Magnetisierung des Eisens um einen Betrag herabgesetzt, aus dem man die Magnetisierung des Zementits errechnen kann. Beide Verfahren bringen leicht erhebliche Fehler mit sich, die sich durch ihre Verknüpfung vermeiden lassen.
3. Ein drittes, weitaus zuverlässigeres Verfahren wird dann angewandt, das von der Möglichkeit Gebrauch macht, in der Waage chemische Reaktionen verfolgen zu können. Zu dem Zweck wird Eisen in Benzoldampf aufgekocht oder aufgekohltes Eisen durch Wasserstoff entkohlt. Durch Vergleich der Magnetisierungen einer Eisenmenge und der daraus entstehenden Karbidmenge wird eine genaue Bestimmung der Sättigungsmagnetisierung des Zementits möglich.

Als wahrscheinlichster Wert ergibt sich für Zementit 139,3 gegenüber 218 bei Eisen für die Magnetisierung, bezogen auf das spezifische Gewicht, bei 20°.

Karl Mathieu.

Aus Fachvereinen.

Verein Deutscher Gießereifachleute.

Vom 21. bis 23. Oktober 1938 hielt der Verein Deutscher Gießereifachleute seine diesjährige Hauptversammlung¹⁾ in Berlin ab, die von zahlreichen Vertretern von Staat, Partei, nahestehenden Vereinen und Verbänden, Hoch- und Fachschulen sowie einer überaus großen Zahl von Mitgliedern besucht war.

Die erste Vortragsitzung am 21. Oktober eröffnete der Vorsitzende, W. Bannenberg, mit einer kurzen Begrüßung. Anschließend überbrachte der Leiter der Fachgruppe Bergbau und Hüttenwesen im NSBDT., Dr.-Ing. O. Petersen, die Grüße von Professor Dr.-Ing. F. Todt, dem Reichswalter des NSBDT.

Als erster Vortragsredner setzte sich Dr.-Ing. R. Bertschinger, Aachen, mit der Frage auseinander:

Ist Grauguß als Baustoff überhaupt zu ersetzen?

Trotz der mengenmäßigen Zunahme in der Erzeugung von Gußeisen im Laufe der letzten Jahre muß man feststellen, daß das Gußeisen seine frühere Stellung als ausschließlicher Werkstoff verloren hat, auch auf solchen Gebieten, wo die Abkehr vom Gußeisen nicht gerechtfertigt ist und gut geleitete Werbung, gestützt auf die guten Eigenschaften des Gußeisens, seine Wiederanwendung in die Wege leiten sollte. Der Vortragende besprach die vortrefflichen Eigenschaften des Gußeisens nicht nur in bezug auf Erzeugung und Bearbeitbarkeit, sondern auch die Gestaltfestigkeit, Kerbunempfindlichkeit, Dämpfung, Korrosions- und Verschleißbeständigkeit u. a. Neben dem unrichtigen Bild, das die Zugfestigkeit eines zylindrischen Probestabes über die Gebrauchseignung eines Werkstoffes vermittelt, muß die Abkehr vom Gußeisen neben der unrichtigen Einschätzung der Werkstoffe gegeneinander auch in der organisatorischen Behandlung der Frage gesucht werden. Der Vortragende schloß mit Anregungen, die nach seiner Ansicht von den Gießereifachleuten gemeinschaftlich zu ergreifen wären, um eine richtige Bewertung des Gußeisens durch den Gestalter und Verbraucher zu erreichen.

Dr. F. Roll, Leipzig, berichtete über

Neuere Verfahren zur mikroskopischen Untersuchung von Metallen.

Vergrößerungstechnisch sind einem Mikrobilde Grenzen gesetzt, wenn auch noch Möglichkeiten bestehen, die Vergrößerungen höher zu treiben. Dem Metallographen war bisher eine mikroskopische Betrachtung auch bei höheren Temperaturen noch nicht möglich, während andererseits eine Beobachtung der Phasenverschiebungen in Umwandlungspunkten und andere von hohem Wert wären. Neuerdings sind zwei Verfahren entwickelt worden, die eine Beobachtung von Gefügeveränderungen bei höheren Temperaturen ermöglichen, wobei besonders das Verfahren mit dem Elektronenmikroskop zu nennen ist, das noch stärkere Vergrößerungen als das normale Mikroskop ermöglicht. Der Vortragende ging weiter auf die Fehler, die bei der Herstellung von Schliffen und Mikrobildern entstehen, näher ein und erörterte auch die Fehlerquellen.

Der Vortrag von Dr.-Ing. C. Stieler, Wittenberge:

Ein neues Arbeitsfeld für die Eisengießerei

führte in das in Deutschland noch wenig verbreitete Gebiet des Schweißens von Grauguß ein. Mit Hilfe der neuzeitlichen Schmelzschweißverfahren, der Lichtbogen- und der Gasschweißung, ist, im Gegensatz zu der noch weit verbreiteten Ansicht, Gußeisen gut schweißbar. Außerdem bedürfen zur Uebernahme dieses Arbeits-

feldes die Einrichtungen der Gießerei nur geringer Ergänzungen, und das Erlernen des Schweißens ist für den Former nicht schwierig. Deshalb sollten die Eisengießereien die Instandsetzung gebrochener Gußteile durch Schweißen in ihr Arbeitsgebiet aufnehmen.

Die Vortragsitzung des zweiten Tages wurde eingeleitet mit einem Vortrag von Professor Dr.-Ing. habil. E. Piwowarsky, Aachen:

Ueber den Vorgang der Graphitisierung des Gußeisens²⁾.

Mit Hilfe selbsttätig aufgenommenen Abkühlungskurven von flüssigem Gußeisen wurden neuartige Ergebnisse über den molekularen Zustand flüssiger Eisen-Kohlenstoff-Legierungen und die Graphitbildung gewonnen. Der Vortragende erörterte weiter die theoretische und praktische Bedeutung der Ferritbildung durch Karbidzerfall sowie das Kristallisationsschaubild des grauen Gußeisens. Er kam damit zu einer Ergänzung bestehender Gußeisenschaubilder und zog Folgerungen für die Praxis.

Der Bericht von H. Dittmar, Hagen-Haspe, über

Untersuchungen über den heutigen Stand der mechanischen Eigenschaften des Tempergusses

gab einen Ueberblick über die Arbeiten des Fachausschusses Temperguß im Verein Deutscher Gießereifachleute, die zur Nachprüfung der nach dem Normblatt zu gewährleistenden niedrigsten Werte eingeleitet waren. Das Ergebnis war, daß das bisherige Verhältnis zwischen Meßlänge und Durchmesser des Probestabes nicht geeignet war und man ein anderes wählen mußte. Aus der Auswertung der Ergebnisse wurden Schlussfolgerungen für die künftigen Güteklassen in der Tempergußnorm gezogen. Im besonderen wurde die Feststellbarkeit der Streckgrenze behandelt und auch auf die sonstigen mechanischen Eigenschaften von Temperguß hingewiesen.

Professor Dr.-Ing. habil. E. Piwowarsky, Aachen, legte einen Bericht vor:

Ueber Schnelltemperguß³⁾.

Durch geeignete Erhöhung des Siliziumgehaltes bei entsprechender Verminderung des Kohlenstoffgehaltes gelang es, die Glühzeiten auf Anfangstemperatur wesentlich zu vermindern und damit die Glühkosten herabzusetzen. Eine vorausgehende Abschreckung beeinflusst die Geschwindigkeit des Karbidzerfalls. Gleichzeitig konnte gezeigt werden, daß die Abschrecktemperatur und die Abschreckgeschwindigkeit in Beziehung zur mechanischen Zusammensetzung des Tempergusses gebracht werden müssen, wenn wirtschaftliche und gütemäßige Erfolge erzielt werden sollen. Es konnte ein Verfahren entwickelt werden, nach dem auch ein ferritreicher Schnelltemperguß mit feiner Temperkohleausscheidung bei kürzester Glühzeit zu erzeugen ist. Abschließend wurde der Einfluß hochfrequenter Ströme auf die Beschleunigung des Tempervorganges erörtert.

Die Vormittagssitzung wurde mit einem Vortrag von Dr.-Ing. C. Pfannenschmidt, Augsburg, über

Neuzeitliche praktische Formsandwirtschaft⁴⁾

abgeschlossen. Die Nachmittagssitzung brachte Vorträge aus dem Gebiete der Leichtmetalle.

Die eigentliche

Hauptversammlung

wurde am 23. Oktober durch eine Eröffnungsansprache des Vorsitzenden eingeleitet. Nach Erledigung einiger geschäftlicher Dinge und Erstattung des Tätigkeitsberichtes⁵⁾ sprach Professor Dr.-Ing. M. Paschke, Clausthal, über

Gießereirohisen aus eisenarmen deutschen Erzen und seine Verwendung in der Gießerei⁶⁾.

Nach einem Ueberblick über die saure Schlackenführung im Hochofen und die Sodaentschwefelung des Roheisens außerhalb des Hochofens wurde über die Ergebnisse berichtet, die eine der führenden deutschen Gießereien mit sauer erschmolzenem Gießereirohisen in verschiedenen Gattierungen gehabt hat. Besondere Ausführungen waren dem Einfluß dieses Roheisens auf die mechanischen Eigenschaften des Gußeisens gewidmet. Gefügeuntersuchungen ließen Rückschlüsse auf eine besondere Einwirkung zu.

In das Gebiet der Sozial- und Volkswirtschaft führte der Vortrag von Dipl.-Ing. W. Goedecke, Hagen:

Wege und Möglichkeiten für eine gerechte Entlohnung in der Gießerei.

Der Vortragende wies darauf hin, daß gewisse Verfahren einer neuzeitlichen Löhnermittlung, wie Arbeitsstudien und Zeitstudien, noch verhältnismäßig wenig angewendet werden und das alte

²⁾ Gießerei 25 (1938) S. 523/33. — ³⁾ S. 584/94. — ⁴⁾ S. 533/39. — ⁵⁾ S. 517/23. — ⁶⁾ S. 539/46.

¹⁾ Vgl. Gießerei 25 (1938) S. 557/63.

Verfahren der Schätzung nach Erfahrungswerten überwiegt. Wenn auch die Eigenart der Arbeit in den Gießereien die Anwendung der genannten Mittel wissenschaftlicher Betriebsführung erschwert, so müßte man in der Gießerei doch mehr mit diesen Mitteln arbeiten, um allmählich zu einer genauen Lohnberechnung zu kommen. Bei der Feststellung, ob ein Lohnverfahren als gerecht zu bezeichnen ist, muß auch auf den Einfluß verschiedener Umstände, wie Arbeitsbedingungen, Abstufung der Lohngruppen, soziale Nebenleistungen und nicht zuletzt auf das Vertrauen zwischen Betriebsführer und Gefolgschaft hingewiesen werden.

Abschließend sprach der Reichsschulungsleiter des NSBDT. E. Maier-Dorn, Plassenburg-Kulmbach, über

Die Bedeutung der Technik in der Entwicklung der Menschheitskultur.

In zündenden Ausführungen wurde dargetan, daß die Technik die Entwicklung der menschlichen Kultur und die sich aus ihr gebildete Weltgeschichte ermöglicht und veranlaßt hat. Technik ist die Kunst von der planmäßigen Gestaltung von Kraft und Stoff. Die Technik ist die früheste Schule der Gemeinschaft. Umgesetzt in gewerbliche Wirtschaft, war die Technik zu allen Zeiten ein bedeutender Faktor in der Menschheitskultur. Dies beweist auch der Niedergang des Bauern, der sich die Technik nicht zunutze machte. Eine hohe Wirtschaft ist Kultur, geschaffen durch technische Leistungsfähigkeit.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen.

(Patentblatt Nr. 49 vom 8. Dezember 1938.)

Kl. 7a, Gr. 7, Q 2119. Stauchgerüst zum Stauchen von breitem Walzgut. Bruno Quast, Rodenkirchen b. Köln.

Kl. 7a, Gr. 26/02, D 74 678. Auflaufrollgang für die Kühlbetten von Walzwerken. Erf.: Franz Zabel, Mülheim (Ruhr)-Speldorf. Anm.: Demag, A.-G., Duisburg.

Kl. 18c, Gr. 8/10, M 131 066. Verfahren zur Vermeidung der Pockenbildung eines gegossenen oder warmverformten Werkstückes. Mitteldutsche Stahlwerke, A.-G., Riesa.

Kl. 18c, Gr. 8/90, S 122 207. Vorkammer zur Beschickung kontinuierlich arbeitender Glühöfen für Schutzgasbetrieb. Siemens-Schuckertwerke, A.-G., Berlin-Siemensstadt.

Kl. 21h, Gr. 15/03, J 54 101. Elektrischer Widerstandsofen für hohe Temperaturen. Firma Otto Junker, Lammersdorf.

Kl. 31c, Gr. 18/02, E 45 860. Maschine zum Gießen von Blöcken auf einem Drehtisch. Peter Eyeremann, Düsseldorf.

Kl. 80b, Gr. 5/07, D 75 752. Verfahren zur Zerfaserung von Silikatmassen od. dgl., insbesondere von Schlacke mittels eines Verblasestrahles. Erf.: Dr.-Ing. E. h. Adolf Wirtz, Mülheim (Ruhr). Anm.: Deutsche Eisenwerke, A.-G., Mülheim (Ruhr).

Deutsche Reichspatente.

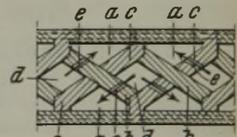
Kl. 18 c, Gr. 8₅₀, Nr. 664 884, vom 2. Dezember 1933; ausgegeben am 9. September 1938. Fried. Krupp Grusonwerk, A.-G., in Magdeburg-Buckau. *Wärmebehandlungsverfahren zum Erhöhen der Verschleißfestigkeit eines Manganchromstahles.*

Der Stahl mit mindestens 1,5% C, 8 bis 20% Mn und 5 bis

unter 15% Cr wird bei einer Temperatur von 780 bis 920° in Öl abgekühlt.

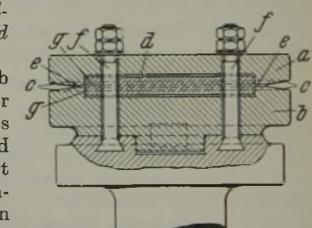
Kl. 10 a, Gr. 6, Nr. 665 030, vom 24. Juli 1936; ausgegeben am 14. September 1938. Collin & Co. und Josef Schäfer in Dortmund. *Koksofen mit diagonal aufgeteilten Heizzügen.*

Je zwei der mit ihrer Grundseite die Ofenkammern bildenden, im Querschnitt dreieckigen Heizzüge a oder Gruppen solcher Züge mit Bindersteinen aus einander kreuzenden geraden Steinen b und Winkelsteinen c sind Zwillingsszüge, deren obere Umkehrstellen zum Zuführen von Zusatzluft oder Zusatzluft und Zusatzheizgas mit den zwischen den Zwillingsszügen liegenden, im Querschnitt viereckigen Zügen d durch Zutrittsstellen e in Verbindung stehen.



Kl. 7 a, Gr. 19, Nr. 665 053, vom 16. Januar 1935; ausgegeben am 14. September 1938. Schloemann, A.-G., in Düsseldorf. *Fliegend angeordnete Stauwalze für Band- und Flaschenwalzwerke.*

Die beiden Teile a und b enthalten die Flanken c, der mittlere Teil d den Grund e des Kalibers. Die drei Teile a, b, d werden als Scheiben ausgeführt und durch Bolzen f zusammengehalten, wobei zum gegenseitigen Zentrieren Ringflächen g dienen.



Statistisches.

Die Roheisenerzeugung des Deutschen Reiches im November 1938¹⁾. — In Tonnen zu 1000 kg.

Bezirk	Hämatiteisen	Gießereirohisen	Bessemer-Rohisen (saures Verfahren)	Thomas-Rohisen (basisches Verfahren)	Stähleisen, Spiegel-eisen, Ferro-mangan und Ferro-silizium	Puddel-Rohisen (ohne Spiegel-eisen) und sonstiges Eisen	Insgesamt	
							November 1938	Oktober 1938
November 1938: 30 Arbeitstage, Oktober 1938: 31 Arbeitstage								
Rheinland-Westfalen	43 493	51 834	—	754 247	250 684	33 111	1 095 415	1 101 792
Sieg-, Lahn-, Dillgebiet und Oberhessen	—			—	—		28 302	—
Schlesien	18 873	40 908	—	93 630	87 054	33 111	154 404	158 348
Nord-, Ost- und Mitteldeutschland	—			—			—	—
Süddeutschland	—	—	—	199 165	—	—	210 225	211 024
Saarland	—			—			—	—
Ostmark	—	—	—	—	—	—	—	—
Insgesamt: November 1938	62 366	92 742	—	1 047 042	366 040	33 111	1 601 301	—
Insgesamt: Oktober 1938	69 651	78 622	—	1 046 731	385 839	30 234	—	1 611 077
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung							53 377	51 970
Januar bis November 1938: 334 Arbeitstage, 1937: 334 Arbeitstage								
Rheinland-Westfalen	537 822	482 655	—	8 077 800	2 777 891	304 777	11 816 143	10 212 302
Sieg-, Lahn-, Dillgebiet und Oberhessen	—			—	—		—	266 350
Schlesien	178 086	361 482	—	1 005 235	915 312	304 777	623 773	1 564 599
Nord-, Ost- und Mitteldeutschland	—			—			—	—
Süddeutschland	—	—	—	2 010 347	—	—	2 179 386	2 002 342
Saarland	—			—			—	—
Ostmark ²⁾	—	—	—	—	—	—	—	—
Insgesamt: Januar/November 1938	715 908	844 137	—	11 093 382	3 958 553	304 777	16 916 757	—
Insgesamt: Januar/November 1937	674 395	901 303	—	9 751 153	2 977 655	263 411	—	14 557 917
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung							50 649	43 587

Stand der Hochöfen im Deutschen Reich¹⁾. — Im November 1938 waren 175 (Oktober 1938: 176) Hochöfen vorhanden²⁾. In Betrieb befanden sich 145 (143), gedämpft waren 3 (3), zum Anblasen standen fertig 7 (8), in Ausbesserung oder Neuzustellung befinden sich 14 (14) und still lagen 6 (8).

¹⁾ Nach den Ermittlungen der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie. — ²⁾ Ab 15. März 1938 einschließlich Ostmark.

Großbritanniens Roheisen- und Stahlerzeugung im November 1938.

Die Erzeugung an Rohblöcken und Stahlguß hat trotz der starken Steigerung von September zu Oktober weiter zugenommen, obwohl der Monat November einen Arbeitstag weniger als der Vormonat hatte; sie erreichte den höchsten Stand seit dem Mai dieses Jahres. Insgesamt wurden in den Monaten Januar bis November 1938 9 893 900 t Stahl gewonnen.

Die Roheisenerzeugung ging insgesamt zwar etwas zurück, verzeichnete arbeitstäglich jedoch wieder eine Steigerung. Ende November waren 79 Hochöfen unter Feuer gegenüber 76 zu Ende Oktober; 4 Hochöfen wurden im Verlauf des Monats in Betrieb genommen und einer ausblasen. Erzeugt wurden von Januar bis November 1938 rd. 6 418 000 t Roheisen.

	Roheisen 1000 t zu 1000 kg					Am Ende des Monats in Betrieb befindliche Hochöfen	Rohblöcke und Stahlguß 1000 t zu 1000 kg						Herstellung an Schweißstahl 1000 t	
	Hämatit	Stahl	Gießerei	Puddel	zusammen einschl. sonstiges		Siemens-Martin		Thomas	Bessemer	sonstige	zusammen		darunter Stahlguß
							sauer	basisch						
Januar 1938	178,3	417,8	141,0	16,9	773,3	130	179,2	827,3	40,1	21,0	31,1	1098,7	22,9	18,4
Februar	158,2	389,8	123,6	14,8	704,4	124	184,7	805,4	36,0	21,4	27,0	1074,5	22,3	16,9
März	164,1	409,8	127,1	9,8	726,0	118	182,6	865,0	35,6	19,0	31,5	1133,7	24,8	20,9
April	147,7	386,6	107,1	17,3	671,6	111	156,7	721,4	36,4	12,5	26,6	953,6	20,9	13,6
Mai	133,0	370,5	110,3	17,2	644,0	105	162,9	729,6	37,1	12,4	30,3	972,3	22,7	17,1
Juni	123,5	307,8	96,5	11,4	550,2	97	126,6	584,5	38,6	13,7	25,1	788,5	19,1	12,8
Juli	122,4	270,4	100,1	11,6	515,9	90	117,0	513,5	31,5	10,1	22,0	694,1	16,5	12,5 ¹⁾
August	107,7	237,3	85,2	11,3	450,1	81	120,0	477,1	33,5	14,7	24,1	669,4	16,1	12,0 ¹⁾
September	89,5	247,9	77,5	10,6	436,7	77	140,9	559,9	32,8	5,8	27,4	766,8	19,1	14,3
Oktober	96,2	273,5	81,2	11,8	476,9	76	150,1	639,8	39,1	10,7	28,8	868,5	19,0	
November	87,1	278,0	85,0	11,3	468,9	79						873,8		

¹⁾ Berichtigte Zahl.

Norwegens Bergbau und Eisenindustrie sowie Außenhandel im Jahre 1937¹⁾.

Förderung oder Erzeugung an	1936		1937	
	t	Wert in 1000 Kr	t	Wert in 1000 Kr
Eisenerz	846 809	12 039	1 075 558	17 862
Schwefelkies	1 031 825	16 914	1 048 300	17 626
Kupfererz	27 229	3 780	30 687	4 436
Roheisen	32 710	3 066	36 084	4 876
Eisenlegierungen	134 647	31 456	145 154	43 256
Kupfer	8 365	6 541	8 302	8 985
Zink, Blei und Zinn	45 492	15 110	41 757	20 763

Die Ausfuhr an Eisenerz, Schwefelkies und Eisenlegierungen stellt sich in den letzten Jahren wie folgt:

	Eisenerz t	Schwefelkies t	Eisenlegierungen ²⁾ t
1935	786 288	601 354	107 575
1936	995 265	746 064	130 691
1937	1 025 894	676 535	147 151

Eingeführt wurden an Eisen und Eisenwaren³⁾:

	1935 t	1936 t	1937 t
Roheisen und Eisenlegierungen	14 930	24 992	24 629
Stahlblöcke	1 397	516	110
Stab- und Flachstahl	61 012	72 774	85 269
Bandstahl	10 908	12 235	17 125
Formstahl	41 158	44 722	48 252
Bleche, roh	45 566	53 141	79 143
Weißblech	6 847	10 980	15 253
Blech, verzinkt, verbleit, und Wellblech	21 438	22 931	16 336
Walzdraht	10 678	14 485	15 337
Anderer Draht	16 832	20 167	23 602
Gußeiserne Röhren	9 752	11 108	14 028
Schmiedeeiserne Röhren	8 837	12 215	14 167
Anderer Röhren	3 616	4 972	7 771
Eisenbahnoberbaustoffe	5 456	4 625	7 441
Rollendes Eisenbahnzeug	1 487	2 234	5 491

¹⁾ Norges Offisielle Statistikk IX, 147 (1938).

²⁾ Berichtigte Zahlen.

³⁾ Nach Stat. Jahrb. f. d. Eisen- u. Stahllind. (Düsseldorf: Verlag Stahliesen m. b. H. 1938).

Die Leistung der schwedischen Warmwalzwerke und Preßwerke im Jahre 1937.

Als Ergänzung zu unserer bereits früher veröffentlichten Statistik über Schwedens Bergwerks- und Eisenindustrie im Jahre 1937¹⁾ geben wir nachstehend die Leistung der schwedischen Walz- und Preßwerke wieder²⁾.

	1937	
	t	Wert 1000 Kr
Schweißstahlerzeugnisse (warmgewalzt und geschmiedet)	12 977	4 014
darunter		
a) geschmiedeter Stabstahl	1 337	614
b) warmgewalzter Stahl	11 640	3 400
davon: Robblöcke	1 537	428
Stabstahl	8 917	2 576
Bandstahl	3	1
Walzdraht	1 099	335
Bleche	84	60
Flußstahlerzeugnisse (geschmiedet)	45 673	25 262
darunter		
a) Robblöcke	24 241	11 101
b) Fertigerzeugnisse	21 432	14 161
davon: Stabstahl	3 494	4 500
Achsen	5 938	1 945
Sonstige	12 000	7 716
Warmgewalztes Halbzeug aus Flußstahl	805 915	168 444
davon: Knüppel (einschl. massiver Rohrgruppen)	697 569	144 318
Platinen	108 346	24 126
Warmgewalzte Fertigerzeugnisse aus Flußstahl	682 424	220 155
davon: Stabstahl	219 023	65 665
Hohler Bohrstahl	18 523	9 898
Träger, I- und U-Stahl (80 mm Höhe)	12 011	2 241
Winkel- und anderer Formstahl (einschl. Radreifen)	36 650	8 486
Eisenbahnschienen und Zubehör	20 620	3 196
Laschen und Unterlagsplatten	6 780	1 527
Achsen	1 654	589
Bandstahl	46 165	15 162
Walzdraht	119 300	29 485
Grobbleche (5 mm und darüber)	38 735	10 974
Mittelbleche (3 bis 5 mm)	5 318	3 194
Feinbleche (0,6 bis 3 mm)	63 440	25 515
Feinbleche (unter 0,6 mm)	21 431	10 461
Röhren (einschl. hohler Rohrluppen) warmgewalzt und -gezogen	72 774	33 762
Werkstattenerzeugnisse	38 138	9 900
Abfallenden und Schrott zum Umschmelzen	305 025	25 728

Beschäftigt wurden im Jahre 1937 in der gesamten Eisen- und Stahlindustrie 36 037 Arbeiter gegen 33 496 im Jahre 1936.

¹⁾ Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 684/85.

²⁾ Nach Sveriges Officiella Statistisk, Bergshantering (1937). — Vgl. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 1311.

Wirtschaftliche Rundschau.

Der englische Eisenmarkt im November 1938.

Zu Anfang November herrschte auf dem englischen Markt allgemein das Gefühl, daß sich die Geschäftsaussichten erheblich gebessert hätten. Als Vorbedingung hierfür hatte man allerdings die Bekanntgabe neuer Preise für sämtliche Erzeugnisse angesehen; in dieser Ueberzeugung war man in den ersten Novembertagen bestärkt worden durch die Mitteilung, daß die Inlandspreise für Ferromangan vom 1. Januar 1939 an für ein halbes Jahr um £ 2.-, und zwar von £ 18.15.- auf 16.15.- ermäßigt würden. Gleichzeitig wurde aber auch beschlossen, die Preise für Stahlröhren und Hochofenkoks unverändert zu lassen. Als

zun die Zeit voranschritt, ohne daß Preisänderungen für Roheisen und Stahl eintraten, machte sich bis Ende des Monats eine ständig wachsende Ungeduld unter den Käufern geltend. In der Tat bestanden Meinungsverschiedenheiten zwischen den Vertretern der British Iron and Steel Federation und der britischen Regierung, d. h. dem beratenden Zollausschuß einerseits und den Hüttenwerken andererseits. Die letztgenannten betonten, daß ihre Selbstkosten die Beibehaltung der gegenwärtigen Preise unbedingt erforderten, obwohl sich Anzeichen einer zunehmenden Nachfrage bemerkbar machten, die ihnen zu einem späteren Zeitpunkt eine Preissenkung ermöglichen würde. Zahlreiche Besprechungen fanden statt, hatten jedoch sehr zum Aerger der Verbraucher

Die Preisentwicklung im englischen Eisenmarkt im November 1938 (in Papierpfund).

	5. November		12. November		19. November		26. November	
	Britischer Preis £ sh d	Festlands-Preis £ sh d	Britischer Preis £ sh d	Festlands-Preis £ sh d	Britischer Preis £ sh d	Festlands-Preis £ sh d	Britischer Preis £ sh d	Festlands-Preis £ sh d
Gießereirohisen Nr. 3 ¹⁾	5 1 0	4 10 0	5 1 0	4 10 0	5 1 0	4 10 0	5 1 0	4 10 0
Stahlisen ²⁾	5 0 0	4 10 0	5 0 0	4 10 0	5 0 0	4 10 0	5 0 0	4 10 0
Knüppel	7 17 6	7 17 6	7 17 6	7 17 6	7 17 6	7 17 6	7 17 6	7 17 6
Stabstahl ³⁾	12 13 0	9 15 6	12 13 0	9 15 6	12 13 0	9 15 6	12 13 0	9 15 6
	bis	bis	bis	bis	bis	bis	bis	bis
	12 15 6 ⁴⁾	10 19 0	12 15 6 ⁴⁾	10 19 0	12 15 6 ⁴⁾	10 19 0	12 15 6 ⁴⁾	10 19 0
	11 0 0 ⁵⁾		11 0 0 ⁵⁾		11 0 0 ⁵⁾		11 0 0 ⁵⁾	
³ / ₈ zölliges Grobblech	11 8 0 ⁴⁾	10 5 0	11 8 0 ⁴⁾	10 5 0	11 8 0 ⁴⁾	10 5 0	11 8 0 ⁴⁾	10 5 0
	bis	bis	bis	bis	bis	bis	bis	bis
	11 0 0 ⁵⁾	10 10 6	11 0 0 ⁵⁾	10 10 6	11 0 0 ⁵⁾	10 10 6	11 0 0 ⁵⁾	10 10 6

¹⁾ Cleveland-Gießereirohisen Nr. 3 frei Tees-Bezirk; Festlandspreis fob. — ²⁾ Abzüglich eines Treumachlasses von 5/- sh je t. — ³⁾ Für dünnen britischen Stabstahl wird im Inlande ein Preisnachlaß von 15/- sh gewährt. Preise für festländischen Stabstahl und Grobbleche frei Birmingham für die Lagerhalter; andere Käufer zahlen für Festlands- und britische Ware den gleichen Preis. — ⁴⁾ Inlandspreis. — ⁵⁾ Ausfuhrpreis fob britischer Hafen.

bis Ende November zu keinem Ergebnis geführt. Andererseits war man allgemein der Auffassung, daß die neuen Preise in der zweiten Dezemberwoche beschlossen werden würden. In der Zwischenzeit kauften die Verbraucher nur so viel, als sie bis zum Ende des Jahres benötigten. Diese kleinen Käufe erreichten jedoch zusammengefaßt eine beträchtliche Tonnenmenge, was sich günstig auf die Erzeugung auswirkte. Das Ausland rechnete gleichfalls mit Preiserabsetzungen, da man es für höchst unwahrscheinlich hielt, daß wohl die heimischen Preise gesenkt werden würden, aber die Ausfuhrpreise unverändert blieben. Das Ausfuhrgeschäft war jedoch während des ganzen Novembers bemerkenswert gering.

In die Tees-Häfen wurden im November 73 027 t (Oktober 79 215 t) ausländisches Erz eingeführt. Die Lieferungen erfolgten allerdings meist auf alte Verträge, während Neuabschlüsse verhältnismäßig selten blieben. Die meisten Werke verfügten über umfangreiche Vorräte, die in Anbetracht der geringeren Erzeugung noch für längere Zeit ausreichen. Die Frachten blieben fest; bemerkenswerte Einzelheiten ereigneten sich im Berichtsmonat nicht.

Der Roheisenmarkt wurde weitgehend durch die Verzögerungen in der Bekanntgabe der für 1939 gültigen Preise beeinflusst. Im Gegensatz zu den Stahlverbrauchern hatten die Roheisenabnehmer keine Neigung zu kaufen, trotz der Zusage, daß sie in jedem Falle in den Genuß der neuen Preise kommen würden; es fehlte daher völlig an Neugeschäft für künftige Lieferung. Trotzdem besserte sich die Lage infolge der Abnahme der Werksvorräte; denn beträchtliche Mengen kleinerer Aufträge für sofortige Lieferung konnten die Werke aus ihren Beständen decken. Das Ausfuhrgeschäft in Cleveland-Gießereirohisen lag völlig danieder, da der britische Preis von £ 5.10.- fob für Gießereirohisen Nr. 3 angesichts der wesentlich niedrigeren Preise für ausländisches Roheisen keinerlei Anreiz zu Käufen bot. In Mittelengland bestand hauptsächlich Nachfrage nach phosphorarmem Roheisen von den Maschinenfabriken und den für die Wiederaufrüstung arbeitenden Werken. Der Bedarf der Gießereien für leichten Guß war gering, und da diese die Hauptverbraucher von phosphorreichem Roheisen sind, nahmen die Vorräte hierin nur wenig ab; in einigen Fällen brauchten die Gießereien ihre Vorräte völlig auf und kamen mit kleinen Neubestellungen an den Markt. In Schottland genügte die Nachfrage nicht, um die bei den Hochofenwerken vorhandenen Lager zu vermindern. Auf dem Hämatitmarkt besserte sich die Lage im Verlauf des Monats etwas; allerdings handelte es sich dabei weniger um neue Geschäfte, als um Abrufe beträchtlicher Mengen auf bestehende Verträge, so daß sich die Vorräte bei den Werken verminderten. Trotzdem dürften viele Verbraucher mit umfangreichen Rückständen auf alte Verträge in das neue Jahr eintreten. Ende November wurde die laufende Erzeugung voll aufgenommen, so daß eine Besserung eintrat, obwohl noch umfangreiche Vorräte bei den Werken vorhanden sind. Für Stahlisen blieb die Lage unverändert. Viele Stahlwerke verfügen noch über genügende Mengen und haben auch noch bedeutende Lieferungen auf die zu Anfang 1938 abgeschlossenen Verträge zu erwarten. Unter diesen Umständen überraschte es nicht, daß sich die Werke einer Herabsetzung der Preise widersetzen, und zu Ende des Monats war die Frage einer Preisermäßigung noch sehr ungewiß. Ende Oktober kosteten: Cleveland-Gießereirohisen Nr. 3 109/- sh frei Tees-Häfen und 112/- sh frei Falkirk; Northamptonshire Nr. 3 108/6 sh, Derbyshire Nr. 3 111/- sh frei Black Country-Stationen mit den üblichen Nachlässen, Hämatitrohisen Nr. 1 £ 6.13.- frei Ostküste und Schottland und £ 7.4.6 frei Birmingham; Stahlisen £ 5.- frei Werk.

In Halbzeug hat sich die Lage im November fortgesetzt gebessert, und zu Ende des Monats waren die meisten Werke in wesentlich günstigerer Lage als in den vorhergehenden Monaten. Wenn sich auch die Käufe im allgemeinen auf kleine Ergänzungsmengen beschränkten, so erreichten diese im ganzen doch eine

beträchtliche Höhe. Die allmähliche Abnahme der Vorräte an ausländischem Halbzeug trug hauptsächlich zur Besserung der Marktlage bei. Von den Festlandswerken kamen Klagen über die Bezugsrückstände auf die abgeschlossenen Mengen; die Einfuhr wurde jedoch scharf überwacht. Trotzdem verfügten zu Ende des Monats noch einige Verbraucher über verhältnismäßig große Bestände an Festlandhalbzeug, während andere ihre Vorräte aufgearbeitet hatten und in der Lage waren, neue Abschlüsse mit britischen Werken zu tätigen. Nach hochwertigen Knüppeln bestand gute Nachfrage infolge der Arbeiten für die Wiederaufrüstung. Die bis zum 31. Dezember gültigen Preise lauten wie folgt: Weiche basische Knüppel aus unlegiertem Flußstahl ohne Abnahmeprüfung in Mengen von 100 t £ 7.17.6 frei Verbraucherwerk, basische Knüppel bis zu 0,25 % C £ 8.7.6; 0,26 bis 0,33 % C £ 8.10.-; 0,34 bis 0,41 % C £ 8.12.6; 0,42 bis 0,60 % C £ 9.2.6; 0,61 bis 0,85 % C £ 9.12.6; 0,86 bis 0,99 % C £ 10.2.6; über 0,99 % C £ 10.12.6. Knüppel aus saurem unlegiertem Siemens-Martin-Stahl mit 0,25 % C kosteten £ 10.7.6; mit 0,26 bis 0,35 % C £ 10.12.6; mit 0,36 bis 0,85 % C £ 11.5.-; mit 0,86 bis 0,99 % C £ 11.15.-; mit 0,99 bis 1,5 % C £ 12.5.- und mit 1,5 bis 2 % C £ 13.5.-. Die Preise für Knüppel aus saurem legiertem Stahl stellten sich auf £ 11.5.- für saure Siliko-Mangan-Knüppel auf £ 11.7.6 und für Knüppel aus Automatenstahl auf £ 9.15.-. Auf diese Preise kommt für Schmiedegüte noch ein Aufschlag. Platinen kosten £ 7.15.- frei Werk. Die Preise für Festlandserzeugnisse sind 2/6 sh niedriger. Um die Monatsmitte kam aus Japan eine Nachfrage für eine umfangreiche Knüppelmenge, doch dürfte dieses Geschäft wahrscheinlich in den Vereinigten Staaten untergebracht werden.

Besonders bemerkenswert war die zunehmende Nachfrage nach Fertigerzeugnissen. Für Abschlüsse im neuen Jahr wurden den Verbrauchern die etwa eintretenden Preiserabsetzungen zugesichert, obwohl sich andererseits namentlich die Konstruktionswerkstätten über die Verzögerung in der Festsetzung der nächstjährigen Preise mit Rücksicht auf ihre eigene Geschäftstätigkeit sehr beklagten. Trotzdem kamen einige Abschlüsse für nächstjährige Lieferung während des Monats zustande, und die Erzeugung nahm zu. Allerdings setzte sich diese Besserung nicht auf dem ganzen Markte durch; während einige Werke noch größere Bestellungen hereinnahmen, hatten andere nur noch für wenige Tage Arbeit. Die bis Ende des Jahres gültigen Preise lauten wie folgt (alles fob, die Preise frei London in Klammern): Träger £ 10.12.6 (11.3.-), U-Stahl über 3" £ 10.17.6 (11.8.-), Winkel über 4" £ 10.12.6 (11.3.-), Flachstahl über 5 bis 8" £ 11.2.6 (11.13.-), ³/₈ zöllige Grobbleche £ 11.- (11.3.-), ³/₁₆ zöllige Grobbleche (8 G) £ 12.10.- frei Ort, dünner Stabstahl unter 3" £ 11.- (12.15.6). Auf alle Preise wird im Inland unter gewissen Bedingungen ein Nachlaß von 15/- sh gewährt. Die reinen Walzwerke waren zwar etwas besser beschäftigt als in den Vormonaten, mußten aber zum großen Teil noch kurzarbeiten. Auch hier spricht man von Preiserabsetzungen, wobei allerdings angeführt wird, daß es sich mehr um eine Berichtigung der Ueberpreise handeln werde. Natürlich schreckte dies die Käufer etwas ab, die ungeduldig die offiziellen Preisermäßigungen erwarteten. Die Meinungen über das Ausmaß der Preissenkungen änderten sich jedoch; Ende des Monats rechnete man allgemein mit nicht mehr als 10/- sh, höchstens jedoch 15/- sh je t.

Auf dem Feinblechmarkt war die Lage in der ersten Monatshälfte etwas besser, wurde jedoch später wieder ruhig. Auslandsgeschäfte blieben spärlich, wobei über Preisunterbietungen durch Festlandswerke auf den Ueberseemärkten geklagt wurde. Das Geschäft in Weißblechen blieb still; zu Ende des Monats waren die Werke zu etwa 50 % ihrer Leistungsfähigkeit beschäftigt. Die Händler berichteten, daß ihre Ausfuhrpreise sowohl von amerikanischen als auch von Festlandswerken unterboten würden. Der Markt schloß zu Monatsende in gedrückter

Verfassung. Die Weißblech-Ausfuhrpreise behaupteten sich auf 20/3 bis 21/6 sh. für die Normalkiste 20 × 14; die Inlandspreise auf 21/1½ bis 21/6 sh für frei Eisenbahnwagen Verbraucherwerk.

Auch der Schrottmarkt litt unter der Unkenntnis über die Preisgestaltung für alle Eisen- und Stahlerzeugnisse im Jahre 1939. Zu Ende des Monats wurde mit einer Preiserhebung gerechnet. Viele neue Geschäfte sind aber kaum noch zu erwarten, da die Stahlwerke wegen ihrer Vorräte die Bezüge teilweise eingeschränkt haben. Gewöhnlicher weicher Stahlschrott notierte im November an der Nordostküste unverändert 67/6 sh, in Südwales 66/3 bis 68/9 sh und in Schottland 65/- bis 67/- sh. Kleine Mengen gebündelter Stahlschrott wurden nur wenig gefragt zu 61/- bis 63/6 sh. Gemischter Schweißstahl- und Stahlschrott für basische Siemens-Martin-Oefen war nur schwer unterzubringen; der Preis von 64/3 bis 66/9 sh blieb während des ganzen Monats unverändert. Schwere Maschinengußbruch in Stücken von nicht über 45 kg kostete nach wie vor 72/6 bis 73/6 sh, doch ließ die Nachfrage sehr zu wünschen übrig. An der Nordostküste ging der Preis für schweren Maschinengußbruch von 82/6 sh auf 80/- sh zurück, während sich der Preis für gewöhnlichen Gußbruch unverändert auf 75/- sh hielt. Alte Schienenstühle waren etwas besser gefragt und notierten zu Ende des Monats 76/6 bis 77/6 sh. Schwere schweißeiserner Spundwandschrott von 2½" und dicker kostete etwa 75/- bis 77/6 sh. Im Sheffielder Bezirk behauptete sich basischer Stahlschrott auf 63/- bis 65/6 sh, saurer Stahlschrott mit höchstens 0,05 % S und P auf 72/6 sh, und mit höchstens 0,04 % S und P auf 80/- sh. Schwere Gußeisenschrott wurde kaum verlangt zu 65/- bis 72/6 sh je nach Güte und Menge. In legiertem Stahlschrott mit mindestens 3 % Ni wurden nur wenige Geschäfte abgeschlossen; der Preis hielt sich auf £ 8,5.-; Schnellarbeitsstahlschrott lag fest bei £ 35.- bis 40.-.

Wie die British Iron and Steel Federation inzwischen mitteilt, haben im Einvernehmen mit dem beratenden Zollausschuß (Import Duties Advisory Committee) die angeschlossenen Verbände die Preise für eine große Anzahl von Erzeugnissen herabgesetzt. Die neuen Preise gelten vom 1. Januar bis 30. Juni 1939 mit dem Vorbehalt, daß Lieferungen nach diesem Zeitpunkt zu den dann gültigen Preisen getätigt werden. Herabgesetzt wurden u. a. die Preise für:

Stahlisen	um 7/6 sh je t	} zuzüglich der ermäßigten Aufpreise.
Hämatitroisen	um 12/6 sh je t	
Grob-, Mittel- und Riffelbleche	um 17/6 sh je t	
Träger und Baustahl	um 12/6 sh je t	
Schwere Schienen	um 12/6 sh je t	
Weiche basische Knüppel, vorgewalzte Blöcke und Brammen für die reinen Walzwerke		
ohne Abnahme	um 10/- sh je t	
mit Abnahme	um 15/- sh je t	
Basische Knüppel, vorgewalzte Blöcke und Brammen zum Schmieden	um 12/6 sh je t	
Feinblech- und Weißblechbrammen	um 10/- sh je t	
Basischer Handelsstahl, Formstahl, Bandstahl und Böhrenstreifen		
ohne Abnahme	um 12/- sh je t	
mit Abnahme	um 18/- sh je t	
Schwarzbleche	um 1.- £ je t	
Verzinkte Bleche	um 1,5.- £ je t	

Die italienische Eisenindustrie im dritten Vierteljahr 1938.

Im dritten Vierteljahr 1938 hat die italienische Stahlerzeugung eine ansehnliche Höhe erreicht; sie hielt sich immer über 200 000 t monatlich.

Dieses ständige Anwachsen scheint im Gegensatz zu stehen zu jenen Einschränkungmaßnahmen, die das Generalkommissariat für Heereslieferungen getroffen hat und auf die wir schon in den früheren Berichten hinwiesen. Aber in Wirklichkeit beruht die Zunahme auf dem starken Bedarf an Fertigerzeugnissen, deren Verwendung sowohl für militärische Zwecke als auch für nicht-militärische in vollem Umfang vorbeugend von der genannten Regierungsstelle bewilligt wird. Hervorzuheben ist noch, daß man in Italien im Begriffe steht, die Ausfuhr von Eisenerzeugnissen zu steigern, die auf manchen Gebieten, z. B. auf dem des Weißbleches, recht beträchtlich ist.

Die wachsende Eisenhüttenenerzeugung in Italien wird nicht etwa durch mangelnde Versorgung mit Rohstoffen beeinträchtigt, da die Steigerung den heimischen Möglichkeiten angepaßt und vollkommen von einem umfassenden Selbstversorgungsplan gelenkt wird, dessen Grundgedanken in einem jüngst veröffentlichten Erlaß enthalten sind.

Die Erzeugung des laufenden Jahres, besonders die des Berichtsvierteljahres, hält sich etwas über der Erzeugung des

Vorjahres, das gilt sowohl für Rohstahl als auch für Fertigerzeugnisse, für diese allerdings in einem merklich geringeren Maße, weil erhebliche Mengen von Halbzeug für eine vorsorgliche Vorratsbildung bestimmt worden sind.

	Rohstahlerzeugung		Herstellung an Walzzeug	
	1937	1938	1937	1938
1. Halbjahr	1 118 827	1 170 418	871 142	881 308
Juli	204 922	221 405	155 455	152 377
August	176 035	205 014	135 245	143 982
September	181 890	213 499	149 996	156 157
3. Vierteljahr	562 847	640 618	440 696	452 516
Januar bis September	1 681 674	1 811 036	1 311 838	1 333 824

Für die italienische Roheisenerzeugung ist die Frage von besonderer Wichtigkeit, wie man zur größtmöglichen Leistungsteigerung gelangen kann. Natürlich bildet diese Frage einen der Grundpfeiler des Selbstversorgungsplanes. Sie kann nur von gemischten Hüttenwerken verwirklicht werden, die, vom Erz ausgehend, im Stahlwerk ein Arbeiten mit flüssigem Einsatz gestatten.

Auch die Roheisenerzeugung übertrifft in den ersten neun Monaten des Jahres 1938 die des Vorjahres, so daß am Jahresende die vorgesehene Menge von 900 000 t erreicht sein wird.

	Roheisenerzeugung	
	1937	1938
1. Halbjahr	355 494	397 951
Juli	70 840	81 967
August	74 035	83 570
September	72 577	80 767
3. Vierteljahr	217 452	246 304
Januar bis September	572 946	644 255

Die Preise der Eisenhüttenenerzeugnisse haben sich nicht geändert. Auch die inzwischen erlassenen Verfügungen und Richtlinien des Generalkommissariats über die Beaufsichtigung und Durchführung der industriellen Erzeugung enthalten keine neuen Gesichtspunkte.

Buchbesprechungen.

Gatterer, A., und J. Junkes: Zur Kohlenstoffbestimmung in Eisen mit der Linie C III 2296,8 Å. (Mit 17 Zahlentaf. u. 21 Abb., z. T. auf 6 Tafelbeil.) Roma: Pontificia Università Gregoriana, Deposito Libri, 1938. (24 S.) 8°. 10 Lire.
(Ricerche Spettroscopiche. [Hrsg.:] Laboratorio Astrofisico della Specola Vaticana. Vol. 4, N. 4.)

Zu den wenigen Legierungselementen des Eisens, deren spektrographische Bestimmung schwer durchführbar ist, zählt der Kohlenstoff. Erforderlich sind hierzu Quarspektrographen sehr hoher Auflösung, welche die beiden bekannten Verfasser dankenswerterweise in den Dienst dieser Aufgabe stellten.

In der vorliegenden Arbeit wird die Lage der C-Linie und ihrer Nachbarlinien neu ermittelt, der Einfluß der Entladungsbedingungen geprüft und die quantitative Bestimmung von Kohlenstoffgehalten vorgenommen. Sofern homogene Stoffverteilung vorliegt, bleibt die Fehlerstreuung unter ± 10%; die gefundenen Gehaltsstufen liegen zwischen 0,2 und 4,5% C. Die gewonnenen Ergebnisse werden mit Zahlentafeln und guten Bildern der Spektrogramme unter Wiedergabe der zugehörigen Registrierkurven belegt. Einige Hinweise auf die zweckmäßig zu wählende Bauart des Spektrographen vervollständigen das Bild dieses Bestimmungsverfahrens.

Zufolge der großen Wichtigkeit des Kohlenstoffs bei der Stahlanalyse beanspruchen diese Ergebnisse besondere Beachtung. Die mit dem vorliegenden Heft neu begonnene Schriftenreihe ist durch diesen praktisch wichtigen Beitrag erfolgreich eröffnet worden.
Otto Schließmann.

Statistisches Jahrbuch für die Eisen- und Stahlindustrie 1938. Statistische Gemeinschaftsarbeit [der] Bezirksgruppe Nordwest der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie [und des] Stahlwerksverband[es], Aktiengesellschaft. Düsseldorf: Verlag Stahlisen m. b. H. 1938. (IX, 248 S.) 8°. 5 R.M., für Mitglieder des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute 4,50 R.M.

Dieses schon zum zehnten Male erscheinende bekannte statistische Handbuch hat auch in der vorliegenden Ausgabe wieder verschiedene Ergänzungen erfahren, die zweifellos seinen wertvollen Inhalt noch bereichern. Neu sind u. a. Angaben über die Eiseneinfuhr Irans und der französischen Kolonien, Uebersichten über die Eisenerzeufuhr Großbritanniens, über die eisenindustrielle Erzeugung der Südafrikanischen Union, über Weltgewinnung und Weltverbrauch von Metallen und über die Weltausfuhr von Schrott.

Jedem Benutzer wird dieses Nachschlagewerk ein zuverlässiger Helfer sein.
Sg.

Vereins-Nachrichten.

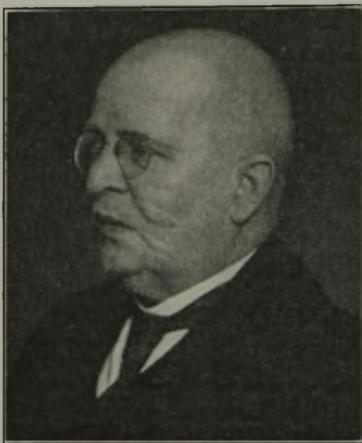
Verein Deutscher Eisenhüttenleute.

Hermann Lämmerhirt †.

Nach kurzem Krankenlager ist am 2. November 1938 der langjährige frühere Hochofenchef des Hörder Hochofenwerkes, Hermann Lämmerhirt, infolge eines Schlaganfalles sanft entschlafen. Ueber 40 Jahre hat er, bis zu seinem Uebertritt in den Ruhestand im Jahre 1936, seine ganze Arbeitskraft ausschließlich dem heutigen Dortmund-Hoerder Hüttenverein gewidmet. Sein Tod hat ein reiches Hochöfnerleben abgeschlossen.

Am 12. März 1871 als Sohn eines Ingenieurs in Dortmund geboren, erwählte er später die gleiche Laufbahn. Diese Neigung übertrug sich wieder auf seinen Sohn und führte auch zwei Schwiegersöhne desselben Berufes in den Kreis seiner Familie. Da auch die Mehrzahl seiner Brüder sich zu der gleichen Laufbahn berufen fühlte, kann man hier mit Fug und Recht von einer ausgesprochenen Ingenieurfamilie sprechen. Hermann Lämmerhirt studierte an der Bergakademie Clausthal und legte nach Ableistung seiner einjährigen Heeresdienstpflicht im Jahre 1894 sein Examen als Diplomingenieur des Eisenhüttenwesens ab. Im Anschluß hieran trat er in die Dienste des Hoerder Vereins. Nach kurzer Laboratoriumstätigkeit war er mehrere Jahre Betriebsassistent im Hörder Hochofenwerk. Im Jahre 1903 erfolgte seine Berufung zum Leiter des Werkes Dortmund-Underfeld, von 1911 bis zum Eintritt in den Ruhestand im Jahre 1936 stand er als Hochofenchef dem Hörder Hochofenwerk vor.

Was 40 Jahre Hochöfnerleben bedeuten, das wissen nicht nur die engeren Berufsgenossen, das vermögen auch die verwandten Hüttenleute zu ermessen. Hermann Lämmerhirt widmete sich in voller Hingabe und Treue nur dem einen Werk. So war sein Wissen um die Geschichte dieses Werkes reich wie das keines anderen und er persönlich selbst ein reiches Stück Geschichte seines Werkes. Wenn er in den Feiertagen seines Lebens einmal als Hochöfner und Mensch aus dieser Geschichte erzählte, so gewannen die Jüngeren in andächtiger Aufmerksamkeit jedesmal einen seltenen, lebendigen Ueberblick über die Wandlungen des Hochofenwesens in nur einem Menschenalter und begeisterten sich an der erhabenen Seite ihres Berufes. Reich waren sein Wissen und seine Erfahrungen, jeglichem Fortschritt war er freudig zugänglich. Es gab keine Schwierigkeiten, die ihn ängstigen konnten, keine Neuerung, der er sich nicht anzupassen wußte. Ein Genie



Hermann Lämmerhirt

war er auf dem Gebiete der Rechenkunst, ein Philosoph in allen schwierigen Lagen. Wenn im weiten Revier Hochöfnernamen genannt werden, so wird unter ihnen der seine niemals fehlen. Das erwies der Nachruf des Vorsitzenden des Hochofenausschusses an seiner Bahre, der von ihm als einem „Altmeister der Hochöfner“ Abschied nahm. Wie er an seinem Betrieb hing, so war er seiner Gefolgschaft ein gütiger Vater, seinen Mitarbeitern ein Kamerad von offenem und lauterem Charakter. Selbst vierzig

Jahre des Berufes vermochten ihn nicht nüchtern oder einseitig zu machen. Mit der älteren Generation verband ihn eine gesellige und anregende Kameradschaft; seinen jüngeren Mitarbeitern war er ein väterlicher Freund und vorbildlicher Lehrmeister. In Feiertagen und an Höhepunkten seines Berufs- und Familienlebens regte sich gar oft seine dichterische Ader in launigen Versen.

Mit der gleichen Treue wie seinem Beruf lebte er mit ganz besonderer Hingabe seiner Familie. Von Jugend auf waren sein Sohn und seine drei Töchter Zeugen besonderer Erlebnisse auf dem Werk, und hierdurch auch der Gefolgschaft bestens bekannt. Seinen zahlreichen Geschwistern war er ein vorbildlich treuer Bruder, und sein besonderer Stolz war es, daß außer zweien seiner Brüder auch sein Sohn dem gleichen Werke diente wie er. Nichts Schöneres aber kannte Hermann Lämmerhirt, als wenn sich vor Festtagen der immer größer werdende Kreis seiner Familie, wenn sich seine Kinder und Enkelkinder in seinem gastlichen Hause versammelten und er an der Seite seiner

Gattin in ihrem Kreise die beglückendsten Tage seines Lebens in sonniger Harmonie verlebte.

Wer im privaten Leben diesem ruhigen und doch so humorvollen Menschen persönlich begegnete, konnte sich seinem gewinnenden Wesen nicht verschließen. Seine kluge Bedachtsamkeit und sein ruhiges, bescheidenes Wesen werden ihm ebenso wie seine Hingabe, Treue und Beschwiegtheit für alles Schöne und Große in den Herzen seiner Freunde ein dankbares Gedenken bewahren. Der Ruf, den er als Hochöfner im Revier genoß, wird auch über sein Grab hinaus fortleben. Der Verein Deutscher Eisenhüttenleute, dem Hermann Lämmerhirt über ein Menschenalter die Treue gehalten und stets mit seinen reichen Erfahrungen und Fachkenntnissen zur Verfügung gestanden hat, wird ihm ein ehrendes Andenken bewahren.

Änderungen in der Mitgliederliste.

- Becker, Heinz, Dr.-Ing., Dortmund-Hoerder Hüttenverein A.-G., Werk Hörde, Dortmund-Hörde; Wohnung: Dortmund, Märkische Str. 196 c. 34 011
- Bennhold, Walter, Dipl.-Ing., Direktor, Julius Pintsch K.-G., Berlin O 17, Andreasstr. 71/73; Wohnung: Berlin-Lichterfelde, Hartmannstr. 34. 26 009
- Bosse, Hermann, Oberingenieur, Braunkohle-Benzin A.-G., Werk Zeitz, Zeitz; Wohnung: Rehmsdorf (b. Zeitz). 29 020
- Burgaller, Walter, Dr.-Ing., J. H. Rudolf Giese, Westig (Kr. Iserlohn); Wohnung: Sundwig (Kr. Iserlohn). 29 028
- Eltner, Hans, Dipl.-Ing., Gutehoffnungshütte Oberhausen A.-G., Werk Sterkrade, Oberhausen-Sterkrade; Wohnung: Johannerstr. 14. 36 098
- Feiz, Alfred, Dipl.-Ing., Eisenwerk Karlshütte, Liskovec b. Friedek; Wohnung: Friedek (C. S. R.), Jiraskova Nr. 815. 36 104
- Fuhrmann, Ernst Adolf, Dr. phil., Physiker, Rheinische Kalksteinwerke G. m. b. H., Wülfrath; Wohnung: Wuppertal-Elberfeld, Bayreuther Str. 25. 36 118
- Heinen, Franz, Konstrukteur, H. A. Brassert & Co. K.-G., Watenstedt; Wohnung: Braunschweig, Brabantstr. 2 III. 35 205
- Hengler, Erich, Dr.-Ing., techn. Direktor, Stahlwerk Carp & Hones K.-G., Düsseldorf 10, Jägerhofstr. 31; Wohnung: Düsseldorf-Oberkassel, Schorlemerstr. 3 a. 29 072
- Illing, Wilhelm, Dipl.-Ing., Stahlwerksassistent, Rheinmetall-Borsig A.-G., Werk Borsig, Berlin-Tegel; Wohnung: Berlin N 20, Bellermannstr. 77. 38 309
- Lwowski, Walter, Dr.-Ing., Hüttdirektor, Fried. Krupp A.-G. Friedrich-Alfred-Hütte, Rheinhausen 1; Wohnung: Sudetenstraße 2. 11 096

- Kolberg, Carl, Dr.-Ing., Heinrich Lanz A.-G., Mannheim; Wohnung: Augusta-Anlage 21. 28 208
- Kurus, Hans Herbert, Dipl.-Ing., Betriebsassistent, Fried. Krupp A.-G., Stahlformerei, Essen; Wohnung: Düsseldorf-Grafenberg, Böcklinstr. 21. 37 256
- Möller, Fritz, techn. Direktor a. D., Ingenieurbüro für Walzwerkswesen, Duisburg, Realschulstr. 42. 12 077
- Pichler, Franz K., Ing., Hütteningenieur, Wien 3, Ditscheiner-gasse 4/11. 22 136
- Rohland, Walter, Dr.-Ing., stellv. Vorsitzender des Vorstandes der Deutsche Edelstahlwerke A.-G., Krefeld; Wohnung: Vluyner Platz 6. 22 150
- Wirtz, Jean, Chemiker, Inh. der Fa. Jean Wirtz, Labor.-Bedarf, Düsseldorf 1, Charlottenstr. 71. 13 133

Gestorben:

Schmitt, Fritz, Direktor, Wetzlar. † 31. 10. 1938.

Neue Mitglieder.

A. Ordentliche Mitglieder:

- Wefelscheid, Paul, Dipl.-Ing., Hüttdirektor u. Geschäftsführer der Blei- u. Silberhütte Braubach G. m. b. H., Braubach (Rhein); Wohnung: Dachsenhäuser Str. 16. 38 380

B. Außerordentliche Mitglieder:

- Becker, Hansalbert, cand. rer. met., Aachen, Turmstr. 3. 38 381
- Eggers, Theodor, cand. rer. met., Gelsenkirchen, Uechtingstr. 5; z. Zt. Aachen, Turmstr. 3. 38 382