

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 18

4. MAI 1939

59. JAHRGANG

Stand unserer Kenntnisse über die Korrosion und den Korrosionsschutz von Eisen und Stahl.

Von Franz Eisenstecken in Dortmund.

[Bericht Nr. 464 des Werkstoffausschusses des Vereins Deutscher Eisenhüttenleute*].

(Auswertung des Schrifttums über folgende Fragen: Theorie der Korrosion. Einfluß der Werkstoffbeschaffenheit; Oberflächenbeschaffenheit und chemische Zusammensetzung, Verformung und Schweißung, Korrosion hochlegierter Stähle. Einfluß der betrieblichen Umstände auf die Korrosion: Bodenkorrosion, Heißwasseranlagen, sonstige Fälle. Korrosionsschutz durch metallische und nichtmetallische Ueberzüge. Prüfung der Korrosionsbeständigkeit.)

Fast jeder volkstümlich gehaltene Bericht über Korrosion und Korrosionsschutz von Eisen und Stahl beginnt mit Zahlen über die ungeheueren Verluste an Volkvermögen, welche durch das Rosten entstehen. Diese Verluste sollen für Deutschland jährlich 2 Milliarden *RM* betragen. In dankenswerter Weise haben G. Schaper¹⁾ sowie K. Daeves und K. Trapp²⁾ auf unabhängig voneinander eingeschlagenen Rechnungswegen unter Zugrundelegung von praktisch ermittelten Rostzahlen hier Aufklärung geschafft. Nach Schaper wird der Verlust durch Rosten auf etwa 125 Millionen *RM* geschätzt; nach Daeves beträgt der Rostverlust für Deutschland etwa 125 000 t/Jahr, das entspricht 0,8% der Stahlerzeugung des Jahres 1937.

Die nachfolgenden Ausführungen sollen einen Ueberblick über die Arbeiten geben, die in den letzten Jahren über die Korrosion und den Korrosionsschutz von Eisen und Stahl erschienen sind.

Theorie der Korrosion.

Die in jüngster Zeit entwickelten Auffassungen zur Erklärung der Korrosionsvorgänge treten immer mehr zugunsten der elektrochemischen oder Lokalelement-Theorie zurück. Den ersten Anstoß zur Korrosion geben danach Potentialunterschiede auf der Oberfläche des Werkstoffes. Es ist allerdings nicht möglich, aus etwa gemessenen Potentialwerten irgendwelche Aussagen über das Korrosionsverhalten zu machen, da sekundäre Vorgänge sowie auch die Einwirkung von im Angriffsmittel enthaltenen Stoffen den weiteren Verlauf des Rostens ausschlaggebend beeinflussen. Unter ihnen spielt der Sauerstoff eine wesentliche Rolle. Er hebt die Wasserstoffüberspannung, die die elektromotorische Kraft bei gegebener Anode verkleinert, als Depolarisator an den Kathoden auf³⁾. Dadurch wird der Potentialunterschied vergrößert, die Korrosion verstärkt. Die Umsetzung $2\text{H} + \text{O} = \text{H}_2\text{O}$ ist abhängig von der Diffusionsgeschwindigkeit des Sauerstoffs, wird aber weiterhin noch beeinflusst durch die Oberflächenbeschaffenheit der Elektrode und durch den Werk-

stoff selbst, soweit dieser eine katalytische Wirkung zur Beschleunigung der Umsetzung auszuüben vermag. Die Stärke der Korrosion ist dabei der Kathodenoberfläche proportional, während eine Aenderung der Anodengröße nur eine entsprechende Veränderung der relativen Werkstoffzerstörung, auf die Flächeneinheit der Anode bezogen, hervorruft. Durch Oxydation primär gebildeter Korrosionserzeugnisse, z. B. des zweiwertigen Eisenoxyds, greift der Sauerstoff bestimmend in den weiteren Verlauf des Rostvorganges ein⁴⁾. Immerhin muß dabei der Potentialunterschied der Lokalelemente noch mitwirken, denn bei der geringen Löslichkeit, also bei der geringen Konzentration des zweiwertigen Eisenoxyds in der Lösung würde die Diffusion nur langsam sein, was zur Bildung von schützenden Deckschichten führen müßte⁵⁾. Für die Auflösung des Eisens an unbelüfteten Stellen, denen belüftete Stellen benachbart sind, gibt die Lokalelement-Theorie eine zufriedenstellende Erklärung; es ist dabei nicht wesentlich, ob an den belüfteten Stellen positive Oxydfilme die Kathoden bilden⁶⁾ oder durch Depolarisation eine Potentialverschiebung nach edleren Werten eintritt⁷⁾. Daß zwischen oxydierten Stellen und dem Metall ein Strom fließt, ist bekannt und läßt sich leicht z. B. durch Einritzen der Walzhaut eines Eisenbleches bis zum Metall nachweisen. Der Riß wird zur Anode, er vertieft sich durch Auflösung des Eisens⁷⁾.

Der Einfluß des Sauerstoffs ist in bestimmten Grenzen von der Wasserstoffionen-Konzentration abhängig⁸⁾. Bei niedrigem p_{H} -Wert hemmen sowohl Sauerstoff als auch Eisen-(III)-Ionen die Wasserstoffentwicklung; in höheren p_{H} -Bereichen wird die Oxydation gefördert. Bei einem p_{H} -Wert von 2,4 bis 5,5 wird die Diffusionsgeschwindigkeit des Sauerstoffs für die Korrosion von ausschlaggebender Bedeutung. Bei Abwesenheit von Sauerstoff ist die Wasserstoffüberspannung der bestimmende Einfluß. Die Korrosion kommt zum Stillstand, wenn durch das gebildete Eisen-(II)-Oxydhydrat der

⁴⁾ W. Palmaer: Korrosion u. Metallsch. 12 (1936) S. 139/48.

⁵⁾ U. R. Evans: Korrosion u. Metallsch. 12 (1936) S. 105/07. Iron Age 139 (1937) Nr. 15, S. 46/48, 116 u. 118; Nr. 16, S. 43 u. 58/59.

⁶⁾ U. R. Evans in zahlreichen seit 1923 veröffentlichten Arbeiten.

⁷⁾ U. R. Evans: Korrosion u. Metallsch. 12 (1936) S. 105/07.

⁸⁾ J. M. Bryan: Trans. Faraday Soc. 31 (1935) S. 1714/18.

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

¹⁾ Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 1249/50.

²⁾ Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 169/71.

³⁾ M. Straumanis: Korrosion u. Metallsch. 12 (1936) S. 148/54.

Wasserstoffexponent auf 9,5 gestiegen ist. In Gegenwart von Sauerstoff läuft dagegen die Korrosion weiter, da hier unlösliches Eisen-(III)-Oxyhydrat entsteht; dabei steigt der Wasserstoffexponent unter Umständen auf 5.

Wenn der Sauerstoff die anfangs entstehenden Korrosionserzeugnisse des Eisens oxydiert, so kann das einmal in Verbindung mit den anodischen Stellen geschehen, so daß es hier zu einer Schutzschichtbildung kommt, oder aber es geschieht in einiger Entfernung davon. Es bildet sich dann locker aufliegendes Eisen-(III)-Oxyhydrat. Für den weiteren Verlauf der Korrosion ist also der Ort des Oxydationsvorganges sehr bedeutsam, und mit Recht kann man in dieser Hinsicht von topochemischen Zügen in der Korrosion sprechen⁹⁾.

Die Art der Deckschichtenbildung während der Korrosion eines Metalles ist entscheidend für den endgültigen Verlauf¹⁰⁾. Sinkt die Gesamtporenfläche, die bei natürlichen Deckschichten 10^{-3} cm²/cm² Oberfläche beträgt, unter 10^{-4} cm²/cm², so kommt die Korrosion praktisch zum Stillstand. Die Auflösung des Metalles und seine Korrosionsfähigkeit wird deshalb vorwiegend von dem Widerstand der Deckschicht und den darin vorhandenen Poren bestimmt¹⁰⁾. Eine Deckschichtenpassivierung bedeutet mithin eine Vergrößerung des Porenwiderstandes, d. h. Herabsetzung der Stromstärke im Lokalelement und damit Angriffshemmung. Trotzdem ist bekanntlich die Frage über die Ursache der Passivität noch sehr umstritten. Die Passivierungserscheinungen sollen durch die Gesetze der Flächenbedeckung, Tiefenbedeckung und Zeit der Selbstpassivierung erfaßt sein¹⁰⁾. Während sich hiernach das Metall bei der Passivierung mit einer mehr oder weniger porösen Deckschicht von Metallsalzen oder Metalloxyden überzieht, wird auch ein nichtangreifbarer Film des Metalles selbst, mit nur wenigen aktiven Stellen, angenommen¹¹⁾. Diese Stellen werden durch Eindringen von Anionen und eine dadurch bedingte Gefügelockerung des Films hervorgerufen. Es scheint sich aber unter Zugrundelegung früherer Arbeiten¹²⁾ die erste Ansicht zu verstärken¹³⁾.

Wenn auch die Lokalelement-Theorie heute als gesichert angesehen werden kann, so gibt sie nicht die Möglichkeit einer Voraussage, wie nun die Korrosion endgültig verläuft, denn die aufgestellten Gesetze sagen nichts aus über den Einfluß des angreifenden Mittels, der Temperatur und den Zustand der Stahloberfläche usw. Wie wenig die Lokalelement-Theorie über den weiteren Verlauf der Korrosion etwas auszusagen vermag, geht z. B. schon aus der Tatsache hervor, daß es bei Korrosionsversuchen nicht gleichgültig ist, zu welcher Jahreszeit sie angesetzt werden¹⁴⁾. Es wurde bei Versuchen über die Abhängigkeit von der Jahreszeit eine Parallele zwischen Korrosion, Feuchtigkeit und Schwefelgehalt in der Luft beobachtet¹⁵⁾. Grundsätzlich ist für den weiteren Verlauf bei atmosphärischer Korrosion die Zusammensetzung der gebildeten Rostschicht von Bedeutung. Die Oxydationserzeugnisse üben anfangs eine beschleunigende, später eine hemmende Wirkung aus. Dabei spielt der Feuchtig-

keitsgehalt der Luft ebenfalls eine große Rolle, zumal da Feuchtigkeit durch den Rost absorbiert und die Korrosion unter Umständen dadurch beschleunigt wird. Ein gewisser „kritischer“ Feuchtigkeitsgehalt ist für das Rosten an der Atmosphäre erforderlich¹⁶⁾; oberhalb dieses Wertes absorbieren Staubteilchen, neutrale Stoffe, Salze oder schon gebildeter Rost genügend Feuchtigkeit, um den Korrosionsvorgang aufrechtzuerhalten. Steigt der Feuchtigkeitsgehalt über 70%, so kann Eisen auch ohne Anwesenheit tropfbar flüssigen Wassers rosten (trockenes Rosten). Hat sich ein Oxydfilm gebildet, so geht bei hoher relativer Feuchtigkeit der Angriff infolge Verfestigung des zuerst gebildeten Films zurück.

Eigenartige Korrosionserscheinungen treten bei Anwesenheit von Spalten im Werkstoff auf¹⁷⁾. Hierbei sinkt das Potential selbst in passivierenden Lösungen von + 650 auf - 439 mV; dabei verliert das Passivierungsmittel seine Schutzwirkung. Die Spaltkorrosion ist nach neuerer Ansicht mit der Evansschen Theorie zu erklären.

Die Anwesenheit des Reststromes, das ist der in diesem Gebiet ohne sichtbare Wasserstoffentwicklung fließende Strom, ist bei Korrosionsvorgängen von ausschlaggebender Bedeutung¹⁸⁾ ¹⁹⁾. Dieser Strom ist weitgehend von der Diffusionsgeschwindigkeit des Sauerstoffs abhängig und wächst mit steigender Temperatur an. Selbst bei praktisch vollkommener Entfernung des gelösten Sauerstoffs, z. B. durch Natriumsulfit, verbleibt an einem Eisen-Platin-Element ein vom Eisen zum Platin verlaufender, ebenfalls temperaturabhängiger Strom. Da dieser durch Sauerstoffdiffusion beträchtlich ansteigt, können noch 0,1 mg/l Sauerstoff die Korrosion fördern. Zur Durchführung sehr genauer Potentialmessungen werden heute hauptsächlich elektrostatische Methoden empfohlen, wobei als Hilfsmittel das Elektrometer oder der Elektronenröhrenapparat in Frage kommen²⁰⁾.

Einfluß der Werkstoffbeschaffenheit.

Einfluß der Oberflächenbeschaffenheit und chemischen Zusammensetzung.

Die Bildung von Lokalelementen kann bei Stahl oder Eisen in verschiedener Weise hervorgerufen werden. Einschlüsse, ihre Verteilung und ihre Menge an der Oberfläche haben dabei zu Beginn der Korrosion einen Einfluß²¹⁾ ²²⁾. Je glatter die Oberfläche des Werkstoffes ist, desto stärker ist bei Anwesenheit von Fremdeinschlüssen die Korrosion. Liegen an der Oberfläche eines Werkstoffes Fremdeinschlüsse nicht vor oder nur in verschwindend kleiner Menge, so ist die Korrosionsgeschwindigkeit bei glatten Oberflächen geringer als bei rauhen und rissigen⁸⁾. Diese versuchsmäßig gefundenen Einflüsse haben aber für das Rosten unter praktischen Bedingungen keine Bedeutung, da sie von anderen Umsetzungen abgelöst werden.

Eine vollkommen dichte Walzhaut verzögert den Korrosionsangriff auf lange Zeit. Meistens rostet aber eine mit Walzhaut bedeckte Oberfläche schneller als eine solche ohne Walzhaut, da die Oxydschicht porös ist und hier Lokalelementbildung mit dem Werkstoff einsetzt²³⁾. Dabei übt die Art des Walzens nur einen geringen Einfluß aus.

⁹⁾ Kohlschütter, v.: Korrosion u. Metallsch. 12 (1936) S. 118/23.

¹⁰⁾ W. J. Müller und E. Löw: z. B. Z. Elektrochem. 42 (1936) S. 789/92; 43 (1937) S. 561/69.

¹¹⁾ E. Müller und K. Schwabe: Z. Elektrochem. 39 (1933) S. 414/23 u. 884.

¹²⁾ A. Thiel und J. Eckell: Z. Elektrochem. 33 (1927) S. 370/88.

¹³⁾ W. J. Müller: Korrosion u. Metallsch. 13 (1937) S. 144/57.

¹⁴⁾ F. Eisenstecken und E. Kesting: Korrosion. Band V. Bericht über die Korrosionstagung Berlin 1935. Berlin 1936. S. 48/61.

¹⁵⁾ G. Schikorr: Z. Elektrochem. 43 (1937) S. 697/704.

¹⁶⁾ W. H. J. Vernon: Trans. Faraday Soc. 31 (1935) S. 1668/1700.

¹⁷⁾ K. Carius: Chem. Fabrik 9 (1936) S. 22; Korrosion. Band V. Bericht über die Korrosionstagung Berlin 1935. Berlin 1936. S. 61/72.

¹⁸⁾ F. Tödt: Z. Elektrochem. 34 (1928) S. 586/95 u. 853/57.

¹⁹⁾ L. W. Haase: Korrosion u. Metallsch. 8 (1932) S. 284/85.

²⁰⁾ F. Müller: Korrosion u. Metallsch. 13 (1937) S. 109/14.

²¹⁾ R. B. Mears: Third Report of the Corrosion Committee. London 1935 (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 8). S. 111/21.

²²⁾ P. Ronceray: Bull. Soc. chim. Fr. 2 (1935) S. 2171/74.

²³⁾ Tird and Fourth Report of the Corrosion Committee. London 1935 u. 1936 (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 8 u. 13).

Wie die ursprünglich vorhandenen Oxydschichten kann auch der gebildete Rost den Korrosionsverlauf begünstigen.

Die Herstellungsart eines Stahles dürfte keinen Einfluß auf das mehr oder weniger starke Rosten haben²⁴⁾, während der Einfluß der üblichen Begleitelemente des Stahles auf die Korrosion noch umstritten ist. Es dürfte aber wahrscheinlich sein, daß der übliche Gehalt an Kohlenstoff, Silizium, Mangan, Phosphor und Schwefel in einem Stahl die Korrosion praktisch nicht beeinflußt. Ein die üblichen Grenzen überschreitender Schwefelgehalt (> 0,12%) soll korrosionsbeschleunigend wirken²⁵⁾ 21), während ein erhöhter Phosphorgehalt gerade das Gegenteil herbeiführt²⁶⁾ 27). Kieselsäure, Aluminiumoxyd bewirken keine Veränderung der Korrosionsgeschwindigkeit, wohl aber grobkörniger Zementit.

Die Beschleunigung der Korrosion bei schwefelreichen Stählen ist sehr wahrscheinlich auf die Ausbildung von Seigerungsstellen zurückzuführen. Die mikroskopische Untersuchung des Rostvorganges zeigt nämlich, daß ein Teil der Einschlüsse Ausgangspunkte für die Korrosion darstellen²⁸⁾. Um diese legt sich ein langsam größer werdender Ring von Korrosionserzeugnissen; dabei erfolgt der Angriff nicht längs der Korngrenzen, sondern breitet sich ringförmig um die betreffenden Einschlüsse aus. Die Einschlüsse bestehen meistens aus Mangan- und Eisensulfid. Es ist denkbar, daß der sonst bei normal zusammengesetzten Werkstoffen entstehende natürliche Oxydfilm bei schwefelreichen Stählen an den Grenzen von Metall und sulfidischen Anreicherungen zerreißt, wodurch ein Lokalelement gebildet wird. Für die Wirkung des Schwefels ist außer seiner Verteilung an der Oberfläche auch die Verbindung maßgebend, in der er vorliegt²⁹⁾. Da Mangansulfid immer edler ist als Eisen, wird es den Korrosionsvorgang in erster Linie begünstigen. Eisensulfid dagegen kann unedler sein als Eisen, also die Korrosion hemmen. Sind beide Sulfide enthalten, so entscheidet bei Mangansulfid-Eisensulfid-Mischkristallbildung ihr Mengenverhältnis. Der Einfluß eines höheren Schwefelgehaltes kann durch einen doppelt so hohen Kupfergehalt ausgeglichen werden. Stähle, welche mit schwachsauren Lösungen in Berührung kommen, sollen niedrigen Schwefelgehalt und entsprechenden Kupfergehalt haben²⁵⁾. In neutralen oder alkalischen Wässern ist der Einfluß des Schwefels nicht mehr zu beobachten. Dieselbe Wirkung wie durch Kupfer ist auch durch erhöhten Phosphorgehalt zu erreichen.

Die günstige Wirkung eines Kupferzusatzes zum Stahl auf die Korrosion an der Atmosphäre dürfte wohl endgültig geklärt sein³⁰⁾. Bei einem Kupfergehalt von 0,2% beträgt die Rostungsgeschwindigkeit in Industrieluft etwa 0,075 mm/Jahr (entsprechend 600 g/m²/Jahr), in Landluft etwa 0,02 mm/Jahr (= 150 g/m²/Jahr). Die Zahlen für Stadtluft liegen in der Mitte der angegebenen Werte. Der erwähnte Kupfergehalt verringert den Rostangriff etwa

um die Hälfte des Wertes bei praktisch kupferfreiem Stahl. Die günstige Wirkung des Kupfers ist auch vorhanden in schwachsauren Lösungen, nicht aber in neutralen und alkalischen Wässern, z. B. Seewasser. Die Rostungsgeschwindigkeit gekupfelter Stähle an der Atmosphäre wird noch durch Zusatz von Phosphor weiter herabgesetzt³¹⁾. In diese Reihe gehören auch die Zusatzgruppen Chrom-Kupfer-Phosphor, Silizium-Chrom-Kupfer-Phosphor³²⁾, Kupfer-Silizium-Phosphor usw. Ein Zusatz von 0,2% Al wirkt sich dabei ebenfalls günstig aus³³⁾. Ferner setzen geringe Zusätze von Beryllium³⁴⁾ 35) die Rostgeschwindigkeit herab; Beryllium erhöht die Beständigkeit des eisernen Werkstoffes gegen Wasser, Seewasser, Säuren und organische Stoffe.

Das gute Verhalten alter Eisenteile hat nach übereinstimmenden Befunden vieler Forscher seinen Grund in einem höheren Phosphor- und/oder Kupfergehalt³⁶⁾ 37). So hat z. B. Eisen aus einer alten Festung am Euphrat 0,144% Phosphor; Eisenbahnschienen aus dem Jahre 1832 hatten einen Phosphorgehalt von 0,32%; das Gußeisen einer Brücke aus dem Jahre 1779 sogar einen Phosphorgehalt von 0,6%. Hier mag der Phosphorgehalt einen günstigen Einfluß auf das Korrosionsverhalten der Werkstoffe an der Atmosphäre gehabt haben. Es ist aber noch zu berücksichtigen, daß in früheren Zeiten eine viel reinere Atmosphäre vorlag als heute. Außerdem spielt auch das Klima für die Rostgeschwindigkeit eine wesentliche Rolle. So ist z. B. bekannt, daß im trockenen Tropenklima Anstriche überflüssig sind. Weiterhin muß noch besonders betont werden, daß die unter den genannten Voraussetzungen bei langsamem Rosten gebildeten Rostschichten auf den weiteren Verlauf der Korrosion einen solchen Einfluß gehabt haben können, daß beim Rosten unter heutigen Bedingungen gar kein Vergleich mehr möglich ist³⁷⁾. Bei langen Prüfzeiten überwiegt sehr wahrscheinlich der sekundäre Einfluß der Rostprodukte die Unterschiede in der Werkstoffzusammensetzung.

Verformung und Schweißung.

Die Frage nach dem Einfluß der Kaltverformung auf die Korrosion hat je nach den Versuchsbedingungen zu widersprechenden Ergebnissen geführt. Während z. B. in 3prozentiger Kochsalzlösung unter Zusatz von 0,1% Wasserstoffsuperoxyd die verformten Stellen unedler wurden und somit stärker korrodierten, zeigten sich diese Unterschiede in n-Kochsalzlösung unter Zusatz von 1% Salzsäure nicht³⁸⁾ bis 41). Bei Versuchen in Seewasser und an der Atmosphäre wurde bei Proben unter Zugbeanspruchung keine Verstärkung des Rostangriffs beobachtet, dagegen wohl in geringem Maße in fließendem Wasser⁴²⁾. Es scheint hier die Diffusionsgeschwindigkeit des Sauerstoffs und nicht die Beanspruchung des Werkstoffes die

²⁴⁾ A. Ristow, K. Daevs und E. H. Schulz: Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 924.

²⁵⁾ Fl. Fenwick und J. Johnston: Industr. Engng. Chem. 28 (1936) S. 1374/79.

²⁶⁾ A. Portevin und E. Herzog: C. R. Acad. Sci., Paris, 203 (1936) S. 1514/16.

²⁷⁾ M. Déribéré: Rev. Prod. chim. Actual sci. réun. 39 (1936) S. 487/88.

²⁸⁾ J. Laissus: Rev. Fond. mod. 30 (1936) S. 121/23.

²⁹⁾ A. W. Simpson und F. N. Speller: Metals & Alloys 7 (1936) S. 199/203. Third Report of the Corrosion Committee. London 1935 (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 8). S. 210/14.

³⁰⁾ K. Daevs: Naturwiss. 23 (1935) S. 653/56.

³¹⁾ W. O. Kroenig und A. J. Boutlitschewa: Korrosion u. Metallsch. 12 (1936) S. 73/81.

³²⁾ G. Tammann: Z. Elektrochem. 35 (1929) S. 21/28.

³³⁾ J. Eckell: Z. Elektrochem. 39 (1933) S. 433/38.

³⁴⁾ A. Pomp: Metallwirtsch. 16 (1937) S. 1205/10.

³⁵⁾ E. W. Müller und H. Buchholtz: Arch. Eisenhüttenw. 9 (1935/36) S. 41/45.

²⁴⁾ G. Chaudron und P. Lacombe: Métaux 11 (1936) S. 92/115.

²⁵⁾ T. P. Hoar und D. Havenhand: J. Iron Steel Inst. 133 (1936) S. 239/91; vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 799/800.

²⁶⁾ K. Daevs und F. Eisenstecken: Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 417/18; A. Ristow, K. Daevs und E. H. Schulz: Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 921/25 (Stahlw.-Aussch. 314 u. Werkstoffaussch. 347).

²⁷⁾ First Report of the Alloy Steels Research Committee. London 1936 (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 14). S. 227/58.

²⁸⁾ L. Tronstad und J. Sejersted: J. Iron Steel Inst. 127 (1933) S. 425/43; vgl. Stahl u. Eisen 53 (1933) S. 1007/08.

²⁹⁾ E. Chyzewski und A. Skapsky: Z. Elektrochem. 41 (1935) S. 843/49.

³⁰⁾ K. Daevs und K. Trapp: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 245/48.

Ursache des vorliegenden Unterschieds zu sein. Die an den verformten Stellen entstehende Verunreinigung soll nach den Gesetzen der Thermodynamik 0,001 Volt betragen⁴³). Diese Größe spielt aber erfahrungsgemäß bei der Korrosion keine Rolle, da die Umwelteinflüsse weit größere Potentialunterschiede hervorrufen. Wenn trotzdem an verformten Stellen verschiedentlich stärkere Korrosionen festzustellen waren, so kann dieser Befund darauf beruhen, daß das Potential des Metalles im Ausgangszustand wegen einer Schutzschicht bedeutend edler war, als es dem Normalpotential entsprach, und daß die Schutzschicht, die bei der Verformung reißt, zu der Verunreinigung und damit zur verstärkten Korrosion Anlaß gibt⁴³). In einigen Sonderfällen führt die Verformung zur beträchtlichen Erhöhung der Korrosion, z. B. bei der Auflösung von legierten Stählen in Salzsäure. Hier ist aber noch unklar, ob nicht Gefügeänderungen eine Beschleunigung der Korrosion herbeiführen⁴³). Eine Erhöhung der Korrosion durch mechanische Beanspruchung infolge Verunreinigung des reinen Metallpotentials soll bis heute noch nicht nachgewiesen sein⁴³). Zu diesen Äußerungen ist zu ergänzen, daß beim Rosten von Eisen an der Luft und in Seewasser auf der verformten und nichtverformten Stelle sich im Laufe der Zeit eine Rostschicht bildet, welche die Feuchtigkeit festhält und damit den Angriff viel mehr beeinflußt, als die Potentialunterschiede durch Kaltverformung ausmachen.

Korrosionsdauerbruch tritt dort auf, wo wirksam gewordene Gleitebenen die Oberfläche schneiden⁴⁴); dabei wird die etwa vorher gebildete natürliche Schutzschicht zerstört. Die Korrosionsdauerfestigkeit läßt sich durch festhaftende, nichtmetallische Ueberzüge (Gummi, Kunststoffe u. a.), die nicht abplatzen, oder auch durch metallische Ueberzüge erhöhen. Von letzteren haben sich Zink und Kadmium bewährt. Auch nitrierte Stähle zeigen gute Korrosionsdauerfestigkeit.

Nach Ansicht einiger Fachleute steht die Korrosionsfestigkeit einer Schweißnaht hinter der der verbundenen Teile nicht zurück, wenn beide in der Werkstoffzusammensetzung praktisch übereinstimmen. Es erscheint fraglich, ob die verschiedenen Schweißverfahren den Korrosionsverlauf zwischen Naht und üblich zusammengesetztem Vollwerkstoff beeinflussen. Beim Schweißen von nichtrostendem Stahl mittels Lichtbogen wurde eine Kohlenstoffaufnahme beobachtet⁴⁵), wodurch die Korrosionsbeständigkeit der Schweiße stark herabgesetzt wurde. Zur Vermeidung dieses Uebelstandes soll die atomare Wasserstoffschweißung angewendet werden, jedoch ist bei diesem Verfahren eine einwandfreie Oberflächenbeschaffenheit der zu verschweißenden Werkstücke unbedingte Voraussetzung. An mit Lichtbogen geschweißten Bauteilen wurde der Nachweis interkristalliner Korrosion mit Hilfe der Laugenprobe [Bügelprobe⁴⁶)] durchgeführt⁴⁷). Bei Benutzung von austenitischen Elektroden zeigte sich ein Angriff geschweißter Bleche in der Nähe der Schweißnaht, allerdings nur in stark angreifenden Elektrolyten. Im allgemeinen wurde trotz erheblicher Potentialunterschiede zwischen Schweißnaht und Grundwerkstoff im Betrieb eine vollkommen genügende Korrosionsbeständigkeit der Schweiße beobachtet. Die Autogenschweißung kann zur Karbidausscheidung und damit zur Korngrenzenkorrosion führen. Diese Erscheinung wird durch Punktschweißen oder auch

durch Weichlöten vermieden⁴⁸). Bei Gasschweißung mit streng neutraler Flamme unter 45° Neigung soll die Karbidbildung gering sein⁴⁹). Sie kann gänzlich vermieden werden, wenn man die Temperatur so einhält, daß es noch nicht zur Ausscheidung an den Korngrenzen kommt⁵⁰). Wenn sich aber trotzdem Karbide gebildet haben, so können diese durch Erhitzen des Werkstoffes auf 880 bis 930° in etwa $\frac{3}{4}$ h wieder in Lösung gebracht werden⁴⁹). Die Abkühlung muß vor allem im Ausscheidungsbereich rasch erfolgen. Am geeignetsten und einfachsten scheint die Zugabe eines Karbidbildners zum Schweißwerkstoff; empfohlen werden Niob und Titan⁵⁰) ⁵¹) ⁵²).

Korrosion hochlegierter Stähle.

In größeren Arbeiten wird die Ursache der interkristallinen Korrosion bei hochlegierten chromhaltigen Werkstoffen besprochen⁵³). Sie beruht auf einer Chromverarmung durch Karbidausscheidung, wobei die Karbide edleres Potential haben als die martensitische Randzone⁵⁴). Die Karbidausscheidung erfolgt zwischen 500 und 900°, besonders nach starker Kaltverformung⁵⁵). Die Ausbildung der Lokalelemente wird dadurch herbeigeführt, daß sich durch Metallionen aus dem Metallgitter und durch Elektronenwanderung Stellen verschiedenen Potentials ausbilden. Solche Stellen können sein:

1. Kristalle, deren kristallographische Achsen unter verschiedenen Winkeln zur Metalloberfläche stehen.
2. Grenzen zwischen verschiedenen Kristalliten, die sich in einem besonderen physikalischen Zustand befinden (verformtes Gitter).
3. Grenzen zwischen reinem Metall, fester Lösung oder intermetallischer Verbindung.
4. Stellen physikalischer Ungleichmäßigkeit der Oberfläche durch mechanische Bearbeitung, Innenrisse, Hohlräume, Einschlüsse usw.

Die unter 3 und 4 genannten Ursachen zur Bildung des Potentialunterschieds sind zahlreicher als die unter 1 und 2 genannten. Eine Änderung in der Natur des Elektrolyten kann nicht nur eine Beeinflussung der absoluten Größe der Potentiale, sondern auch eine Änderung der Reihenfolge der Metalle in der Spannungsreihe bewirken. Um ungefähr das Verhalten einer Legierung voraussagen zu können, sind daher Angaben über das Gefüge und die Potentiale der einzelnen Gefügebestandteile in dem betreffenden Elektrolyten erforderlich. Es ist weiterhin festzustellen, welche Bestandteile des Gefüges zur Kathode und welche zur Anode werden und wie sich die relative Größe von Kathoden und Anoden auf den Korrosionsvorgang auswirkt.

Die interkristalline Korrosion von Stählen kann nach dem heutigen Stande der Technik durch folgende Maßnahmen behoben werden:

1. Verminderung des Kohlenstoffgehaltes.
2. Zusatz von Legierungselementen.
 - a) Erhöhung des Chromgehaltes so weit, daß trotz der Chromkarbidbildung noch genügend Chrom zur Passivierung vorhanden ist (unter Umständen werden

⁴³) J. Franklin Inst. 219 (1935) S. 370/71.

⁴⁴) I. J. Rowzew: Flugzeugindustrie (russ.) (1935) Nr. 6, S. 56/60; nach Korrosion u. Metallsch. 12 (1936) S. 99.

⁴⁵) E. E. Thum: Metal Progr. 28 (1935) Nr. 4, S. 111/16.

⁴⁶) F. F. Chimuschin: Chem. Apparatebau (russ.) 4 (1935) S. 20/28; nach Korrosion u. Metallsch. 12 (1936) S. 57.

⁴⁷) D. R. Pratt: J. Amer. Weld. Soc. 14 (1935) Nr. 12, S. 16/19; nach Korrosion u. Metallsch. 12 (1936) S. 181.

⁴⁸) M. Schmidt und O. Jungwirth: Korrosion u. Metallsch. 9 (1933) S. 293/302.

⁴⁹) P. Schafmeister: Arch. Eisenhüttenw. 10 (1936/37) S. 405/13 (Werkstoffaussch. 370).

⁵⁰) S. Brenner: Korrosion u. Metallsch. 13 (1937) S. 379/80.

⁴³) G. Schikorr: Chem. Fabrik 11 (1938) S. 157/59.

⁴⁴) A. Thum und H. Ochs: Korrosion u. Metallsch. 13 (1937) S. 380/83.

⁴⁵) F. Leverik: Welder 4 (1933) S. 15/24; nach Korrosion u. Metallsch. 10 (1934) S. 16.

⁴⁶) Techn. Mitt. Krupp 4 (1936) S. 23/29.

⁴⁷) A. Fry: Elektroschweißg. 4 (1933) S. 201/08.

durch diese Maßnahme die mechanischen Eigenschaften des Werkstoffes verschlechtert).

- b) Bindung des Kohlenstoffs an zusätzliche Legierungselemente, die ein höheres Bestreben haben, sich mit Kohlenstoff zu verbinden, als Chrom, z. B. Titan, Vanadin, Tantal, Wolfram usw.⁵⁶⁾⁵⁷⁾⁵⁸⁾.

3. Wärmebehandlung.

- a) Durch Diffusionsglühung wird zunächst die möglichst vollständige Ausscheidung der Karbide, dann eine gleichmäßige Verteilung des Chroms in der Grundmasse bezweckt.
- b) Bei Rekristallisationsglühung wird der Werkstoff zunächst einer Dauerglühung von 600 bis 900° unterworfen, wodurch der Hauptteil des Kohlenstoffs in Form von Karbiden ausgeschieden wird. Nach dieser Glühung erfolgt eine etwa 50prozentige Kaltverformung durch Ziehen oder Walzen, an die sich eine kurze rekristallisierende Glühung bei 850° anschließt. Durch diese Behandlung werden die durch die erste Dauerglühung an den Korngrenzen abgeschiedenen Karbide in die Kristallite verlagert, wo sie keinen Schaden anrichten können.

Der Korrosionswiderstand von Chrom-Nickel-Stählen wird durch Kaltverformung infolge teilweiser Umwandlung des Austenits in Martensit, besonders in starken Säuren, weniger in Wasser und Luft, beeinträchtigt⁵⁹⁾. Nach den Ergebnissen von Korrosionsermüdungsuntersuchungen an geschweißtem Chrom-Nickel-Stahl mit 18 % Cr und 8 % Ni werden die Werkstoffe in zwei Klassen eingeteilt⁶⁰⁾. Meist verhält sich der eingeschweißte Werkstoff dem geschweißten Grundwerkstoff gegenüber anodisch, der Bruch tritt dann in der Schweißnaht auf. Die Korrosionsermüdungsgrenze liegt niedriger als die des Ursprungstoffes. In wenigen Fällen, und zwar nur bei der elektrolitischen Widerstandsschweißung, wird das eingeschweißte Metall dem Grundwerkstoff gegenüber kathodisch. Der Bruch tritt dabei im Ursprungwerkstoff ein.

In Deutschland wichtig und stark bearbeitet wird augenblicklich der Austausch der Chrom-Nickel- (oder auch Wolfram-) Stähle durch Chrom-Mangan-Stähle⁶¹⁾. Ihre chemische Beständigkeit, die hier allein zu besprechen ist, steht in vielen Fällen einem Stahl mit 18 % Cr und 8 % Ni nicht nach, vor allem bei zusätzlichen Gehalten an Kupfer, Molybdän, Titan, Silizium usw. So soll ein Stahl mit 18 % Cr, 6 % Mn, 4 % Si und 1 % Cu sich außerordentlich gut gegen die verschiedensten chemischen Einflüsse verhalten. Ein höherer Chromgehalt verschlechtert die Zähigkeit. Der Siliziumgehalt solcher Stähle darf auch nicht zu hoch sein, ebenso nicht der Kohlenstoffgehalt, um Karbidversprödung zu vermeiden. Vollständig korrosionsfest gegen Seewasser soll ein nitrierter Manganstahl sein, der 11,7 % Mn und 1,2 % C enthält. Statt des Stahles mit 18 % Cr und 8 % Ni können auch Chrom-Molybdän-Stähle verwendet werden. Die weniger guten technologischen Eigenschaften dieser Stähle lassen sich durch geeignete bauliche Änderungen ausgleichen. Bei einem Zusatz von 0,6 bis 0,9 % Si zu einem Stahl mit 17 % Cr und 1,5 % Mo wird dieser nach dem Abschrecken von 1050° und Anlassen auf 800° gegen Säuren, Alkalien und Seewasser beständig. Er eignet

⁵⁶⁾ H. Jungbluth und H. Müller: Chem. Fabrik 9 (1936) S. 41/46.

⁵⁷⁾ F. M. Becket und R. Franks: Trans. Amer. Inst. min. metallurg. Engrs., Iron Steel Div., 113 (1934) S. 126/42.

⁵⁸⁾ J. Musatti und A. Reggiori: Metallurg. ital. 27 (1935) S. 629/51.

⁵⁹⁾ G. Very: Aciers spéc. 9 (1934) S. 452/54.

⁶⁰⁾ W. E. Harvey: J. Amer. Weld. Soc. 14 (1935) S. 18/23.

⁶¹⁾ M. Schmidt und H. Legat: Arch. Eisenhüttenw. 10 (1936/37) S. 297/306 (Werkstoffaussch. 362).

sich für Maschinenteile, die in angreifenden Stoffen bei hoher Temperatur und Druck arbeiten⁶²⁾.

Gußeisen mit einem höheren Gehalt an Aluminium (bis 18 % Al) wird von Seewasser nicht angegriffen⁶³⁾. Ein Zusatz von 1 bis 6 % Nickel zum Gußeisen erhöht die Laugenbeständigkeit⁶⁴⁾. Gußeisen mit 12 % Ni ist an der Atmosphäre korrosionsfest⁶⁵⁾. Der Nickelgehalt in Gußeisen wirkt sich insofern günstig aus, als dadurch der Siliziumgehalt ohne Gefügeänderung verringert werden kann, was wiederum eine größere Beständigkeit gegen Alkalien ergibt. Beim Zulegieren von Chrom ist Vorsicht geboten; es wird zwar die Rekristallisationsbeständigkeit erhöht, bei ungünstigen Abkühlungsbedingungen kann aber eine Karbidausscheidung hervorgerufen und damit die Härte gesteigert werden⁶⁶⁾. Austenitisches Gußeisen soll korrosionsfester sein als perlitisches.

Einfluß der betrieblichen Umstände auf die Korrosion.

Die Zusammensetzung der Korrosionsmittel ist für den Korrosionsverlauf am wichtigsten. Neben dem Salzgehalt spielt der Sauerstoff- und der Kohlensäuregehalt im wäßrigen Elektrolyten eine maßgebende Rolle. So hängt die Rostgeschwindigkeit von dem Gehalt des Elektrolyten an diesen Bestandteilen ab, und zwar wirken 2 % CO₂ ebenso stark wie 0,1 % O₂⁶⁷⁾. Die Änderung der Rostgeschwindigkeit läuft mit der Konzentration an Sauerstoff oder Kohlendioxyd parallel. Eine Übertragung dieser als Laboratoriumsergebnisse gefundenen Schlüsse auf die Korrosion von Rohrleitungen ist nicht ohne weiteres möglich, da hierbei noch andere Einflüsse zu berücksichtigen sind. Mit steigendem Druck soll die Korrosion verstärkt werden⁶⁸⁾⁶⁹⁾. Diese Ansicht bestätigen die schon früheren Beobachtungen an Hoch- und Niederdruckkesseln, wonach der Korrosionsangriff an Niederdruckkesseln bedeutend geringer ist⁷⁰⁾. Im folgenden wird auf besondere betriebliche Umstände näher eingegangen.

Bodenkorrosion von Rohren.

Die Korrosion von im Boden verlegten Rohren ist nach amerikanischen Untersuchungen in erster Linie abhängig von der Bodenbeschaffenheit, der Werkstoff selbst spielt dabei nur eine untergeordnete Rolle⁷¹⁾⁷²⁾. Kennzeichnend für den Boden ist dabei der Sauerstoffgehalt und dessen Diffusionsmöglichkeit, der p_H-Wert, die Zusammensetzung des wässrigen Auszuges sowie der physikalisch-chemische Aufbau des Bodens (Sand, Lehm, Ton usw.), also die Möglichkeit, Feuchtigkeit lange festzuhalten⁷³⁾. In holländischen Arbeiten wird behauptet,

⁶²⁾ P. B. Michailow-Michejew und A. I. Tschishik: Metallurg 11 (1936) S. 35/54; nach Chem. Zbl. 107 (1936) II, S. 168/69.

⁶³⁾ M. Ployé: Bull. Ass. techn. Fond., Liège, 9 (1935) S. 257/77; nach Korrosion u. Metallsch. 12 (1936) S. 32.

⁶⁴⁾ Nickel-Informationsbüro: Nickel-Handbuch, Abt. 9 Ni-Gußeisen, 2. Aufl. (Frankfurt a. M. 1936); nach Korrosion u. Metallsch. 13 (1937) S. 403.

⁶⁵⁾ A. Matagrín: Industr. chim. 21 (1934) S. 168/70; nach Korrosion u. Metallsch. 12 (1936) S. 98.

⁶⁶⁾ R. W. Müller: Korrosion u. Metallsch. 9 (1933) S. 239/41.

⁶⁷⁾ Th. J. Finnegan, R. C. Corey und D. D. Jakobus: Industr. Engng. Chem. 27 (1935) S. 774/80.

⁶⁸⁾ F. H. Rhodes und J. M. Clark: Industr. Engng. Chem. 28 (1936) S. 1078/79.

⁶⁹⁾ G. D. Bengough und F. Wormwell: Fourth Report of the Corrosion Committee. London 1936 (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 13). S. 213/32.

⁷⁰⁾ K. Daeves und R. Großschupff: Stahl u. Eisen 52 (1932) S. 1047.

⁷¹⁾ K. H. Logan: Proc. Amer. Soc. Test. Mater. 34 (1934) II, S. 138/55.

⁷²⁾ K. H. Logan: J. Res. nat. Bur. Stand. 16 (1936) S. 431/66.

⁷³⁾ C. M. Wichers: Chem. Weekbl. (1936) S. 38/40; nach Chem. Zbl. 107 (1936) I, S. 2823.

daß bei Korrosion im Boden unter Luftabschluß in Gegenwart von Sulfaten anaerobe Bakterien die Fähigkeit haben, die Sulfate zu Schwefelwasserstoff zu reduzieren, der dann den Rohrwerkstoff sehr stark angreift. Bei Zutritt von Sauerstoff bilden sich saure Eisensulfate, die unter Zerfall Schwefelsäure freimachen⁷⁴). Auch in Schuttböden kann Schwefelwasserstoff als Ursache der Korrosion auftreten⁷⁵). Um die schädlichen Einflüsse vorgenannter Art auszuschließen, werden Rohre mit einer dichten Lehm- oder Tonschicht umgeben, um die Diffusionsmöglichkeit von Sauerstoff und angriffsfähigen Lösungen herabzusetzen. Wechsel der Zustand des Bodens in seiner Belüftungsmöglichkeit, so bewirkt eine Kalkzugabe (etwa 6 bis 7 kg Kalziumoxyd auf 1 m³ Boden) eine Neutralisation der gebildeten sauren Stoffe, außerdem bildet sich um das Rohr eine dichte Kalk-Rostschicht⁷³). Eine Verbesserung des Korrosionswiderstandes von Stahl im Erdboden durch einen Kupferzusatz wurde nicht beobachtet, wohl sollen Zusätze von Nickel und Chrom den Korrosionsangriff zurückdrängen⁷²).

Als Außenschutz für Rohre haben sich galvanische Ueberzüge nur vereinzelt bewährt⁷⁶). Hierbei wurden Zinküberzüge günstiger bewertet als Blei- bzw. Aluminiumüberzüge. Vor allem beschleunigt Blei die Korrosion, wenn die Schutzschicht beschädigt ist⁷⁷). Von den nichtmetallischen Ueberzügen dürften solche aus Hartgummi und Zelluloid⁷⁸) bisher nur beschränkt Verwendung finden. Ueberzüge aus Zement bzw. Asphalt-Zement können infolge Porigkeit nicht vor elektrochemischer Korrosion schützen, zumal da sie auch von den Sulfat enthaltenden Böden und sauren Wässern angegriffen werden. Die wichtigsten Schutzstoffe sind jedenfalls bis heute Peche und Bitumina. In Amerika werden meistens Rohrisolierungen aus Steinkohlenteer verwendet. Das Bitumen (Rückstand der Erdöldestillation) läßt sich durch geeignete Aufbereitung (Blasen mit Luft und Wasserdampf) unter Zufügung von Füllstoffen und Weichmachern als Schutz für die Außenisolierung von Rohren in seinen physikalischen Eigenschaften weitgehend verbessern. Durch Umwicklung der bituminierten Rohre mit imprägniertem Wollfilz oder imprägnierter Jute kann die Gefahr von mechanischen Beschädigungen der Isolierung auf ein Mindestmaß herabgesetzt werden. Ein besonders wertvoller Isolierstoff liegt im sogenannten Neo-Bitumen vor, das einen Erweichungspunkt von 80° (nach Krämer-Sarnow) und einen sehr tief liegenden Brechpunkt hat⁷⁹). In den letzten Jahren sind übertriebene Forderungen über den Aufbau der Außenisolierung von Rohren aufgestellt worden⁸⁰). Wenn auch nicht abgestritten wird, daß solche Isolierungen einen sehr hohen elektrischen Widerstand haben, so sind doch derartige Forderungen aus wirtschaftlichen Gründen kaum zu unterstützen, weil die von den Röhrenwerken auf die Rohre aufgetragenen Außenisolierungen einen genügend sicheren Schutz unter allen Bodenverhältnissen darstellen. Den Wert einer guten Isolierung machen amerikanische Versuchsergebnisse verschiedener Gesellschaften recht anschaulich. Nach 20jähriger Betriebszeit waren von ungeschützten erdverlegten Rohren 46,1 %, von geschützten erd-

verlegten Rohren 86,5 bzw. 96,6 % wieder verwertbar⁸¹). Als Außen- sowie Innenschutz von Rohren kann auch eine Ferrosiliziumschicht dienen, welche auf eisernen Rohren mittels Siliziumtetrachloriddämpfe aufgebracht wird⁸²).

Zum Schutz von Muffen werden heute Binden aus Neo-Bitumen oder ähnlich aufgebauten Stoffen, welche einseitig mit Jute bedeckt sind, empfohlen.

Muffendichtungen, die bisher mit Blei verstemt wurden, können auch mit Aluminium abgedichtet werden⁸³). Technische Werke verschiedener Großstädte in Deutschland haben sich nach zufriedenstellenden Vorversuchen zur Verwendung von Aluminium entschlossen. Wie stark im praktischen Betrieb die Korrosion des Aluminiums in Verbindung mit Eisen ist, läßt sich noch nicht sagen; es ist aber möglich, die Muffen außen durch geeignete Isolierungen so zu schützen, daß keine angriffsfähigen Stoffe eine Lokalelementbildung herbeiführen können. Die im Innern der Rohrleitungen auftretenden Korrosionsmöglichkeiten sind ohne Anberaumung größerer Versuche nicht ohne weiteres zu übersehen.

Bekanntlich wird die Rohrrinnenkorrosion durch die Zusammensetzung des Wassers weitgehend bedingt und läßt sich deshalb durch Aufbereitung des Wassers zurückdrängen. Hierbei ist für Trinkwasserhältnisse ein günstiges Verhältnis von Kalk und Kohlensäure anzustreben. Ueberschüssige Kohlensäure wird durch Belüftung und Berieselung über Marmor sowie auch neuerdings mittels Magnomasse (gebrannter Dolomit) gebunden⁸⁴). Nach dem Magnoverfahren werden gleichzeitig Eisen und Mangan (allerdings nicht an organische Stoffe gebundenes) entfernt. Ist keine überschüssige Kohlensäure im Wasser mehr vorhanden, so bildet sich bei Anwesenheit von Sauerstoff eine Schutzschicht. Sauerstoff ist notwendig, weil das gebildete Eisenoxyd mit dem Kalk die Schutzschicht entstehen läßt, im anderen Falle wird der Korrosionsangriff abhängig von dem Wasserstoffexponent des Wassers. Der Rostvorgang in einer Rohrleitung wird weiterhin durch die Strömungsgeschwindigkeit beeinflusst; während bei einer Wassergeschwindigkeit von 0,6 m/s und darüber der Angriff sehr stark zurückgeht, wird die Korrosion bei angreifenden Wässern bei geringer Geschwindigkeit verstärkt⁸⁵86).

In Abwasserleitungen treten oft Anfrassungen auf, weil der Sauerstoffgehalt mit der Länge der Leitung ab-, der Kohlendioxyd- und Schwefelwasserstoffgehalt zunehmen. Es ist deshalb in solchen Leitungen stets für die Anwesenheit einer genügend großen Menge Sauerstoff Sorge zu tragen⁸⁷). Zur Vermeidung von Rohrrinnenkorrosionen in solchen Leitungen und auch bei Kaltwasserleitungen für Trinkwasserzwecke werden neuerdings Rohre verwendet, die innen durch Wälzen eine mindestens 1 mm dicke Schicht Bitumen haben. Die aufgetragene Schicht ist beständig gegen alle in Wasser- und Abwasseranlagen vorkommenden Angriffsstoffe (ausgenommen Benzolkohlenwasserstoffe). Es ist allerdings zu beachten, daß feste Bestandteile wie Sand und ähnlich wirkende Stoffe vorher durch Filtration entfernt werden⁸⁸). Die mit einer Bitumen-Wälzschicht versehenen Hausinstallationsrohre kommen unter dem Namen Habitrohre in den Handel. Die Fittings und Verbindungsstücke sind mit Kunstharz bzw. Bitumen geschützt.

⁷⁴) Centrale Corrosie Commissie, Nr. 10, Hrsg. Stichting voor Materiaalonderzoek, den Haag, 1935.

⁷⁵) G. Wiegand: Gas- u. Wasserfach 79 (1936) S. 198/202.

⁷⁶) A. B. Densham und F. C. Smith: Gas J. 211 (1935) S. 567/77.

⁷⁷) K. H. Logan und Sc. P. Ewing: J. Res. nat. Bur. Stand. 48 (1937) S. 361/88.

⁷⁸) L. E. Bredberg: Oil Gas J. 33 (1935) Nr. 43, S. 13 u. 32; nach Chem. Zbl. 106 (1935) II, S. 585.

⁷⁹) E. Fleischmann: Gas- u. Wasserfach 79 (1936) S. 802/03.

⁸⁰) Centrale Corrosie Commissie, Nr. 13, Hrsg. Stichting voor Materiaalonderzoek, den Haag, 1937.

⁸¹) Petrol. Engineer 7 (1936) S. 51.

⁸²) DRP. 626 032, Dezember 1933.

⁸³) E. Landel: Gas- u. Wasserfach 79 (1936) S. 145/48.

⁸⁴) W. Austen: Gas- u. Wasserfach 79 (1936) S. 55/58.

⁸⁵) R. Brüche: Gas- u. Wasserfach 80 (1937) S. 488/92.

⁸⁶) F. Wehrmann: Gas- u. Wasserfach 80 (1937) S. 24/26.

⁸⁷) L. W. Haase: Gesundh.-Ing. 60 (1937) S. 69/74.

⁸⁸) F. Huth: Korrosion u. Metallsch. 12 (1936) S. 260/61.

Bekanntlich treten Rohrzerstörungen auch auf durch die Einwirkung vagabundierender Ströme, wobei nach neueren Modellversuchen die Stromstärke und Stromdichte und somit die Korrosion in erster Linie abhängig ist von dem Bodenwiderstand, in dem das Rohr liegt⁸⁹). Aber auch der Sauerstoffgehalt der eindringenden wässrigen Elektrolyten spielt dabei eine wesentliche Rolle. Zur Messung der an Rohren auftretenden Streuströme⁹⁰) sind verschiedene neue Verfahren bekannt geworden, bei denen die Entfernung der Schutzschicht vermieden wird. So werden z. B. wechsellaststromgespeiste Kreise um das stromdurchflossene Rohr gelegt⁹¹). Durch die zusätzliche Magnetisierung wird eine Frequenzvervielfachung herbeigeführt. Das Differentialmeßgerät von Schlumberger, dessen Brauchbarkeit noch umstritten ist, mißt Rohrströme ohne Freilegung des Rohres; das Verfahren vermeidet die beim Aufgraben immerhin auftretenden Bodenveränderungen⁹²).

Als Schutzmaßnahmen gegen den Einfluß vagabundierender Ströme werden Rückleitungskabel von ausreichendem Querschnitt, Verteilung der Strombelastung auf mehrere Unterstationen sowie sorgfältige Instandhaltung der Schienenverbindungen vorgeschlagen⁹³)⁹⁴). Vom Rohrverleger sind folgende Maßnahmen möglich:

1. Einschalten von Isoliermuffen oder Rohrabschnitten aus nichtleitendem Werkstoff in die Leitung.
2. Elektrische Drainage.
3. Ueberschieben der gefährdeten Rohrleitung mit einem zweiten Rohr.
4. Auswahl geeigneter Isolierungen.

Zu 1. Das Verfahren ist in Amerika teilweise mit großem Erfolg eingeführt worden und wird augenblicklich in Deutschland an verschiedenen Stellen geprüft. — Zu 2. Bei der elektrischen Drainage werden die Ströme auf in die Nähe der Rohrleitungen verlegte, mit diesen leitend verbundene Metallstücke abgeleitet. Auch dieses Verfahren ist in Amerika schon geprüft worden⁹⁵)⁹⁶). Es soll weiterhin eine Rohrleitung vor dem Einfluß vagabundierender Ströme geschützt sein, wenn durch eine zusätzliche Stromquelle eine Potentialdifferenz zwischen Rohr und Boden von mindestens 0,3 Volt erreicht wird, wobei die Rohrleitung negativer Pol ist⁹⁷). An einer großen amerikanischen Rohrleitung von 138 km Länge und mit 455 mm Innendurchmesser, die mit einem Schutzüberzug versehen war, wurde das Verfahren nachgeprüft. Während früher die verlegten Rohrleitungen sehr stark angegriffen wurden, blieb nach Einbau der Stromanlage die Rohrleitung unversehrt. Die Stromkosten sind nach Angabe verhältnismäßig gering. Es wurden im Jahr je Kilometer Rohrleitung nur etwa 240 kWh verbraucht. Alle 8 km war allerdings eine Gleichrichterstation eingebaut, um dem Spannungsabfall der Leitung zu begegnen. Die Gesamtkosten hängen naturgemäß von dem Widerstand des Schutzüberzuges auf dem Rohr und dem spezifischen Widerstand des Bodens ab. Bei einem nichtgeschützten Rohr wird zwar ebenfalls Korrosionsschutz erzielt, jedoch sind die Stromkosten in diesem Falle sehr hoch. — Zu 3. Durch Ueberschieben mit einem zweiten Rohr und Herstellung einer leitenden Verbindung wird im Auszugsgebiet des Stromes das darübergeschobene Rohr

und nicht das Betriebsrohr angegriffen. — Zu 4. Geeignete Isolierung ist dadurch möglich, daß die Rohrleitung im Einzugs- und Auszugsgebiet des Stromes mindestens 100 m mit einer doppelten Wollfilzbitumen-Isolierung geschützt wird.

Heißwasseranlagen.

In Warmwasserbereitern ist der Sauerstoff maßgebend für die mehr oder weniger schnelle Zerstörung der Anlage. Die Entfernung des Sauerstoffs kann durch Zusatz von Natriumsulfit erfolgen. Der Einbau von Desoxygenanlagen, die die Natriumsulfitzugabe zum Gebrauchswasser regeln, hat sich bisher gut bewährt. Rostex-Filter, deren Füllung aus Manganstahlwolle besteht, sind nicht immer zur Entfernung des Sauerstoffs geeignet, da bei einer ungeeigneten Zusammensetzung des Wassers dieses größere Mengen Eisen führt. Das neuerdings bekannte Tonisatorverfahren kann in vielen Fällen Steinansatz vermeiden bzw. Steinansatz langsam entfernen. Es ist aber noch nicht nachgewiesen, daß es auch die Korrosion zurückdrängt, zumal da durch die Entfernung der Härtebildner der Sauerstoff und die Kohlensäure Zutritt zum Eisen erhalten. Ähnlich den zur Korrosionsverhütung schon früher empfohlenen Zinkplatten (Cumberland-Verfahren) werden neuerdings Aluminiumelektroden verwendet, die in direkt leitender Verbindung mit dem Eisen oder über eine äußere Stromquelle mit der Behälterwand des Warmwasserbereiters verbunden sind. Das in Lösung gehende Aluminium soll den Sauerstoff aus dem Wasser entfernen. Das gebildete Aluminiumhydroxyd soll Fremdstoffe mitreißen und so eine vollkommene Reinigung des Wassers von korrosionsfördernden Mitteln herbeiführen⁹⁸).

Die Korrosion in Dampfkesseln und Ueberhitzern kann weitgehend durch besonders sorgfältige Wasseraufbereitung vermindert werden, vor allen Dingen durch eine entsprechende Entgasung. Der Wasserstoffexponent soll wenigstens bei 9,6 liegen, wobei der Sauerstoffgehalt 0,5 mg/l nicht überschreiten soll. Höhere Sauerstoffgehalte erfordern eine Alkalität von 12,5 p_H. Ein so hoher Hydroxydgehalt ist aber praktisch nicht mehr vertretbar⁹⁹). Zur Einstellung der Alkalität ist Soda wegen der Bildung von Kohlendioxyd bei höheren Temperaturen nicht geeignet⁹⁹). Brauchbar sind Kalkmilch oder Trinatriumphosphat. Sehr starke Korrosionen werden in Kesseln auch durch einen geringen Gehalt des Wassers an Magnesiumchlorid hervorgerufen, da dieses Salz bekanntlich bei höheren Temperaturen unter Abspaltung von Salzsäure hydrolysiert¹⁰⁰).

Die bei Kesselblechen beobachtete Laugensprödigkeit soll vor allem auch durch einen Kieselsäuregehalt im Wasser gefördert werden. Titandioxyd, Germaniumdioxyd und Antimonoxyd sollen ähnliche Wirkungen haben. Durch oxydierende Stoffe wie Natriumchromat, aber auch durch Tannin und Lignin wird die schädliche Wirkung dieser Verbindungen aufgehoben¹⁰¹). Richtiger ist es allerdings, die störenden Stoffe zu entfernen. Die Ursache der Laugensprödigkeit ist zu meist in einer interkristallinen Korrosion zu suchen, die bei alkalischen Wässern auftritt, wenn im Werkstoff Spannungen vorhanden sind. Bei Nitratlösungen ist aber diese Voraussetzung nicht notwendig¹⁰¹). Bei Anwesenheit von Gips oder Natriumsulfat im Wasser kann eine Korrosion der Kessel einsetzen, wenn diese Salze bei höheren Temperaturen in Gegenwart von Wasserstoff zu

⁸⁹) K. G. Lewis und U. R. Evans: Korrosion u. Metallsch. 11 (1935) S. 121/25.

⁹⁰) G. Böniger: Gas- u. Wasserfach 79 (1936) S. 5/13.

⁹¹) A. E. G.: Chem. Fabrik 9 (1936) S. 262/63.

⁹²) ETZ 56 (1935) S. 481/84.

⁹³) F. Besig: Gas- u. Wasserfach 77 (1934) S. 37/42.

⁹⁴) G. Böniger: Gas- u. Wasserfach 80 (1937) S. 540/42.

⁹⁵) S. Ewing: Gas Age-Rec. 75 (1935) S. 179/82 u. 261/64.

⁹⁶) G. Böniger: Gas- u. Wasserfach 80 (1937) S. 758/59.

⁹⁷) S. Thayer: Natural Gas 14 (1936) S. 6/12; nach Chem. Abstr. 28 (1934) Sp. 2309.

⁹⁸) N. Christmann: Wärme 59 (1936) S. 225/30.

⁹⁹) R. Stumper: Korrosion u. Metallsch. 13 (1937) S. 73/81.

¹⁰⁰) R. J. Glinn: Engineering 139 (1935) S. 129/31 u. 157/58.

¹⁰¹) Iron Coal Tr. Rev. 134 (1937) S. 708.

Schwefelwasserstoff reduziert werden¹⁰²). Harte Wässer sind in Lokomotiv- und Dampfkesselrohren zu vermeiden, da hierdurch schon nach kurzer Zeit örtliche Zerstörungen herbeigeführt werden können. Durch Weichmachen des Wassers erhöht sich die Lebensdauer der Rohre um das 15- bis 20fache¹⁰³). Außer durch Wasseraufbereitung und durch geeignete Werkstoffe ist die Herabsetzung der Korrosion an Dampfkesseln usw. durch Schutzelektroden (Zink- oder Aluminiumplatten) erneut versucht worden. In Dänemark wurde ein Verfahren ausgearbeitet, um mit Gleichstrom bei 6 bis 10 V Spannung Korrosionen zu vermeiden, wobei die Kesselwand als negativer, eine eingehängte Kohleelektrode als positiver Pol geschaltet ist¹⁰⁴). Es bildet sich kein Kesselstein, sondern Schlamm. Korrosionen treten nicht auf, nur die Kohleanoden sind des öfteren zu erneuern, vor allen Dingen wenn im Speisewasser Chloride vorhanden sind.

Sonstige Fälle.

Einige Korrosionsfälle besonderer Art sollen kurz erwähnt werden. In wasserhaltigem Tetrachlorkohlenstoff wird Eisen von den gebildeten Zersetzungstoffen angegriffen¹⁰⁵). Zusätze von Anilin, Kalk, Silikagel usw. vermindern den Korrosionsangriff. Wasserhaltige Alkohole greifen Eisen sehr stark an; reines Methanol wirkt aggressiver als reines Aethanol¹⁰⁶). In Kälteanlagen ist die Korrosion vorwiegend chemischer Art¹⁰⁷). Bei Verwendung von Ammoniak als Kühlmittel muß die Bildung von Ammonchlorid vermieden werden. Unter dieser Voraussetzung sind keine Sonderstähle erforderlich. Bei Luftvorwärmern kann eine teilweise Abkühlung der Heizflächen, verbunden mit Feuchtigkeitsniederschlägen, zum Rosten führen¹⁰⁸). Die Vermeidung derartiger Erscheinungen liegt auf der Hand. Der Angriff von Säuren wird durch Sparbeizen herabgesetzt, welche nach neueren Veröffentlichungen eine Adsorptionsschicht hohen elektrischen Widerstandes bilden¹⁰⁹). Eisen korrodiert in Tankdampfern, welche zur Beförderung von Leichtöl dienen, etwa achtmal so stark wie beim Transport von Schweröl, wobei die Korrosion noch mit der Zeit ansteigt¹¹⁰). Die horizontalen Flächen rosten stärker als die vertikalen. Ein wirksamer Schutz ist hier noch nicht gefunden. Die Hauptursache der Korrosion an Teerdestillations-Blasen liegt im Gehalt des Teeres an Ammonchlorid, welches bei erhöhten Temperaturen in Ammoniak und freie Salzsäure gespalten wird. Aber auch der in dem Teer enthaltene Schwefelgehalt, welcher unter Umständen als Schwefelwasserstoff frei wird, beschleunigt den Korrosionsprozeß in den Teerblasen und insbesondere an den Abkühlrichtungen.

Bei Angriff von niedriglegierten Chrom-Nickel-Stählen durch Wasserstoff und Schwefelwasserstoff bei erhöhtem Druck und erhöhter Temperatur dringt der Schwefelwasserstoff nur einige Millimeter tief unter Bildung von Eisensulfid in den Werkstoff ein, ist somit wenig schädlich, während der Wasserstoff den Kohlenstoff des Stahles in Kohlenwasserstoffe überführt und damit den Werkstoff zerstört.

Die auf der Innenseite von Schiffsböden beobachteten lochartigen Anfressungen in Lastkähnen konnten darauf zurückgeführt werden, daß sich über dem Schiffsboden eine wässrige Lösung aus Kiesabbränden gebildet hatte. Das metallische Eisen des Schiffsbodens fällt aus dieser Lösung Kupfer, wobei es gleichzeitig selbst in Lösung geht und dadurch tiefe örtliche Anfressungen verursacht. Die Abhilfe gegen derartige Schäden besteht darin, daß man vor der Beförderung derartiger Güter den Schiffsboden mit einer Schicht Kalk bedeckt, die eine genügende Alkalität der den Schiffsboden stets bedeckenden Wasserschicht bewirkt¹¹¹).

Bei der Korrosion von Gußeisen¹¹²), die von der des Stahles in gewisser Hinsicht verschieden ist, kann sich eine Graphitschicht bilden, deren Poren mit Korrosionserzeugnissen gefüllt sind; dadurch wird der Angriff gehemmt. Bleiben aber die Poren offen, so liegt die Gefahr der Korrosion durch Bildung eines Lokalelementes aus Graphit und Eisen vor. Das Eisen wird weggelöst, ohne daß der Gegenstand seine Form ändert (Graphitierung oder Spongiose). Geringe Mengen von Nickel, Kupfer und/oder Chrom sollen die Graphitierung zurückdrängen; ebenfalls wirken Kornverfeinerung und Verkleinerung der Graphitpartikelchen in dieser Richtung.

Verschiedene Forscher wollen einen Einfluß der Korrosion in Verbindung mit Hochfrequenzströmen gefunden haben¹¹³). Als Grund für die erhöhte Korrosion wird die Einwirkung von Gleichstrom angenommen, der durch eine Gleichrichterwirkung zwischen dem Metall und den Korrosionserzeugnissen zustande kommen soll. Nach einer anderen Ansicht¹¹⁴) soll durch Hochfrequenzstrom eine Erhöhung der Diffusionsgeschwindigkeit des Sauerstoffs im Elektrolyten eintreten, wodurch ein Ansteigen der Potentialdifferenz im Lokalelement, mithin verstärkter Angriff hervorgerufen wird. Bei Wechselstrom tritt eine Korrosion nur bei niedrigen Frequenzen ein, da hier ebenfalls die Sauerstoffdiffusion beschleunigt werden soll¹¹⁵).

Korrosionsschutz durch metallische und nichtmetallische Ueberzüge.

Die Angriffswirkung eines Stoffes kann häufig durch Zusätze und durch Behandlung des Angriffsmittels vermindert werden¹¹⁶). Ein Zusatz von 0,05% Kaliumbichromat setzt die Angriffswirkung von Kühlsole auf Eisen sehr stark herab. Bei höheren Temperaturen und beim Zusammenbau von Werkstoffen verschiedener Potentiale, z. B. Messing und Eisen, sowie bei sehr hohem Chlorgehalt des Wassers wird eine Steigerung des Kaliumbichromatzusatzes auf 1% empfohlen. Der schützende Einfluß des Zusatzes ist darauf zurückzuführen, daß das Chromat in die Rosterzeugnisse einwandert und mit diesen zusammen festhaftende Schichten bildet, wodurch offene Stellen im Oxydfilm geschlossen werden. Reservekessel werden vor Rost geschützt, wenn man sie mit sauerstofffreiem, enthärtetem Wasser füllt oder auch trocknet, wobei besonders aktive Kohle, Kieselsäure-Gel in Frage kommen. Auch das Einlassen von Ammoniakdampf hat sich als günstig erwiesen. Eine andere Schutzmaßnahme

¹⁰²) N. Christmann: Wärme 58 (1935) S. 534.

¹⁰³) E. M. Grimme: J. Amer. Water Works Ass. 28 (1936) S. 912.

¹⁰⁴) Braun-Angott: Gesundh.-Ing. 59 (1936) S. 701/02.

¹⁰⁵) F. Taradoire: 15. Congrès Chim. Industr. 1935. Brüssel. Bd. II. S. 592/96.

¹⁰⁶) S. Doldi: Chim. e Ind., Milano, 18 (1936) S. 226/29.

¹⁰⁷) Food. 5 (1936) S. 117.

¹⁰⁸) W. Gumz: Arch. Wärmewirtsch. 16 (1935) S. 149/50.

¹⁰⁹) W. Machu: Korrosion u. Metallsch. 13 (1937) S. 1/2.

¹¹⁰) P. Musser: Bull. techn. Bur. Veritas 15 (1933) S. 24/25.

¹¹¹) K. Daeves und A. Ristow: Z. Binnenschiff. 70 (1938) S. 12/13; vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 281.

¹¹²) W. H. Wesley, H. R. Copon und F. L. Laque: Metals & Alloys 7 (1936) S. 325/29.

¹¹³) E. Maaß und V. Duffek: Korrosion u. Metallsch. 10 (1934) S. 85/88.

¹¹⁴) S. Glasstone und G. D. Reynolds: Trans. Faraday Soc. 28 (1932) S. 582/96.

¹¹⁵) M. Smialowski: Korrosion u. Metallsch. 10 (1934) S. 166/68.

¹¹⁶) E. Rabald: Chem. Fabrik 9 (1936) S. 310/11 u. 473/79.

besteht in der Benutzung von Gleichstrom, wobei der Kessel negativer Pol wird¹¹⁷⁾.

Metallische Ueberzüge^{118) 119)}.

Beim Sudverfahren werden bekanntlich metallische Ueberzüge dadurch erzeugt, daß man die verschiedenen Potentiale der Metalle zur selbsttätigen Aufbringung edlerer Metalle auf unedlere benutzt, ohne daß es einer äußeren Stromquelle bedarf. Die Verdrängung der Metalle aus wässrigen Lösungen folgt im allgemeinen den Gesetzen der Spannungsreihe. Es sind aber Fälle bekanntgeworden, bei denen gänzlich neue Verhältnisse auftreten, z. B. scheidet Zink in salpetersaurer Lösung kein Nickel und kein Kadmium und in schwefelsaurer Lösung kein Eisen ab¹²⁰⁾. Aus entsprechenden Untersuchungen geht hervor, daß die Wasserstoffüberspannung an dem auf dem Zink abgeschiedenen Metall von ausschlaggebender Bedeutung ist. Die Wasserstoffentwicklung wird dabei durch Nickel-, Eisen-, Kobalt- und Chromionen beschleunigt.

Von den Verzinkungsbetrieben wird auf die Bedeutung der Dauer und der Temperatur der Verzinkung besonders hingewiesen. Die Schichtdicke nimmt proportional mit der Wurzel aus der Zeit und mit steigender Temperatur bis 480° zu. Eine weitere Temperaturerhöhung ist nachteilig, da die zwischen 490 und 500° gebildete Legierungsschicht größere Mengen Mischkristalle enthält, die in manchen Fällen zu einer Verschlechterung der mechanischen Eigenschaften der Schutzschicht führen (Verringern der Haftfestigkeit, Biegefestigkeit usw.)^{121) 122)}. Eine eutektische Zink-Kadmium-Legierung mit 83% Cd und 17% Zn soll sich besser verhalten, da diese schon bei 266° schmilzt und härter ist als Zink. Sie soll gegen Seewasser beständig sein, so daß die Benutzung der genannten Legierung im italienischen Flugzeugbau Eingang gefunden hat¹²³⁾. Der Korrosionswiderstand von verzinkten Gegenständen kann durch Eintauchen in Molybdätlösung erhöht werden. Die gefärbten Bleche sollen den Angriff in der Atmosphäre und bei Wechsellastung verzögern¹²⁴⁾. Teile, die einer stärkeren Biegebeanspruchung beim Gebrauch unterworfen sind, sollen zweckmäßig durch galvanische Zinküberzüge geschützt werden¹²⁵⁾. Die Korrosionsgeschwindigkeit feuerverzinkter und galvanisch verzinkter Ueberzüge ist praktisch gleich. Die Abrostungsgeschwindigkeit des Zinks beträgt in beiden Fällen in Landluft etwa 7 g/m²/Jahr¹²⁶⁾. Selbstverständlich ist die Dauer der Schutzwirkung abhängig von der Dicke der Zinkschicht. Neuerdings wird vorgeschlagen, zur Zinkersparnis eine dünne Zinkschicht aufzubringen, diese etwas anrosten zu lassen und darauf eine Lackschicht aufzubringen, wobei erst nach Zerstörung der Farbe eine langsame Korrosion des Zinks einsetzt. Zum Nachweis von Poren in Zinküberzügen wird die Probe in einer Lösung von 40 g Kalium-

ferrozyanid und 2 g Magnesiumsulfat je Liter anodisch geschaltet¹²⁷⁾.

Neuere Arbeiten beschäftigen sich mit den in der Technik angewandten Verbleivungsverfahren¹²⁸⁾, wie Feuerverbleiung (Tauchverbleiung), Homogenverbleiung (Aufschmelzverbleiung), elektrolytische Verbleiung¹²⁹⁾ und Spritzverbleiung.

Die Entstehung der in Zinnüberzügen auftretenden Poren¹³⁰⁾ wird vielfach zurückgeführt auf Schmutz- und Fettreste sowie auf eingebettete Eisen-Zinn-Kristalle, die bei der Weiterverarbeitung herausgerissen werden und in Lösung gehen. Die Poren des verzinnnten Bleches spielen aber bei Konservendosen eine untergeordnete Rolle. Hier sind es vielmehr die mechanischen Beschädigungen an den Sieken und Bördelrändern, die zu einer sogenannten Bombage der Konservendosen führen können. Die Schwarzfärbung von Konservendosen im Innern durch das Gut läßt sich vermeiden, wenn man nicht überreifes Gut schnell einlegt und den Sauerstoff durch Evakuieren entfernt¹³¹⁾.

Eine zunehmende Verwendung als Ueberzug hat das Kadmium gefunden, das galvanisch, fluiddünn oder mit der Spritzpistole aufgetragen werden kann. Die Frage nach dem Schutzwert des Kadmioms bei atmosphärischer Beanspruchung gegenüber Zink ist wohl geklärt¹³²⁾. Die in der Versuchsanstalt erzielten besseren Ergebnisse mit Kadmiumüberzügen nach dem Salzsprühverfahren sind nicht ohne weiteres mit den Ergebnissen bei praktischer Beanspruchung an der Atmosphäre zu vergleichen. In Industrieluft ist eine Verzinkung dauerhafter; Kadmium hat hier nur 65 bis 70% der Lebensdauer von Zinküberzügen aufzuweisen. Legierte Schutzschichten, z. B. auf 90% Zink und 10% Kadmium, sollen auch durch Industrieluft wenig angegriffen werden¹³³⁾. Kadmiumüberzüge und Kadmiumlegierungen kommen wegen der Giftigkeit des Kadmioms als Verpackungswerkstoff für Lebens- und Genußmittel nicht in Frage. Die Feuerverkadmung scheint weniger Anklang gefunden zu haben als das Niederschlagen des Metalles aus Salzlösungen. Es ist den frisch angesetzten Kadmiumbädern stets eine geringe Menge Lösung aus gebrauchten Bädern zuzusetzen, da sonst die frischen Bäder während der ersten Zeit stark porige Ueberzüge liefern¹³⁴⁾.

Ein weites Feld haben sich Aluminiumüberzüge erobert¹³⁵⁾, die durch Spritzen (Alumetieren), Tauchen, Erhitzen in Aluminiumpulver (Kalorisieren und Alitieren) sowie auch durch Erhitzen in Aluminiumchloriddampf aufgebracht werden. Es ist auch möglich, einen Aluminiumüberzug galvanisch aus Alkali-Aluminiumchlorid-Schmelzen oder aus organischen Bädern zu erzeugen. Eine praktische Bedeutung haben die letztgenannten Verfahren bisher noch nicht erhalten. Graphit oder Schwefel im Grundmetall setzen die Schutzwirkung der Schicht herab. So kann z. B. Gußeisen bei Anwesenheit größerer Graphitnester nicht wirksam alumetiert werden. Bei 220 bis 300 g/m² Alumi-

¹¹⁷⁾ E. G. Myschalow: Russ.-Dtsch. Nachr. Wiss. Techn. 8 (1936) Nr. 3, S. 28/31; nach Korrosion u. Metallsch. 13 (1937) S. 43.

¹¹⁸⁾ A. Kutzelnigg: Korrosion u. Metallsch. 13 (1937) S. 224/41.

¹¹⁹⁾ K. Nischk: Oberflächentechn. 11 (1934) S. 237/40; nach Chem. Zbl. 106 (1935) I, S. 953.

¹²⁰⁾ N. Isgarischew und I. Mirkin: Korrosion u. Metallsch. 10 (1934) S. 109/12.

¹²¹⁾ H. Grubitsch und F. Brückner: Korrosion u. Metallsch. 13 (1937) S. 254/60.

¹²²⁾ H. Bablik: Korrosion u. Metallsch. 13 (1937) S. 248/54.

¹²³⁾ G. Montelucci: Aciers spéc. 9 (1934) S. 509/19.

¹²⁴⁾ W. Beck und F. Völker: Sheet Metal Ind. 10 (1936) S. 291.

¹²⁵⁾ H. R. Simonds: Iron Age 132 (1933) Nr. 20, S. 13 u. 56; 133 (1934) Nr. 12, S. 12/14.

¹²⁶⁾ K. Daeves, W. Püngel und W. Räderker: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 410/13 (Werkstoffaussch. 416).

¹²⁷⁾ G. Garre: Arch. Eisenhüttenw. 9 (1935/36) S. 91/94 (Werkstoffaussch. 313).

¹²⁸⁾ H. M. Forstner: Oberflächentechn. 11 (1934) S. 165 ff.; nach Chem. Zbl. 106 (1935) I, S. 301.

¹²⁹⁾ J. Birman: Neues i. d. Techn. (russ.) 5 (1936) Nr. 40/41, S. 33/34; nach Korrosion u. Metallsch. 13 (1937) S. 282.

¹³⁰⁾ A. W. Hothersoll und J. C. Prytherch: Iron Coal Tr. Rev. 132 (1936) S. 849/51.

¹³¹⁾ Morgenstern, v.: Braunschweig. Konserven-Ztg. (1936) Nr. 22, S. 12/13; nach Chem. Zbl. 107 (1936) II, S. 715.

¹³²⁾ R. Plücker: Korrosion u. Metallsch. 12 (1936) S. 55/56.

¹³³⁾ W. Blum, P. W. C. Strausser und A. Brenner: Metal Ind., Lond., 48 (1936) S. 591/94.

¹³⁴⁾ W. Frölich: Metallbörse 23 (1933) S. 1437/38 u. 1470/71.

¹³⁵⁾ A. v. Zeerleder: Korrosion u. Metallsch. 12 (1936) S. 275/83.

niemaufgabe ist ein genügender Schutz geboten. Aluminiumüberzüge sind geeignet zum Schutz von Hochofeneinrichtungen, Dampfüberhitzern, Roststäben usw. Als Oberflächenvorbereitung hat sich in einigen Fällen ein Phosphatverfahren dem Sandstrahlen überlegen gezeigt. Durch Nachbehandlung mit Wasserglas (2½stündige Glühung auf 850°) läßt sich die Hitzebeständigkeit eines alumierteiten Ueberzuges noch erhöhen. Bei im Schmelzfluß hergestellten Aluminiumüberzügen ist für eine vollkommen saubere Oberfläche des zu schützenden Gegenstandes zu sorgen. Hier wird das Beizen der Oberfläche mit Zinkammoniumchlorid empfohlen. Tauchtemperatur und Tauchzeit sind beim Schmelzflußverfahren für die Eigenschaften des Ueberzuges von großem Einfluß. Es ist darauf zu achten, daß die Al₂Fe-Schicht möglichst gering gehalten wird.

In der Galvanotechnik sind durch Entwicklung günstig zusammengesetzter Bäder sehr große Fortschritte erzielt worden, so daß z. B. heute in vielen Fällen elektrolytisch erzeugte Ueberzüge denen nach dem Tauchverfahren im Schmelzfluß gleichkommen¹³⁶⁾ ¹³⁷⁾ ¹³⁸⁾. Die so erzeugten Ueberzüge sind im allgemeinen dünner und bedeuten eine wertvolle Werkstoffersparnis; ferner bilden sich keine Zwischenschichten von spröden metallischen Verbindungen. Die Gegenstände werden nicht erhitzt, so daß Aenderungen im Gefüge nicht auftreten. Es muß allerdings noch nachgewiesen werden, ob z. B. Konservendosen aus galvanisch verzinnem Blech vor allen Dingen den Beanspruchungen bei der Naßkonservierung gewachsen sind. Eine Lösung wird wahrscheinlich durch elektrolytisch verzinnem Blech mit geeigneter Lackierung gefunden werden können.

Die Verchromung und Hartverchromung¹³⁹⁾ haben nicht als eigentliche Rostschutzmittel zu gelten. Bei der üblichen Verchromung auf Nickel- oder Kupferzwischen-schichten ist der Chromüberzug oft zu dünn. Erst Ueberzüge von 0,03 bis 0,04 mm Dicke sind bei sachgemäßer Arbeit porenfrei. Der Zweck der Hartverchromung ist in erster Linie die Erhöhung der Verschleißfestigkeit. Durch Erhitzen von verchromten Gegenständen auf 820 bis 850° während 100 h entsteht eine verhältnismäßig dicke Diffusionsschicht, die gegen Gaskorrosion bei hoher Temperatur sehr beständig ist¹⁴⁰⁾.

Bei den plattierten Werkstoffen¹⁴¹⁾ ¹⁴²⁾ (durch Warmwalzen hergestellt) liegt das Hauptanwendungsgebiet im chemischen Apparatebau, wo an Stelle von Gefäßen aus Silber, Nickel, Kupfer, rostfreien Stählen solche aus Stahl treten, die entsprechend plattiert sind. Aluminiumplattierte Bleche sind insbesondere gegen schweflige Säure und Schwefelwasserstoff beständig. Die Technik hat im Laufe der Entwicklung die Herstellung großer Bleche möglich gemacht. So konnten bis zum Jahre 1937 kupferplattierte Bleche bis zu 3 m Breite, nickelplattierte Bleche sogar bis zu 4 m Breite hergestellt werden. Die Verfahren werden noch weiter ausgebaut. In Sonderfällen werden für sehr schwere Bedingungen der chemischen Industrie tantalplattierte Bleche empfohlen¹⁴³⁾.

Es ist versucht worden, korrosionsbeständige Ueberzüge auf Stahlguß gleich beim Gießen des Stückes

aufzubringen, wobei die Gußform mit Mischungen von Ferrochrom, Ferronickel und Ferrosilizium und Bindemitteln ausgekleidet war¹⁴⁴⁾. Es sollte so auf dem Stahlguß eine Gußhaut von großer Korrosionsbeständigkeit erzeugt werden. Die genannten Stoffe schieden sich aber beim Gießen nicht gleichmäßig auf der Oberfläche ab und bildeten damit keine einheitliche Schutzschicht.

Zur Haltbarmachung von gespritzten Metallüberzügen werden diese mit hochplastischen Massen behandelt, die die Poren verschließen und die Metallteile besser verkitten. Die so hergestellten Schutzüberzüge sind gegen angreifende Mittel nur bei gewöhnlicher Temperatur beständig¹⁴⁵⁾.

Nichtmetallische Ueberzüge.

Ganz allgemein hat sich gezeigt, daß die Entfernung des Walzzunders, der praktisch nie so dicht ist, daß er eine zusätzliche Schutzwirkung ausübt, notwendig ist, da die Anstriche auf Walzunderoberfläche leicht abplatzen. Die Korrosion wird bei nur teilweise entzundernten Proben beschleunigt. Entzunderung durch Verwitterung ist nicht vorteilhaft, weil der Zunder unter dem Rost noch haften kann und erst bei höheren Temperaturen abplatzt. Für die längere Haltbarkeit von Schutzschichten ist daher die vollkommene Säuberung der Oberfläche von Zunderteilen und Rost unbedingt notwendig. Die Entzunderung geschieht am besten durch ein Beizverfahren oder Sandstrahlen. Auch die Zusammensetzung des Werkstoffes hat einen Einfluß auf die Haltbarkeit des Anstriches, wie es für den gekupferten Stahl schon mehrfach nachgewiesen wurde¹⁴⁶⁾ ¹⁴⁷⁾.

Ueber die Entwicklung und den neueren Stand der Phosphat-Rostschutzverfahren sind eine Reihe von aufschlußreichen Arbeiten erschienen¹⁴⁸⁾ ¹⁴⁹⁾ ¹⁵⁰⁾. Den Phosphatsalzbädern werden neuerdings Zinknitrat und Chromsalz zugesetzt. Es ist auch möglich, die Proben zunächst zu phosphatieren und dann in ein Bad mit Kaliumbichromat zu tauchen¹⁵¹⁾. Zu diesem Chrom-Phosphat-Verfahren gehört auch das sogenannte Chromodin-Verfahren¹⁵²⁾. Eine vorherige Verzinkung des zu schützenden Gegenstandes soll sich dabei ebenfalls günstig auswirken, da das Zink oberflächlich in Phosphat übergeführt wird (Zinkgranodin-Verfahren). Es besteht auch die Möglichkeit, den Phosphat-schutz durch Wechselstromelektrolyse zu erzeugen (Elektrogranodin-Verfahren)¹⁵³⁾. Allgemein wird wohl heute als feststehend anerkannt, daß durch die Phosphatierung eines Gegenstandes keine Rostschutzschicht erhalten wird, die längere Zeit haltbar ist; die Schicht dient nur als Vorbehandlung, um die Haftfestigkeit des aufzulegenden Schutzüberzuges zu erhöhen.

Ein guter Schutz gegen atmosphärische Korrosion wird dadurch erhalten, daß man z. B. Leinöl sofort nach dem Walzen der Bleche auf die noch warme Blechoberfläche (250 bis 300°) aufträgt¹⁵⁴⁾. Eine Reihe von

¹⁴⁴⁾ E. Knipp: Dr.-Ing.-Diss. Braunschweig, Techn. Hochschule 1932.

¹⁴⁵⁾ H. Reiniger: Metallwarenind. 34 (1936) S. 7, 29, 51.

¹⁴⁶⁾ Third and Fourth Report of the Corrosion Committee. London 1935 u. 1936 (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 8 u. 13).

¹⁴⁷⁾ M. Komers: Z. VDI 78 (1934) S. 813.

¹⁴⁸⁾ E. Rackwitz: Korrosion u. Metallsch. 10 (1934) S. 58/68.

¹⁴⁹⁾ O. Macchia: Korrosion u. Metallsch. 12 (1936) S. 197/201, 211/19.

¹⁵⁰⁾ R. Justh: Korrosion u. Metallsch. 12 (1936) S. 202/08; G. Büttner: Korrosion u. Metallsch. 12 (1936) S. 208/11.

¹⁵¹⁾ W. Overath: Mitt. Arbeitsber. Metallges. (1934) Nr. 9, S. 12/16.

¹⁵²⁾ Iron Age 136 (1935) Nr. 18, S. 34.

¹⁵³⁾ Synthetic & Applied Finishes, Lond., 5 (1934) S. 59 u. 66.

¹⁵⁴⁾ L. A. Jordan: J. Soc. chem. Ind. 56 (1937) S. 361/71.

¹³⁶⁾ J. Billiter: Prinzipien der Galvanotechnik. Wien 1934.

¹³⁷⁾ M. Schlöter: Metallwirtsch. 14 (1935) S. 247/50.

¹³⁸⁾ J. Krystoff: Metallwirtsch. 14 (1935) S. 305/07.

¹³⁹⁾ K. Gebauer: Korrosion u. Metallsch. 13 (1937) S. 269/74.

¹⁴⁰⁾ Vgl. M. v. Pohl: Korrosion u. Metallsch. 13 (1937) S. 274/75.

¹⁴¹⁾ J. F. Kesper: Apparatebau 47 (1935) S. 247; nach Korrosion u. Metallsch. 12 (1936) S. 33.

¹⁴²⁾ E. Schöne: Metallwirtsch. 15 (1936) S. 232/36.

¹⁴³⁾ H. W. Paine: Chem. metall. Engng. 43 (1936) S. 473; Metallwirtsch. 16 (1937) S. 726.

Arbeiten enthalten Ergebnisse über die Haltbarkeit von ölhaltigen Anstrichen. Hier wird besonders die Möglichkeit der Quellung besprochen¹⁵⁵). Es hat sich gezeigt, daß eine Prüfung auf Quellbarkeit noch kein ausschlaggebendes Maß für das Versagen eines Anstriches zu sein braucht. Erfahrungsgemäß kann ein „kritischer Oelgehalt“ errechnet werden, der für die Streichbarkeit und das Verhalten der Farbschicht gegen Wasser und Wärme maßgebend zu sein scheint¹⁵⁶). Es ist also von großer Bedeutung, die kritischen Oelgehalte für die einzelnen Pigmente zu bestimmen und zu prüfen, ob in allen Fällen bei diesem Oelgehalt auch die günstigsten Oberflächenschutz-eigenschaften auftreten. In diesem Zusammenhang ist eine Zusammenstellung über Bindemittel in Farbenstrichen wichtig¹⁵⁷). Eine ausgiebige Vermahlung des Farbkörpers in Verbindung mit dem kritischen Oelgehalt führt zur Oelersparnis.

Unter den Farbkörpern (Pigmenten) hat Aluminiumpulver eine gewisse Bedeutung erlangt. Durch Rückstrahlung des kurzwelligen Lichtes erhöht es die Lebensdauer der Oelfarben¹⁵⁸). Diesen Schutz soll man allerdings auch durch Rußansatz auf dem Anstrich erhalten können¹⁵⁹). Außerdem bringt Aluminium eine Gewichtsverminderung, Aufhellung und größere Filmfestigkeit. Die Grundierung mit Mennige hat sich bisher noch am besten bewährt¹⁶⁰)¹⁶¹)¹⁶²). Zur Einsparung kann der Mennige Schwerspat oder Siliziumkarbid zugesetzt werden¹⁵⁷). Die Eisenoxydanstriche lassen sich durch eine Beimischung von Zinkoxyd verbessern. Für wetterfeste Anstriche bei Hoch- und Brückenbauten verlangt die Reichsbahn graphithaltige Deckfarben. Die rostschützende Wirkung der Pigmente beruht zum Teil auf Potentialausbildungen auf dem zu schützenden Eisen. In leitender Verbindung mit Mennige bleibt das Eisen stets edler als ohne Verbindung. Ähnlich wirkt Zinkweiß, während Bleiweiß, Bleioxyd und Bleichromat ohne Einfluß sind. Eisenoxyde und insbesondere Lithopone lassen das Potential rascher absinken¹⁶³). Der als Zusatz zur Rostschutzfarbe empfohlene Schlick (als Pigment) hat nach neueren Arbeiten völlig versagt¹⁶⁴).

Die erste in Deutschland gebaute eiserne Brücke vom Jahre 1795 ist heute noch im Gebrauch¹⁵⁵). Es handelt sich um eine Gußeisenkonstruktion, die durch einen Anstrich von Oel und Ruß geschützt wurde. Der Anstrich ist natürlich häufig erneuert worden, jedenfalls bietet diese Brücke ein Beispiel dafür, daß durch geeignete Anstrichbehandlung der Rostwiderstand von eisernen Bauteilen in starkem Maße erhöht wird.

Für bituminöse Anstriche¹⁶⁵) sind Grundstoffe mit großer Spanne zwischen Brech- und Erweichungspunkt geeignet. Häufigem Wärmewechsel, dauernden Erschütterungen und Stößen hält ein geblasenes Bitumen besser stand. Anstriche aus Teererzeugnissen sind wetter- und hafter, aber nicht so plastisch wie Anstriche aus Bitumina. Man kann wohl

allgemein die Regel aufstellen, daß bei atmosphärischer Beanspruchung Anstriche auf Steinkohlenteergrundlage, bei Beanspruchung ohne Lichteinwirkung Anstriche aus Bitumina sich gut verhalten.

Die außerordentliche Entwicklung der Kunststoffe hat eine Fülle neuer Anstrichmittel¹⁶⁶)¹⁶⁷)¹⁶⁸) auf den Markt gebracht, die sich unmöglich in einer kürzeren Uebersicht behandeln lassen. Phenolharzlacke werden empfohlen für Heißwasserspeicher, Lagerbehälter für Bier und Fruchtsäfte, Konservendosen, als säurefeste Behälterauskleidungen für die Essigindustrie usw.¹⁶⁹). Für Bierkannen haben sich in den Vereinigten Staaten auch Vinylharzlacke bewährt, da sie eine gute Haftfestigkeit zeigen, widerstandsfähig und geruch- und geschmacklos sind¹⁷⁰). Die Kunstharzlacke können durch einen Gehalt an Füllern und Weichmachungsmitteln bei günstiger Einbrenntemperatur sehr gute elastische Filme ergeben. Nitro-Glyptal-Kombinationsemail für Kraftwagen, Schellacklösungen in Sprit oder Asphalt-Albertol-Oellacke für Heißwasserbehälter, Esagolexlacke für kleine eiserne Treibstoffspritbehälter (große Behälter erfordern keinen Schutz), Benzylzellulose, die beständig ist gegen Wasser, industrielle Rauchgase und viele Chemikalien, Bernstein flüssig aufgespritzt, Nitrozelluloselacke, pigmentierte Vinylharzlacke oder auch Holzöl-Kumaronharzlacke sind einige weitere neuere Anstrichstoffe. Die verschiedenen Kunststoffe werden zu einem gewissen Teil Oelanstriche ersetzen und devisenbelastende Oele ersparen können.

Transtandöle und geblasenes Rüböl werden als Austauschstoffe für Leinöl genannt. Transtandöle mit Bleifarben geben wasserfeste Anstriche. Auch durch entsprechende Behandlung von Leinöl (Standöl oder Doppelöl) lassen sich Eigenschaftsveränderungen erzielen, die den Oelverbrauch herabsetzen¹⁷¹)¹⁵⁷).

Die für die Innenseite von Weißblech-Konservendosen öfter verwendeten Lackierungsmittel, die durch Leinöl geschmeidiger und durch Holzöl wasserfester gemacht werden, haben nach Untersuchungen des Forschungsinstituts der Vereinigten Stahlwerke, A.-G.¹⁷²), noch einen großen Nachteil. Bei Beschädigungen oder Porenbildung im Schutzüberzug neigen solche Konservendosen häufiger zur Bombage, als es sonst bei verzinnnten Dosen ohne Lackierung vorkommt.

In die Gruppe der modernen Schutzanstriche fallen auch die Kautschuk- und Chlorkautschukanstriche¹⁷³)¹⁷⁴), die durch Aufstreichen oder elektrolytisch bei 50 bis 100 V und 2 bis 4 A/dm² aufgebracht werden¹⁷⁵). Der Chlorkautschuk ist zum Schutz von Säurewagen, Beizwannen, Rohrleitungen, Pumpen und Filterpressen in der chemischen Industrie sehr geeignet. Seine Beständigkeit gegen höhere Temperatur ist aber beschränkt. Deshalb soll Chlorkautschuk bei feuchter Wärme über 60 bis 65° und bei trockener über 100 bis 105° gar nicht benutzt werden.

¹⁵⁵) F. J. Peters: Farben-Ztg. 38 (1933) S. 1609/10, 1633/34 u. 1658/59; nach Chem. Zbl. 105 (1934) I, S. 770.

¹⁵⁶) H. Wolff: Korrosion u. Metallsch. 12 (1936) S. 253/57.

¹⁵⁷) B. Scheifele: Korrosion u. Metallsch. 12 (1936) S. 245/49.

¹⁵⁸) Aluminium, Berl., 17 (1935) S. 152.

¹⁵⁹) H. B. Meller und L. B. Sisson: Industr. Engng. Chem. 27 (1935) S. 1309.

¹⁶⁰) Third and Fourth Report of the Corrosion Committee. London 1935 u. 1936 (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 8 u. 13).

¹⁶¹) F. Lehmann: Farben-Ztg. 40 (1935) S. 55/56; nach Korrosion u. Metallsch. 11 (1935) S. 115.

¹⁶²) H. Helberling: Oberflächentechn. 12 (1935) S. 171/72.

¹⁶³) A. Schweitzer: Z. Elektrochem. 42 (1936) S. 624/28.

¹⁶⁴) Farben-Ztg. 40 (1935) S. 840/41; nach Korrosion u. Metallsch. 13 (1937) S. 216.

¹⁶⁵) H. Walther: Oel u. Kohle 12 (1936) S. 191/94.

¹⁶⁶) W. Karo: Kunstharz. Berlin 1932.

¹⁶⁷) Die deutschen Kunstharze. Berlin 1937.

¹⁶⁸) I. Allen, V. E. Meharg und J. H. Schmidt: Industr. Engng. Chem. 26 (1934) S. 663/69.

¹⁶⁹) F. Ohl: Farbe u. Lack (1936) S. 363/64.

¹⁷⁰) Kunststoffe 26 (1936) S. 237.

¹⁷¹) G. Kaempfe: Fette u. Seifen 43 (1936) S. 142; nach Korrosion u. Metallsch. 13 (1937) S. 52.

¹⁷²) Nicht veröffentlicht.

¹⁷³) M. I. Farberow: Korrosion u. Metallsch. 13 (1937) S. 100/01.

¹⁷⁴) G. Schultze: Korrosion u. Metallsch. 12 (1936) S. 249/53.

¹⁷⁵) D. Sandomirskij: Ber. Sowjetruss. Akad. d. Wissenschaft., I. Konf. Metallkorrosion, Moskau-Leningrad, 1935, S. 739/42; nach Korrosion u. Metallsch. 12 (1936) S. 258.

Eine vom Ingenieur zu lösende Aufgabe ist die Korrosionsverminderung durch richtige Gestaltung der Einrichtungen und Bauten. Spalten und Fugen, wie sie an Nietköpfen, Rollnähten, zu dicht gewickelten Rohrschlangen, an Gummidichtungen usw. auftreten, müssen vermieden werden. Es ist anzustreben, möglichst glatte Flächen ohne Ecken und Winkel, in denen sich Angriffsstoffe ansammeln können, zusammenzubringen. Temperaturstauungen und zusätzliche Spannungen sind auszuschließen. Die baulichen Verbesserungen stehen auch in Verbindung mit der zweckmäßigen Anbringung von Schutzüberzügen jeder Art¹⁷⁶⁾.

Prüfung der Korrosionsbeständigkeit.

Die Ergebnisse mit Korrosionsversuchen im Laboratorium, z. B. Sprühversuche bei Anwendung von n/100-Schwefelsäure oder 2prozentiger Mischsalzlösung (Ammonsulfat + Kochsalz), stimmen nicht zufriedenstellend mit Naturrostversuchen überein¹⁷⁷⁾. Auch Säurelöslichkeitsversuche sind durchaus unbrauchbar zur Bewertung der Rostbeständigkeit von gewöhnlichen Stählen im Betrieb¹⁷⁸⁾. Die Arbeiten über Korrosion zeigen darum immer mehr, welche außerordentlich mannigfaltigen Einflüsse den Rostverlauf bestimmen und daß Versuchsergebnisse ohne eingehende Festlegung der zahlreichen Bedingungen nur ganz beschränkten Wert haben. Deshalb ist es oft nicht möglich, Korrosionsversuche, die an verschiedenen Stellen durchgeführt worden sind, miteinander zu vergleichen. Außerdem steht wohl heute fest, daß Laboratoriumsversuche keinesfalls zuverlässige Aussagen über die wahrscheinliche Haltbarkeit eines Werkstoffes unter betrieblichen Bedingungen geben können. In einer neueren Arbeit wird versucht, durch Messung der Dämpfung und Eigenfrequenz sich in etwa ein Bild über Voraussagen bezüglich interkristalliner Korrosion bei Werkstoffen zu machen¹⁷⁹⁾. Es muß noch bewiesen werden, inwieweit diese Prüfungsart gewisse Schlüsse zuläßt.

Ueber den Stand der Normung auf dem Korrosionsgebiet wird in mehreren Arbeiten berichtet¹⁸⁰⁾. Es liegen bisher 2 Normblätter, DIN 4850 und DIN 4851, vor. Im ersten werden die Maßeinheiten (konstruktive und analytische) der Korrosion festgelegt, im letzten der Kochversuch zur Bestimmung der Haltbarkeit von legierten Werkstoffen in besonders angreifenden Lösungen.

Zusammenfassung.

Der Bericht gibt einen Ueberblick über die in den letzten Jahren erschienenen Arbeiten über die Korrosion und den Korrosionsschutz von Eisen und Stahl.

Zur Erklärung der Korrosionsvorgänge verschieben sich die entwickelten Auffassungen immer mehr zugunsten der Lokalelement-Theorie, obwohl diese nicht die Möglichkeit einer Voraussage über den endgültigen Verlauf der Korrosion gestattet. Eine große Rolle spielt der Sauerstoff und die Deckschichtenbildung. Besondere Umstände herrschen bei der Spaltkorrosion. Beachtet wird die Anwesenheit eines Reststromes.

¹⁷⁶⁾ Korrosion. Band VI. Bericht über die Korrosionstagung Köln 1936. Berlin 1937.

¹⁷⁷⁾ J. C. Hudson und T. A. Banfield: Fourth Report of the Corrosion Committee. London 1936 (Spec. Rep. Iron Steel Inst. Nr. 13).

¹⁷⁸⁾ K. Daeves und F. Eisenstecken: Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 417/18.

¹⁷⁹⁾ A. Schneider und F. Förster: Z. Metallkde. 29 (1937) S. 287/92.

¹⁸⁰⁾ F. Tödt: Chem. Fabrik 10 (1937) S. 479/82.

Bei der Oberflächenbeschaffenheit des Werkstoffes wird auf den Einfluß der Verteilung und Menge der Einschlüsse sowie der Walzhaut eingegangen. [Die Wirkung der Begleitelemente des Stahles in üblichen Gehalten auf die Korrosion ist noch umstritten. Bei schwefelreichen Stählen verläuft die Korrosion beschleunigt, bei kupferhaltigen verzögert. Einfluß hat ferner ein Phosphor-, Aluminium- und Berylliumgehalt. Das gute Korrosionsverhalten alter Eisenteile erklärt sich aus der chemischen Zusammensetzung und milderer Angriffsbedingungen. Die Untersuchung des Einflusses der Kaltverformung auf die Korrosion hat je nach den Versuchsbedingungen zu widersprechenden Ergebnissen geführt. Der Einfluß der Schweißung wird erörtert. Maßnahmen zur Vermeidung einer Karbidausscheidung bei der Autogenschweißung und damit einer Korngrenzenkorrosion werden angeführt. Die interkristalline Korrosion bei hochlegierten chromhaltigen Werkstoffen beruht auf einer Chromverarmung durch Karbidausscheidung mit Ausbildung von Stellen verschiedenen Potentials. Mittel zu ihrer Vermeidung werden aufgezählt. Die Austauschmöglichkeit von Chrom-Nickel-Stählen bezüglich der Korrosionsbeständigkeit durch Chrom-Mangan- und Chrom-Molybdän-Stähle wird besprochen.]

Von den betrieblichen Umständen ist der Einfluß der Zusammensetzung des Korrosionsmittels auf die Korrosion am wichtigsten. Steigender Druck verstärkt die Korrosion. Für die Bodenkorrosion spielt die Bodenbeschaffenheit die größte Rolle. Außenschutzmittel für Rohre werden aufgezählt. Die Rohrkorrosion läßt sich durch Aufbereitung des Wassers nach verschiedenen Verfahren zurückdrängen. Günstig ist eine Bitumen-Wälzschicht auf der Innenseite. Die verschiedenen möglichen Schutzmaßnahmen gegen den Einfluß vagabundierender Ströme werden behandelt. Verfahren zur Entfernung von Sauerstoff in Warmwasserbereitern werden genannt. Der Korrosion von Dampfkesseln und Ueberhitzern läßt sich durch Wasseraufbereitung, besonders Entgasung und geeignete Einstellung der Alkalität entgegenarbeiten. Die Ursache der Laugenprödigkeit ist zumeist in einer interkristallinen Korrosion zu suchen. Auf besondere Fälle der Korrosion bei Kälteanlagen, Tankdampfern, Teerdestillationsblasen, Schiffsböden wird eingegangen. In Verbindung mit Hochfrequenzströmen ist eine erhöhte Korrosion beobachtet worden. Bei der Korrosion des Gußeisens hat eine sich bildende Graphitschicht Bedeutung.

Ueber die verschiedensten metallischen und nicht-metallischen Ueberzüge zum Korrosionsschutz wird berichtet. Einige Stichworte sollen einen Ueberblick geben: Bedeutung der Temperatur und Dauer der Verzinkung, Verwendung einer eutektischen Zink-Kadmium-Legierung, Schutzwert des Kadmiums bei atmosphärischer Korrosion gegenüber Zink, Verbleiung und Verzinnung, Aluminiumüberzüge, Verchromung und Hartverchromung, Plattierung, nichtmetallische Ueberzüge nach dem Phosphat-Rostschutz-Verfahren, ölige Anstriche und Pigmente, Harzlacke, Kautschuk und Chlorkautschuk. Auf die Korrosionsverminderung durch richtige Gestaltung der Einrichtungen und Bauten wird hingewiesen.

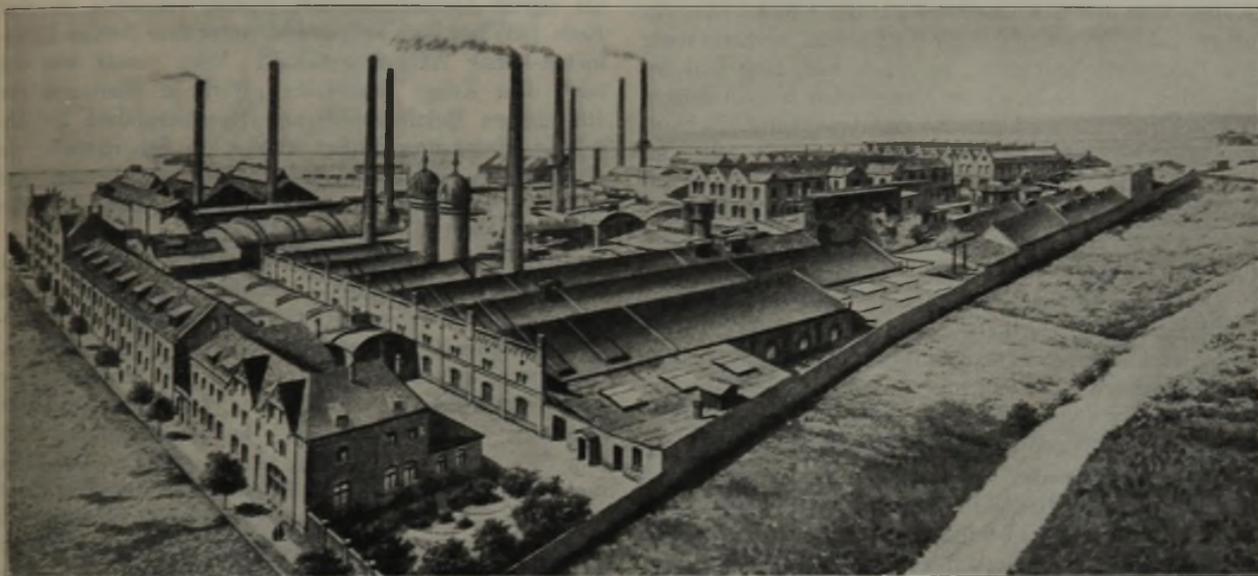
Die Prüfung der Korrosionsbeständigkeit im Laboratorium führte bisher zu keiner zufriedenstellenden Uebereinstimmung mit Naturrostversuchen und ergab keinen zuverlässigen Anhalt über die wahrscheinliche Haltbarkeit des Werkstoffes unter betrieblichen Bedingungen. Ueber den Stand der Normung auf dem Korrosionsgebiet wird kurz berichtet.

Heinrich Ehrhardt und die Rheinische Metallwaren- und Maschinenfabrik.

Zum fünfzigjährigen Bestehen des Werkes¹⁾.

Nur das muß ich als ein besonderes Glück bezeichnen und anerkennen, daß ich mein ganzes langes Leben hindurch bis in mein hohes Alter eine unerschütterliche Gesundheit und eine unverwüstliche Arbeitskraft besessen habe. In diesem Sinne darf ich wohl das alte Moltkewort auf mich anwenden, daß auf die Dauer doch nur der Tüchtige Glück haben kann, derjenige, der es sich jeden Tag aufs neue erkämpft und erobert.“ Diese Worte sind der Einleitung zu den Lebenserinnerungen²⁾ von Heinrich Ehrhardt entnommen, sie zeigen die Grundlagen, die drei Begriffe — gesunder Körper, Fleiß und Tüchtigkeit —, auf denen das Dasein dieses Mannes aufgebaut war, der sich vom Waisenknaben zum erfolgreichen Erfinder und darüber

paßte, versuchte der damalige Generaldirektor, Josef Massenez, seinen Freund Heinrich Ehrhardt zu bewegen, die Erledigung dieses Auftrages in einer noch zu errichtenden Fabrik zu übernehmen. Ehrhardt, der sich nach seinen Wanderjahren im Jahre 1873 als beratender Ingenieur in Düsseldorf niedergelassen hatte, war sich der vielseitigen Schwierigkeiten bei der Uebernahme dieses Auftrages wohl bewußt und war sich weiter darüber klar, daß später wohl keine weiteren Geschößbestellungen folgen würden. Wenn er sich trotzdem bereit erklärte, den Auftrag zu übernehmen, so war für ihn der Reiz ausschlaggebend, im Rheinland eine größere Werksanlage nach eigenen Plänen aufbauen zu können, nachdem er zehn Jahre vorher schon in Zella,



Derendorfer Hauptwerk der Rheinischen Metallwaren- und Maschinenfabrik, Düsseldorf, um das Jahr 1900.

hinaus zum geistvollen Ingenieur entwickelte, dem es wie nur wenigen vergönnt war, die Früchte seiner Arbeit in Werken, die er selbst geschaffen hatte, ausreifen und sich wirtschaftlich auswirken zu sehen, und der dadurch vielen Tausenden Arbeit und würdige Lebensbedingungen gab. Wie so oft im Leben großer Männer brachte ein Zufall auch im Leben von Heinrich Ehrhardt die Entscheidung, die ihn zur Gründung der Rheinischen Metallwaren- und Maschinenfabrik in Düsseldorf veranlaßte.

Gegen Ende der 1880er Jahre war in der deutschen Armee an Stelle des Schwarzpulvers ein rauchschwaches mit erhöhter Treibkraft eingeführt worden, das den Handfeuerwaffen veränderte ballistische Eigenschaften gab. Das kleinkalibrige Gewehr erschien auf dem Plan, und an Stelle der alten Hartbleigeschosse verwendete man das Mantelgeschöß, das nur noch einen Bleikern in einer hartgezogenen Hülle aus Messing oder Stahl hatte. Da die Umbewaffnung der deutschen Armee in kürzester Zeit durchgeführt werden sollte, waren die Staatsbetriebe nicht in der Lage, die großen Geschößmengen zu liefern, und deshalb vergab die Heeresverwaltung Lieferungen von Geschossen an die Privatindustrie, u. a. auch an den Hoerder Bergwerks- und Hüttenverein, der 60 Mill. Stück liefern sollte. Da die Geschößherstellung nicht in den Erzeugungsplan von Hoerde

seinem Heimatsort, eine Werkzeugmaschinenfabrik errichtet hatte.

So wurde am 13. April 1889 die „Rheinische Metallwaren- und Maschinenfabrik“ gegründet und am 7. Mai des gleichen Jahres in das Handelsregister eingetragen. Heinrich Ehrhardt trat in den Aufsichtsrat der Gesellschaft, übernahm zunächst das Amt des zweiten und bald darauf das des ersten Vorsitzenden. Allerdings begnügte er sich keineswegs mit der Tätigkeit im Aufsichtsrat. Er nahm vielmehr die Leitung des Werkes selbst in die Hand, und seiner Tatkraft und Geschicklichkeit, seiner verständnisvollen Menschenführung gelang dann auch die große Aufgabe. Innerhalb der vereinbarten Zeit konnte der Auftrag erledigt werden. Die Heeresverwaltung bestellte daraufhin weitere 60 Millionen Geschosse, die ebenfalls rechtzeitig zur Ablieferung kamen. Damit war der Bedarf der Armee vorläufig gedeckt.

Ehrhardt hatte aber schon rechtzeitig sein Augenmerk auf andere Erzeugnisse gerichtet; er baute deshalb eine Gießerei und vor allem ein Röhrenwerk. Fast gleichzeitig mit den Brüdern Mannesmann, also schon um die Mitte der 1880er Jahre, hatte auch Ehrhardt mit der Entwicklung eines Verfahrens zur Erzeugung nahtloser Hohlkörper begonnen. Das Ehrhardtsche „Preß- und Ziehverfahren“ und seine vielseitige Verwendungsmöglichkeit gab jetzt dem jungen Unternehmen eine kraftvolle Aufwärtsentwicklung. Die Ausweitung des Arbeitsplanes und die steigenden Ansprüche an den Werkstoff machten die Errichtung eines

¹⁾ Aus Anlaß des Jubiläums ist eine Festschrift unter dem Titel „50 Jahre Rheinmetall Düsseldorf 1889 bis 1939“ erschienen, auf die an dieser Stelle verwiesen werden soll.

²⁾ Hammerschläge. Leipzig 1922. S. 6.

eigenen Stahlwerks notwendig. Ehrhardt gründete daher mit seinem Schwiegersohn Heye in Düsseldorf-Rath ein Tiegelstahlwerk, das bald durch zwei kleine Siemens-Martin-Oefen sowie ein Preßwerk erweitert wurde. 1896 übernahm die Rheinische Metallwaaren- und Maschinenfabrik die Anlage, die für die Entwicklung des Unternehmens von weittragender Bedeutung geworden ist. Die „Abteilung Rath“ wurde den jeweiligen Bedürfnissen entsprechend ausgebaut und hat sich schon in der Vorkriegszeit mit der Herstellung hochwertiger Bau-, Werkzeug- und Sonderstähle befaßt.

Der Aufstieg der Rheinischen Metallwaaren- und Maschinenfabrik zur deutschen Waffenschmiede wurde eingeleitet einmal durch die Uebernahme der „Munitions- und Waffenfabrik Sömmerda, vorm. von Dreyse“ sowie den Kauf des Schießplatzes in Unterlüß, zum andern aber durch die Ausbildung des Rohrücklaufes und den Anteil von Heinrich Ehrhardt an dieser Verbesserung der artilleristischen Waffe. War dem Erfinder Ehrhardt das Glück bisher des öfteren hold gewesen, so war der Weg, der bis zur Einführung des Rohrücklaufgeschützes zu gehen war, lang und beschwerlich. Als die deutsche Armee nach langem Zögern den Rohrücklauf versuchsweise einfuhrte, hatte Ehrhardt im Auslande bereits Erfolge aufzuweisen. Die Jahre bis zum Weltkrieg brachten noch vielerlei Neuerungen auf artilleristischem Gebiete, unter denen nur der Minenwerfer erwähnt werden soll, der von der Rheinischen Metallwaaren- und Maschinenfabrik seinen Ausgang nahm.

Der Weltkrieg stellte die größten Anforderungen an das Werk Ehrhardts. Die Belegschaft stieg von 8000 Köpfen in der Vorkriegszeit auf 48 000 im letzten Kriegsjahr. Von den Erzeugnissen erreichten die Geschützlieferungen im weitesten Sinne vierstellige, die Geschöß- und Kartuschlieferungen zusammen achtstellige Zahlen.

Der Schmachfrieden von Versailles vernichtete bis auf einen geringen Teil die gesamte Erzeugungsgrundlage. Zwar wurde die Rheinische Metallwaaren- und Maschinenfabrik auf Grund des Friedensdikates im Jahre 1921 als einzige Fabrik für die Herstellung von Geschützen bis zu 17 cm zugelassen, aber der Bedarf der nur 100 000 Mann starken Reichswehr war äußerst gering, so daß man in der Folgezeit nicht mit nennenswerten Rüstungsaufträgen rechnen konnte. Die Umstellung auf Friedenserzeugnisse mußte daher schleunigst durchgeführt werden. Die Herstellung von Lokomotiven, von landwirtschaftlichen Geräten, von Einrichtungen für Bergwerke und Hütten wurde in Angriff genommen. Technisch hatten sich diese Betriebe einen guten Ruf geschaffen, aber wirtschaftlich waren sie auf die Dauer nicht zu halten.

Im Jahre 1921 legte der Gründer der Werke, Heinrich Ehrhardt, sein Amt im Aufsichtsrat nieder und schied damit von Düsseldorf, um seinen Lebensabend in seiner Heimatstadt Zella zu verbringen. Am 20. November 1928 schloß er nach eben vollendetem 88. Lebensjahre die Augen für immer.

Nach erfolgter geldlicher Sicherstellung des Unternehmens stand das Jahr 1925/26 im Zeichen der Rationali-

sierung. Das Stahlwerk in Düsseldorf-Rath wurde neben dem Röhren-, Preß- und Walzwerk erneuert und ausgebaut. Ganz allmählich begannen auch die artilleristischen Entwicklungsarbeiten, wenn auch nur in ganz engem Rahmen. Die Zeit von 1926 bis 1929 war durch eine Hochkonjunktur gekennzeichnet, aber diese war nur vorübergehend. Unerwartet für die Öffentlichkeit stieß die Rheinische Metallwaaren- und Maschinenfabrik das Röhrenwerk ab, der Verkaufserlös wurde zur Abdeckung des größten Teils der hohen Bankschulden verwendet. Die Krise verschärfte sich von Jahr zu Jahr, bis dann im Jahre 1933 nach der Machtübernahme durch Adolf Hitler auch für Rheinmetall ein neuer Abschnitt anbrach. War doch das Werk berufen, bei der Wehrhaftmachung unseres Volkes zu einem hervorragenden Teil mitzuwirken. Im gleichen Jahre erwarb die Rheinische Metallwaaren- und Maschinenfabrik die Firma A. Borsig, G. m. b. H., Berlin-Tegel, führte sie zunächst als eigene Aktiengesellschaft weiter, vereinigte sie aber Ende 1935 mit dem Stammwerk unter dem Namen Rheinmetall-Borsig Aktiengesellschaft. Kurz vorher war das nach dem Kriege selbständige Werk in Sömmerda der Rheinischen Metallwaaren- und Maschinenfabrik als Abteilung wieder angegliedert worden, so daß nunmehr ein Unternehmen entstand, dessen Gründerwerke auf drei hervorragende Ingenieure zurückgehen: Nikolaus von Dreyse, August Borsig und Heinrich Ehrhardt.

Aber nicht nur auf dem Gebiete der Waffentechnik hat Rheinmetall seine traditionelle Stellung nach dem Umbruch neu errungen und gefestigt, das Werk war auch darauf bedacht, seine Friedenserzeugung immer weiter auszubauen, und hat besonders auf dem Gebiete der Stahlerzeugung und -verarbeitung in der Abteilung Düsseldorf-Rath gute Erfolge zu verzeichnen gehabt. Die lange Reihe der Edel- und Sonderstähle spricht eine beredete Sprache, das Preß- und Hammerwerk erzeugt Schmiedestücke bis zu 30 t Schmiegegewicht, in den Eisengießereien wird Maschinenguß jeder Art hergestellt, der reichhaltige Erzeugungsplan der Maschinenfabrik in Derendorf, alle Betriebe zeigen den hohen Stand und die Bedeutung des Werkes für die Friedenserzeugung, vor allem für den Vierjahresplan.

Aus der kleinen, für ein Sondererzeugnis aufgebauten Zelle ist im Laufe der fünf Jahrzehnte ein Werk von größter Bedeutung entstanden. Diese Leistung war nur möglich, wenn hinter dem Werk Menschen standen, die mit nie ermüdendem Schaffensgeist vorwärts drängten, Menschen, die sich mit dem Werk innerlich verwachsen fühlten, und denen die Arbeit Herzensangelegenheit war. Wiederum war hier Heinrich Ehrhardt das Vorbild. Er schuf nicht nur die technischen und wirtschaftlichen Grundlagen, sondern er gab dem Werk auch jene soziale Ueberlieferung, die sich in guten und bösen Zeiten bewährt hat. So steht die Abteilung „Rheinmetall“ der Rheinmetall-Borsig-A.-G. am Anfang ihres sechsten Jahrzehnts äußerlich und innerlich gefestigt den Aufgaben gegenüber, die ihr die Wehrhaftmachung Deutschlands auferlegt, ohne dabei aber zu vergessen, daß Schwert und Pflug aus dem gleichen Werkstoff gefertigt werden.

Umschau.

Die Entwicklung der badischen Bergwirtschaft unter dem Vierjahresplan.

Unter den deutschen Gauen, die bergwirtschaftlich in jüngster Zeit erhöhte Bedeutung erlangt haben, nimmt Baden eine bevorzugte Stellung ein. Der in früheren Zeiten in Baden betriebene Bergbau hatte immer mehr an Bedeutung verloren, bekam jedoch, soweit es sich um Eisenerze handelt, etwa von 1924 an neuen Auftrieb. Aber erst in den allerletzten Jahren wurden die begonnenen Arbeiten mit verstärkter Kraft fortgesetzt und neue Aufschluß-

arbeiten in Angriff genommen. Hierüber gibt P. Landschütz¹⁾ einen umfassenden Bericht.

Bei der Lösung der Aufgabe, eine eigene inländische Eisenerzgrundlage zu schaffen, steht heute schon der badische Erzbergbau an der Spitze der süddeutschen Länder. Die Förderung der Doggererze in Zollhaus-Blumberg, Gutmadingen und im Rheintal (St. Georgen und Ringsheim) überragt diejenige in

¹⁾ Mh. d. Technik, Gau Baden, (1939) Heft 3, Sonderheft: Die Bodenschätze des Gaus Baden, S. 51/55.

Bayern und Württemberg und steht nach der Eisenerzförderung von Salzgitter und im Siegerland an dritter Stelle in Deutschland. Man hofft sogar, bis zum Jahre 1940 an die zweite Stelle zu gelangen. Besonders bemerkenswert ist, wie der Verfasser hierzu ausführt, in diesem Zusammenhang die Tatsache, daß die Erschließung der badischen Eisenerzlagertstätten praktisch in der kurzen Zeit von 1924 bis heute auf Grund freier Unternehmerinitiative der Gutehoffnungshütte, der Doggererz-Bergbau-G. m. b. H. und der Rohstoffbetriebe der Vereinigten Stahlwerke erfolgt ist. Die Gutehoffnungshütte¹⁾ ging dabei seit 1924 im Versuchsbetrieb Gutmadingen als Pionier voran und hat auch die ersten wertvollen Beiträge zur Aufbereitungsfrage und Verhüttungsfrage der Doggererze geliefert. Die Doggererz-Bergbau-G. m. b. H.²⁾ und die Vereinigten Stahlwerke³⁾ folgten 1934 bzw. 1937 mit Aufschlußarbeiten in der Baar und im Rheintal (Bild 1).

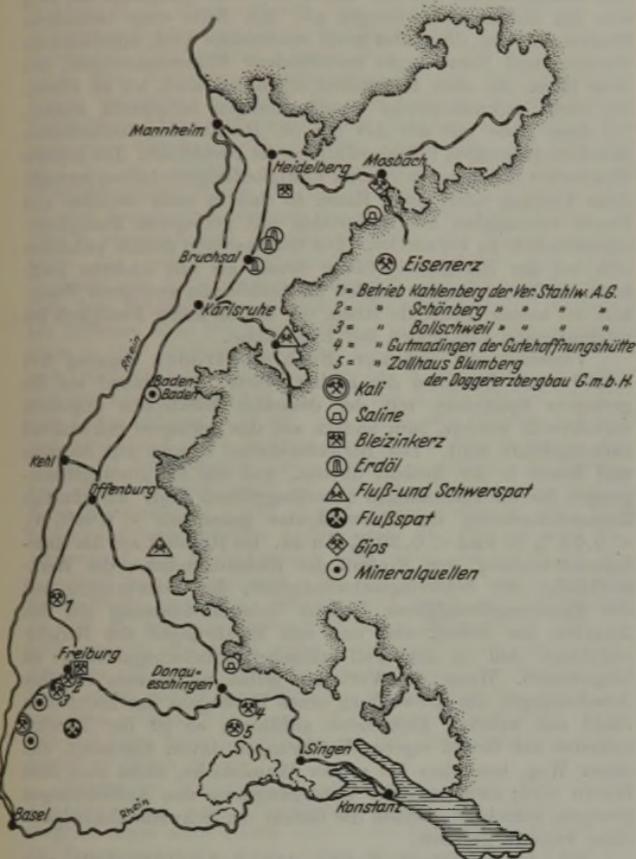


Bild 1. Lage der Vorkommen in Baden.

Die am Tempo der zeitlichen Entwicklung gemessen organisatorisch größte Leistung wurde von der im Rheintal am Schönberg, Kahlenberg und bei Bollschweil arbeitenden „Rohstoffbetriebe der Vereinigten Stahlwerke, G. m. b. H.“ erzielt, die in knapp zwei Jahren, vom ersten Spatenstich an gerechnet, zu einer sicheren arbeitstäglichen Förderung von mehreren tausend Tonnen gelangten und so zu etwa gleicher Höhe wie die bereits seit 1934 bei Zollhaus-Blumberg arbeitende Doggererz-Bergbau-G. m. b. H. aufstiegen. Das sind Leistungen, wie sie unter gleichen Anlaufschwierigkeiten nur von den Reichswerken Göring in Salzgitter erzielt wurden, die sich zudem auf ein weit höheres Kapital und größere staatliche Machtmittel stützen konnten. Hand in Hand mit der Aufschließung der badischen Eisenerzlagertstätten ging die Erprobung verschiedener Aufbereitungs- und Verhüttungsverfahren, über die bereits Berichte vorliegen oder in Kürze zu erwarten sind⁴⁾.

Geologisch gehört das bei Zollhaus-Blumberg, Gutmadingen und im Rheintal anstehende Eisenerz zum Dogger und ist geologisch gleichzeitig entstanden wie die allerdings eisen- und kalkreichere Minette in Lothringen durch Absetzen auf dem Meeresboden. Von oben nach unten sind drei abbauwürdige Eisenerz-

horizonte zu unterscheiden: der Macrocephalushorizont, der Humphrieshorizont und der Murchisonaehorizont. Bei Zollhaus-Blumberg wird der Macrocephalushorizont mit etwa 3,5 bis 4 m Mächtigkeit abgebaut, im Rheintal der Murchisonaehorizont mit 4 bis 12 m Mächtigkeit. Bergmännisch und wirtschaftlich hat die Möglichkeit der teilweisen Gewinnung im Tagebau große Bedeutung.

Der Eisengehalt des Doggererzes liegt zwischen 18 und 25%. Das Erz in Zollhaus-Blumberg und Gutmadingen hat Kieselsäureüberschuß, während das Rheintalerz kalkig ist. Zu erwähnen ist auch ein geringer Vanadinegehalt des Erzes. Die sicheren und wahrscheinlichen Gesamtverräte an badischen Eisenerzen reichen selbst bei Vervielfachung der heutigen Fördermenge über hundert Jahre.

Auf weite Sicht an zweiter Stelle, dem Wert der bergmännischen Gewinnung nach aber an erster Stelle stehen die seit 1925 in Förderung befindlichen Kalisalze. Die Bugginger Kalisalze mit 20% K_2O und 4 m Mächtigkeit gehören zu den besten und wertvollsten, die man kennt. Im Gegensatz zu den übrigen deutschen Kalilagerstätten gehören die badischen nicht zum Zechstein, sondern zum Mitteloligozän. Erhebliche örtliche Bedeutung haben die beiden badischen Staatssalinen Dürrheim und Rappenu. Darüber hinaus sind noch verschiedene an Privatunternehmen verliehene Solen zu erwähnen.

An dritter Stelle stehen die Metallerze Blei und Zink, die bei Freiburg am Schauinsland und bei Wiesloch in der Nähe von Heidelberg mit gutem Erfolg gewonnen werden. Sonstige Buntmetalle, wie Nickel, Kobalt, Kupfer, Zinn und Wismut, sind in kleineren Vorkommen bekannt, aber entweder durch früheren Bergbau erschöpft oder zu arm für eine Ausbeutung.

Steigende Bedeutung erlangt die Erdölgewinnung in der weiteren Umgebung von Bruchsal. Dieses Vorkommen gehört geologisch den gleichen Schichten an wie das bei Pechelbronn im Elsaß. Die durchschnittliche Tiefe der ölführenden Schichten ist 300 bis 900 m. Die Ergiebigkeit der Bohrungen, die seit 1934 ausgebeutet werden, ist größer als im Elsaß, wo man rd. 140 kg/24 h gewinnt. Zeitweise wurden bis 15 m³ Oel in 24 h gewonnen. Von den Ende 1938 vorhandenen rd. 100 Bohrungen sind etwa 60 fündig geworden.

Von bergwirtschaftlicher Bedeutung sind auch die Vorkommen an Fluß- und Schwerspat, wobei die zur Zeit betriebene Flußspatgrube bei Wieden der Förderung nach an zweiter Stelle in Deutschland steht. Mit rd. 45% der Gesamtproduktion an Gips steht Baden an der Spitze der deutschen Länder. Für das Land Baden von großer Bedeutung sind die Mineralquellen, besonders die schon den Römern bekannten von Baden-Baden und Badenweiler.

Zur Erforschung der früher gebauten und heute unter Umständen wieder neu zu erschließenden Lagerstätten hat die oberste Landesbergbehörde in Zusammenarbeit mit der Reichsstelle für Bodenforschung Schürftrupp eingesetzt. Ein Teil dieser Trupps arbeitet auch in Verbindung mit dem Fürsten von Fürstberg, der Mineralogischen Studiengesellschaft in Freiburg und der Eisenindustrie.

Hans Schmidt.

Fortschritte in der Schweißtechnik im 2. Halbjahr 1938¹⁾.

1. Einfluß des Werkstoffes.

E. A. Aleksejew und M. M. Meksin²⁾ befaßten sich mit der Schweißung von Chrom-Molybdän-Stählen unter besonderer Berücksichtigung des Zusatzwerkstoffes. Der Werkstoff enthielt 0,27 bis 0,30% C, 0,58 bis 0,65% Mn, 1,12 bis 1,45% Cr und 0,29 bis 0,30% Mo sowie übliche Gehalte an Silizium, Phosphor und Schwefel. Die Schweißung mit gleichem Zusatzwerkstoff, der mit einer Umhüllung aus 25% Manganerz, 21% Titanerz, 25% Kaolin, 17% Ferromangan und 12% Stärke versehen worden war, führte zu porigen Nähten. Lediglich bei 4 mm Drahtdurchmesser waren derartige Elektroden bei geringer Nahtbeanspruchung verwendbar. Auch Zusatzwerkstoff mit einem Kohlenstoffgehalt von 0,2% und einer Umhüllung aus Pyrolusit, Ilmenit, Kaolin, Kreide und Wasserglas versagte. Derartiger Draht ergab dagegen bei Zusatz von Ferrotitan in den inneren Schichten der erstgenannten Umhüllung zufriedenstellende Werte auch bei dicken Chrom-Molybdän-Stahlplatten.

Die Schweißung von Baustählen höherer Festigkeit hat in letzter Zeit, veranlaßt durch verschiedene Fehlererscheinungen an Brücken, im Brennpunkt der Erörterung gestanden. Wenn auch heute die Ansichten über die wahren Ursachen noch auseinandergehen, so steht doch fest, daß der Grundwerkstoff dabei

¹⁾ Letzte Schrifttumsübersicht in Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 976/79 u. 1007/09.

²⁾ Kessel- u. Turbinenbau d. UdSSR. 1937, S. 567/70; nach Elektroschweißg. 9 (1938) S. 114.

¹⁾ Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 1437/40.

²⁾ Stahl u. Eisen demnächst.

³⁾ Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 201/02.

⁴⁾ Graff, A.: Stahl u. Eisen demnächst. — Lennings, W.: Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 25/34, 52/58 u. 623/30 (Hochofenaussch. 164 u. 164 a). — Wilhelm, A.: Stahl u. Eisen 59 (1939) S. 501/11 (Hochofenaussch. 182).

eine maßgebende Rolle gespielt hat, ohne ihm dabei den entscheidenden Einfluß zuzuschreiben. G. Bierett³⁾ stellt die Gefahrenpunkte, die beim Schweißen hochfester Stähle möglich sind, heraus, und zwar treten bei geringer Wärmezufuhr unter geringen Quer- und Schrumpfspannungen hohe Spannungen in der Uebergangszone und hohe Längsspannungen auf, während bei hoher Wärmezufuhr sowohl die Quer- als auch die Schrumpfspannungen stark zunehmen und den Einfluß der ersten überwiegen. Zwischen beiden Gefahrenquellen liegt das Gebiet der günstigsten Schweißbedingungen. Nach Ansicht von Bierett ist es Sache des Stahl- und Elektrodenherstellers, das Gebiet günstigster Bedingungen möglichst weit zu gestalten. Für das Verhalten der gesamten Verbindungen sind die Eigenschaften der Naht und der benachbarten Zonen verantwortlich. Je ungleichmäßiger diese Zonen sind, um so stärker wird der Spannungszustand gestört. Ein wirksamer Abbau der Spannungen soll nach Bierett durch eine hohe Dehnfähigkeit der Schweißnaht ermöglicht werden. Zur Verbesserung des Spannungszustandes bei ungleichmäßigen Werkstoffen schlägt Bierett spannungsfreies Glühen, wenigstens der wichtigsten Teile eines Bauwerkes vor, das allerdings die Wirtschaftlichkeit des Schweißens stark beeinträchtigen wird. Wesentlicher, vielleicht von größerem Erfolg, dürfte das Vorwärmen beim Schweißen sein, durch das schroffe Härtezone vermieden werden und ein günstiger Spannungszustand geschaffen wird. Soweit das von Bierett erwähnte Gebiet günstigster Schweißbedingungen in Betracht kommt, ist es nach Ansicht des Berichterstatters kaum möglich, einen hochfesten Stahl wie den St 52 mit noch günstigeren Schweißereigenschaften herzustellen, ohne daß die Vorschriften in den Festigkeitseigenschaften dabei berührt würden. Auch in der Elektrodenherzeugung ist ein Stand erreicht worden, der kaum eine grundsätzliche Aenderung in nächster Zeit erwarten läßt. Allerdings dürfte es sich empfehlen, durch eingehende Untersuchungen die Unzahl verschiedenster Elektrodenherzeugnisse in der von Bierett angedeuteten Richtung nachzuprüfen, da auf diesem Gebiet wohl die größte Unklarheit herrscht.

G. Bierett⁴⁾ faßt die Ergebnisse der internationalen Aussprache in Zürich am 19. bis 21. Mai 1938 für die Schweißung im Brückenbau in folgenden Punkten zusammen:

1. Bei Schweißnähten soll mit Rücksicht auf die Härtungsgefahr nach dem Abschmelzen einer Elektrode die nächste sofort anschließend verschweißt werden, damit die Vorwärmung nicht verlorengelt.
2. Bei Stahl St 37 sollen die Gurtplatten nicht stärker als 40 mm, bei St 52 nicht dicker als 30 mm sein.
3. Durch zu dünne Elektroden wird die Härtungsgefahr gesteigert. Die Elektrodendicke muß der Werkstoffdicke angepaßt werden.
4. Aenderung der Zusammensetzung von Stahl St 52, so daß bis 30 mm Werkstoffdicke keine merkliche Härtung auftritt.
5. Andernfalls ist die Schaffung eines neuen Stahles mit geringerer Zugfestigkeit, etwa von 44 kg/mm², erforderlich.
6. Verlegung der Halsnähte in möglichst großer Entfernung von den Gurten durch Verwendung von halben Breitflanschträgern zur Vermeidung zu starker Wärmeableitung und Vermeidung eines ausgesprochen mehrachsigen Spannungszustandes.
7. Ob für Brücken nur Siemens-Martin-Stahl anzuwenden ist, soll durch Versuche geklärt werden.

Eingehend stellt Bierett die verschiedenen Ansichten über den Brückeneinsturz bei Hasselt⁵⁾ heraus, die in der Werkstofffrage besonders anregend sind⁶⁾. Weiter schlägt der Verfasser vor, unter Verwendung von bekannten, wenig härtungsneigenden Sorten St 52 andere Einflüsse, wie Elektrodendurchmesser, Lagenzahl und Elektrodenart, zur Ergänzung der bereits durchgeführten Versuche einer Untersuchung zu unterziehen. Die Frage der Vorwärmung ist schon mehrfach angeschnitten worden; es steht fest, daß auf diesem Wege ungünstige Spannungsspitzen vermieden werden können. Jedenfalls vertritt Bierett den Standpunkt, daß unter Anpassung der Arbeitsverhältnisse an die stofflich bedingte Eigenart des St 52 noch weite Möglichkeiten zur erfolgreichen Anwendung von St 52 offenbleiben.

Die Frage der Schweißung niedriglegierter, hochfester Werkstoffe steht nicht nur in Deutschland im Mittelpunkt eingehender Untersuchungen, sondern wird auch im Ausland stark beachtet. T. Swinden und L. Reeve⁷⁾ befassen sich eingehend mit dieser Aufgabe, und zwar sowohl nach der Werkstoff- als auch nach der Schweißdrahtseite. Ihre Unter-

suchungen erstreckten sich zunächst auf unlegierte Stähle mit 0,23 bis 0,28 % C, 0,14 bis 0,44 % Si und 0,40 bis 0,63 % Mn bei Zusatz von Titan zwischen 0 und 1,60 %. Durch Abschrecken von Temperaturen zwischen 850 und 1300° wurde festgestellt, daß mit steigendem Titangehalt die Härte abnimmt, daß ohne Titan eine ausgeprägte Härtesteigerung bei 900 bis 950° eintritt, daß ferner bis zu einem Gehalt von 1,05 % Ti alle Stähle bei Abschrecken von 1300° gleiche Härte aufweisen. Im übrigen wurde gefunden, daß die Zugfestigkeit bis zu einem Verhältnis von Kohlenstoff- zu Titangehalt von 3,0 etwas zunimmt, darüber stark abfällt. In gleichem Maße nehmen die Streckgrenze, das Streckgrenzenverhältnis und die Dehnung zu. In den Schweißereigenschaften unterschieden sich bei Verwendung hochfester Elektroden diese titanhaltigen Stähle nicht von Stählen ohne Titanzusatz. Bei Kehl Nähten hing das Auftreten von Rissen sowohl von der Härte der Uebergangszone als auch von den Schrumpfspannungen ab. Mit Hilfe einer besonderen Prüfvorrichtung, die später noch beschrieben wird, unterscheiden Swinden und Reeve sechs verschiedene Rißerscheinungen, und zwar Risse, die ohne Hilfsmittel erkennbar sind, bis zu Rissen, die durch mikroskopische Untersuchungen festgestellt werden. Ob diese Risse mit der Art der bei Hochbauten beobachteten Brucherscheinungen übereinstimmen, ist zweifelhaft. Die meisten Elektroden mit ausgezeichneten Festigkeitseigenschaften ertrugen diese Prüfung nicht ohne Risse, so daß es nach Swinden und Reeve vorzuziehen ist, Elektroden mit geringeren Festigkeitseigenschaften zu verwenden. Die titanhaltigen Stähle verhielten sich bei der Rissigkeitsprüfung besser als alle anderen hochfesten Stähle, und zwar zeigten die Stähle von geringerer Festigkeit bei keiner Elektrode Risse, die Stähle hoher Festigkeit bei ungünstigsten Elektroden nur feine Risse.

Versuche mit weichen Stahlelektroden ergaben bei hochfesten Stählen die besten Werte, was einmal auf die geringere Spannung, mit der derartige Elektroden angeblich verschweißt werden, zum andern auf das geringere Schweißbad zurückgeführt wird. Der Berichterstatter stimmt mit Swinden und Reeve in der Ansicht überein, daß die Erwärmungsbedingungen für die Spannungen ausschlaggebend sind. Als günstige Zusammensetzung des Schweißgutes geben sie < 0,08 % C, < 0,05 % Si und < 0,30 % Mn an. Im Hinblick auf die Mehrlagenschweißung, den Einfluß der Elektrodendicke, der Werkstoffdicke, der Schweißgeschwindigkeit, der Vorwärmung und des Spannungsfreigleichens besteht Übereinstimmung mit den Angaben des Schrifttums und mit Erfahrungen des Berichterstatters. Auf die zum Teil kritischen Erörterungsbeiträge sei hingewiesen. Wenn die Verfasser selbst als Beweis für ihre Anschauungen die Schweißung eines Erzwagens aus hochfestem Stahl mit weichen Elektroden anführen, so ist der Berichterstatter auf Grund eigener Erfahrungen davon überzeugt, daß dieser Weg, besonders bei großer Wandstärke, nicht zum Ziele führen wird; zwar mag die Uebergangszone den Anforderungen genügen, jedoch ist alsdann die Gefahr der Schweißnahttrissigkeit ohne weiteres gegeben.

Mit der wichtigen Frage der Schweißbarkeit von Stählen mit mittlerem Kohlenstoffgehalt befaßt sich R. W. Emerson⁸⁾, wobei der Uebergangszone besondere Beachtung geschenkt wird. Folgende Stähle wurden dabei mit blanken und umhüllten Elektroden von 4,0, 4,8 und 6,3 mm Dmr. geschweißt:

Stahl	I	II	III	IV	V
C %	0,49	0,42	0,39	0,31	0,30
Mn %	0,93	0,68	0,78	0,71	0,62

Die Schweißung wurde als Auftragschweißung mit einer, zwei und drei Lagen mit und ohne Vorwärmung an Werkstoff verschiedener Dicke durchgeführt und anschließend die Stärke der Uebergangszone gemessen. Zusammenfassend wurden folgende Ergebnisse ermittelt, die mit dem deutschen Schrifttum übereinstimmen. Die Härte und das Gefüge der Uebergangszone hängen von der Abkühlungsgeschwindigkeit ab. Schweißstrom und Schweißgeschwindigkeit beeinflussen mittelbar die Erwärmung und den Wärmeabfluß. Die Elektrodendicke muß der Werkstoffdicke angepaßt werden, und zwar soll sie um so höher sein, je dicker der Werkstoff ist. Mehrlagenschweißung wirkt günstig auf die Uebergangszone ein, wenn die zweite oder dritte Lage geschweißt wird, solange die erste Lage noch warm ist. Vorwärmung auf 100 bis 300° wirkt in der gleichen Richtung. Einlagenschweißung soll bei Werkstoff mit 0,4 bis 0,5 % C und Werkstoffdicken über 13 mm möglichst nicht angewendet werden, oder aber der Werkstoff soll auf 300° angewärmt werden, da

³⁾ Elektroschweißg. 9 (1938) S. 121/26.

⁴⁾ Elektroschweißg. 9 (1938) S. 147/49.

⁵⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 807/09.

⁶⁾ Elektroschweißg. 9 (1938) S. 173/75.

⁷⁾ Quart. Trans. Inst. Weld. 1 (1938) S. 7/24.

⁸⁾ Weld. J. 17 (1938) Nr. 10 (Suppl.: Engng. Found. Weld. Res. Com.) S. 7/17.

andernfalls ausgeprägte Martensitbildung zu verzeichnen ist. Ferner wird vermutet, daß geringe Korngröße günstig auf die Schweißbarkeit einwirkt. Die Ergebnisse lassen erkennen, daß schon Anwärmen und Mehrlagenschweißung genügt, Härtespitzen in der Uebergangszone zu vermeiden. Beispielsweise wurde die Härte eines Stahles mit 0,49% C und 0,93% Mn (blanker Schweißdraht von 4,8 mm Dmr.) durch Mehrlagenschweißung von 750 auf 370, durch Vorwärmung bei 300° auf 440 und durch Vorwärmung und Mehrlagenschweißung auf 310 Vickers-Einheiten erniedrigt. Noch ausgeprägter war die Wirkung bei umhüllten Elektroden von 6,3 mm Dmr.

2. Arbeitsverfahren.

In einem früheren Bericht⁹⁾ war die großzügige Einrichtung zum Schweißen von Schienen der Delaware & Hudson Railroad Co. bereits beschrieben worden. In Ergänzung hierzu berichtet H. C. Drake¹⁰⁾ nun über Dauerversuche, die mit widerstandsgeschweißten Schienen auf Veranlassung der Gesellschaft durchgeführt worden sind. Für die Dauerversuche wurde eine Einrichtung verwendet, die den Betriebsanforderungen weitgehend angepaßt ist, und zwar wird die auf einer bestimmten Länge frei aufliegende Schiene mit einem Rad unter einen Druck von 29 t gesetzt. Durch Hin- und Herrollen wird in der Schiene eine Biegewechselbeanspruchung mit 60 Schwingungen je min erzeugt. Während der Prüfung werden dauernd Spannungsmessungen bei einer Stromdurchflutung von 2000 A vorgenommen, die das Auftreten von Rissen anzeigen sollen. Im Laufe von zweieinhalb Jahren wurden nach diesem Verfahren alle Schweißarten untersucht. Die Wärmebehandlung nach dem Schweißen wurde besonders berücksichtigt. Während alle Schienen ohne Wärmebehandlung bei einer Schwingungszahl unter $1 \cdot 10^{-6}$ brachen, hielten sie nach 7,5 min Glühen bei 650° und Luftabkühlung etwa $1,6 \cdot 10^6$, bei 8 min Glühen bei 680° und langsamer Abkühlung $3,1 \cdot 10^6$, bei 8 min Glühen bei 680° und Luftabkühlung $4,7 \cdot 10^6$ und bei 3 min Glühen bei 680° und Abkühlung unter Hauben über $6 \cdot 10^6$ Schwingungen aus. Wurde der Schweißgrat nicht entfernt, so sank die Dauerfestigkeit außerordentlich stark ab. Ebenso äußerte sich eine zu kurze Schweißdauer. Auf Grund dieser Versuche wird jetzt folgendes Arbeitsverfahren angewendet. Die Schiene wird 90 s vorgewärmt, 15 s abgebrannt und unter einem Druck von 7 kg/mm² zusammengepreßt. Der Strom wird hierbei nur dem Schienenkopf zugeführt. Anschließend kühlt der Schienenstoß an Luft ab und wird hierauf in einem ölgefeuerten Ofen auf 680° erwärmt und kühlt unter Asbesthauben ab. Die bei der Abnahme gültige Vorschrift für gewalzte Schienen, daß sie ohne Bruch einen Schlag von 900 kg bei einer Fallhöhe von 6,7 m aushalten müssen, wurde von drei Schweißnähten nicht erfüllt, während neun beim zweiten Schlag und fünf erst beim dritten Schlag zu Bruch gingen.

Neben der Neufertigung kommt dem Schweißen in der Ausbesserung von Maschinenteilen, die stärksten Beanspruchungen unterworfen sind, mehr Bedeutung zu, nachdem die Zusatzwerkstoffe einen hohen Grad von Vollkommenheit erreicht haben. Einige bemerkenswerte Beispiele werden von J. Colbus¹¹⁾ beschrieben. Ein Steinbrechergewehäuse im Gewicht von 8 t war von einer Ecke ausgehend gebrochen. Nach dem Ausmeißeln der Rißstelle war eine Fläche von stellenweise 180×220 mm² bei einer Gesamtlänge von 970 mm zu verschweißen. Besondere Schwierigkeiten bereiten bei derartigen Wanddicken die ersten Nähte, die durch die Steifigkeit des Bauteils die Schrumpfkraft nahezu allein aufnehmen müssen, besonders da die Wärmeableitung bei derartigen Querschnitten außerordentlich hoch ist. Als empfehlenswert erwies sich ein Vorwärmen der Schweißstücke auf 200° durch ein ständiges Holzkohlenfeuer. Um den Schrumpfkraften genügenden Widerstand entgegenzusetzen, wurden die ersten Lagen mit dicken Elektroden geschweißt und möglichst hoch aufgebaut. Nach Fertigstellung der Schweißnaht, die unter kräftigem Hämmern aufgebaut worden war, wurde die Wurzelnaht rückseitig ausgemeißelt, um etwa vorhandene Risse, die die Haltbarkeit des Gehäuses in Frage gestellt hätten, zu beseitigen. Da anzunehmen war, daß das Gehäuse für die schlagartigen Beanspruchungen zu leicht gebaut war, wurden Verstärkungsrippen aufgesetzt, die, um den Kraftfluß günstig zu gestalten, mit einer versenkten Kehlnaht aufgeschweißt wurden. Für die Ausbesserung wurden 270 kg Elektroden verbraucht. Ebenso bemerkenswert ist die Ausbesserung einer angerissenen Kurbelwellenwange ohne Ausbau sowie das Auftragen von Zähnen an einem Stahlgußzahnkranz im Gewicht von 1,5 t.

Mit dem gleichen Gebiet befaßt sich C. Stieler¹²⁾ unter besonderer Berücksichtigung von Instandsetzung von Lokomotiven. Die Lichtbogen-Warmschweißung von Lokomotivzylindern und anderen schweren Werkstücken ist an dieser Stelle schon mehrfach behandelt worden. Besondere Ersparnisse können durch die Auftragschweißung von Spürkränzen erzielt werden, und zwar könnten bei der Berliner S-Bahn jährlich 93 000 *ℳ* auf diese Weise gespart werden. Wie hoch man den Wert von Ausbesserungsarbeiten einschätzt, geht daraus hervor, daß man hochbeanspruchte Lokomotivteile wie Barrenrahmen schweißt, wobei natürlich die Verwendung erfahrener Schweißer Vorbedingung ist. Außerdem ist es notwendig, derartig schwierige Bauteile nach der Schweißung eingehend zu prüfen, wofür sich die Röntgenprüfung besonders bewährt hat. Für stark angegriffene Kesselbleche gilt das gleiche. Allerdings ist hier darauf zu achten, daß der Schweißer häufig gezwungen ist, in schwierigster Lage zu arbeiten, und daher besondere Sorgfalt am Platze ist. Für Dünnblechschweißung ist das Arcatom-Verfahren mit Erfolg angewendet worden. Gleiche Ausbesserungsarbeiten wurden mit Erfolg auch an Leichtmetallstücken durchgeführt. Bemerkenswert ist ferner die Verstärkung einer Schweißstahlbrücke über die Elbe bei Dömitz.

Die gesteigerten Anforderungen im Dampfkesselbetrieb, namentlich die heute verwendeten Drücke bis 175 kg/cm² und Temperaturen bis 480°, haben besonders hohe Anforderungen an Dampf- und Ueberhitzerrohren gestellt, die eine Verwendung von Werkstoff mit hoher Dauerstandfestigkeit erforderlich machten. Für diese Anforderungen hat sich Molybdänstahl bestens bewährt. Die Schweißung muß mit Rücksicht auf die Sicherheit mit größter Sorgfalt erfolgen. Geeignete Vorschläge für lichtbogengeschweißte Verbindungen werden von amerikanischer Seite gemacht¹³⁾. Um Schwierigkeiten beim Schweißen in der ersten Lage zu vermeiden, sollen Grundringe eingelegt werden, wobei entgegen der üblichen Arbeitsweise jedoch die Rohre einen Spalt von mindestens 10 mm offen lassen sollen. Nach der Quelle soll es bei kleinem Spalt nicht immer möglich sein, den Grundring und die beiden Rohrkranten mit der ersten Lage einwandfrei miteinander zu verbinden. Dagegen kann bei breitem Spalt jede Kante gesondert mit dem Grundring verbunden werden. Bei waagerechter Lage des Schweißspaltes an senkrecht gelagerten Rohren wird kein symmetrischer Schweißspalt verwendet, vielmehr ist die untere Kante mit 7°, die obere mit 43° Neigung abgeschragt, um die Schweißnaht von Raupe zu Raupe aufbauen zu können. Bei Versuchen wurde festgestellt, daß sich ein Vorwärmen auf 220 bis 260° auf alle Eigenschaften der Schweißnaht günstig auswirkt, sogar den spannungsfrei geglühten Nähten noch überlegen ist. Für die Prüfung wurden in Amerika der Zugversuch und drei verschiedene Biegeversuche angewendet, und zwar der Freibiegeversuch, der seitliche Biegeversuch und der Kerbbiegeversuch, die eine eindeutige Beurteilung der Schweißnaht gestatten sollen. Die an derartig wichtigen Teilen arbeitenden Schweißer sollen einer scharfen Prüfung unterworfen werden. Die in der Arbeit enthaltenen Angaben über die Korrosionsbeständigkeit und Festigkeitseigenschaften werden ebenso wie die günstige Wirkung eines breiten Rohrspaltes von S. Crocker¹⁴⁾ nicht ganz geteilt.

In einem früheren Bericht¹⁵⁾ ist bereits über das Mehrflammen-Gasschweißen berichtet worden. G. Sykes¹⁶⁾ macht Angaben über die praktische Durchführung dieses Verfahrens. Während es bis vor einigen Jahren üblich war, mit drei Flammen (hiervon waren zwei Vorwärmflammen) zu arbeiten, ist man nunmehr zum Vier- und Sechsenflammenbrenner übergegangen, von denen drei oder fünf zum Vorwärmen der Schweißnaht und des Zusatzwerkstoffes benutzt werden. Die eigentliche Schweißflamme wird auf leichten Azetylenüberschuß eingestellt, wobei die Vorwärmflammen gleichzeitig günstigste geregelt werden. Dieses Schweißverfahren wurde bei einer größeren Ueberlandleitung in der Weise angewendet, daß mehrere Schweißer an verschiedenen Stößen gleichzeitig tätig waren. Man schweißte dabei grundsätzlich mit der Rechtsschweißung, beginnt am oberen Scheitel des Rohres und schweißte abwärts. Nachdem auf jeder Seite ein Drittel des Rohrfanges geschweißt ist, wird der Rohrstrang gedreht und das restliche Drittel in der gleichen Weise fertiggestellt. Verbindungsstöße derartiger Rohrstränge müssen natürlich in Zwangslage ausgeführt werden, wobei sich dieses Verfahren ebensogut wie das Einflammenverfahren anwenden läßt. Der Verbrauch an Gas, Zusatzwerkstoff und Zeit

¹²⁾ Elektroschweißg. 9 (1938) S. 167/70.

¹³⁾ Weld. Engr. 23 (1938) Nr. 7, S. 25/28; Nr. 8, S. 17/18.

¹⁴⁾ Weld. Engr. 23 (1938) Nr. 10, S. 27/29.

¹⁵⁾ Weld. J. 17 (1938) Nr. 8, S. 12/15.

¹⁶⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 978.

⁹⁾ Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 978/79.

¹⁰⁾ Weld. J. 17 (1938) Nr. 10, S. 17/21.

¹¹⁾ Elektroschweißg. 9 (1938) S. 171/73.

mus“ bekannt ist. Bei Rückstrahlungen werden die vorher scharfen Linien verschwommen. Aus beiden Erscheinungen wird auf den Zerfall des Einkristalls geschlossen. Die zweite Auffassung hat ihre Hauptstütze in dem mechanischen Verhalten von Einkristallen. Bei mechanischer Beanspruchung gleitet der Einkristall zunächst auf Ebenen, die im wesentlichen durch die größte Schubbeanspruchung bestimmt werden. Obwohl sich der Kristall in diesen Ebenen außerordentlich stark verformt, kann bei weiterer Belastung Gleiten auf Ebenen eintreten, die die zunächst aufgetretenen schneiden. Bei mikroskopischer Betrachtung von Schlifflinien ist diese Erscheinung durch sich kreuzende Gleitlinien sichtbar. Eine weitere Stütze wird darin gesehen, daß Aluminium-einkristalle nach Reckung um 5% und anschließendem Glühen bei 600° nicht rekristallisierten und danach nochmals um 5% gereckt durch Glühen bei 550° wieder Einkristalle, allerdings anderer Orientierung, ergaben. Erst nach dreimaliger Wiederholung dieser Versuchsreihe trat teilweise Rekristallisation zum Vielkristall ein.

Die eigenen Versuche wurden mit Flußstahl-Einkristallen und vielkristallinem Flußstahl ausgeführt. Die Einkristalle wurden dadurch erzeugt, daß im Wasserstoff bei 900° auf 0,06% C entkohler Flußstahl um 3% gereckt und allmählich, wieder unter Wasserstoff, von 400 auf 880° erhitzt wurde. Die Rekristallisation wurde durch Röntgenbilder verfolgt. Das Laue-Diagramm eines Einkristalles, der einem hydrostatischen Druck von 35 kg/mm² ausgesetzt war, änderte sich nicht, wie zu erwarten war. Nach Druckbeanspruchung zwischen parallelen Platten mit einer Dickenabnahme von 5% traten „Asterismus“ und nach Glühen bei 600° wieder scharfe Reflexionspunkte, also vollständige Rekristallisation auf. Nach Zugbeanspruchung bis fast zum Bruch wurde nach Glühungen bis 870° keine Rekristallisation festgestellt. Wurde ein Zweikristall in gleicher Weise verformt, so begann nach Glühen bei 750° in der Nähe der Korngrenze die Rekristallisation.

Vielkristalline Bandstahlproben (mit 0,08% C) wurden um 17% gereckt oder um den gleichen Betrag kaltgewalzt. Durch Rückstrahlungen wurde bei Kaltwalzung eine Erholung nach Glühen bei 450 bis 500°, beginnende Rekristallisation bei 550° und vollständige Rekristallisation bei 800° gefunden. Bei den gereckten Proben begann die Rekristallisation erst bei 575°. Der Einfluß der Verformung durch Druck oder Zug ist bei dem

vielkristallinen Flußstahl also auch vorhanden, aber lange nicht so ausgeprägt wie beim Einkristall, wobei zu berücksichtigen ist, daß die Art der Verformung in beiden Fällen auch nicht dieselbe war. Diese Ergebnisse stehen mit Versuchen von W. Lamarche²⁾ insofern in Übereinstimmung, als Lamarche nach Stauchen von Arco-Eisen im kritischen Rekristallisationsgebiet ein etwa dreimal so großes Rekristallisationskorn fand wie nach Dehnen oder Ziehen.

Rodgers stellt in der Erörterung seiner Versuchsergebnisse nur Erwägungen allgemeinerer Art an, ohne zu bestimmteren Vorstellungen über den Gleit- und Rekristallisationsvorgang kommen zu können. Seine Ueberlegungen sind etwa folgende. In bestimmten kristallographischen Ebenen erfolgt das Gleiten leichter, in anderen schwieriger. Durch die Verformung stellen sich weitere bevorzugte Ebenen in Richtung der Höchstbeanspruchung, so daß wieder leichtes Gleiten erfolgt. Diese Verhältnisse werden hauptsächlich bei Zugbeanspruchung vorliegen. Ist die Einschwenkung bevorzugter Gleitebenen in die Beanspruchungsrichtung durch die Art der Verformung, wie z. B. beim Drücken zwischen zwei Stempeln, behindert, so wird das Gleiten auch auf anderen Ebenen erzwungen und erfolgt daher schwieriger. Auch Korngrenzen behindern den Gleitvorgang. Die durch die Verformung im Werkstoff aufgespeicherte innere Energie, für die die Härte ein gewisses Maß ist, wird bei erschwerter Gleitung größer sein. Das Eintreten der Rekristallisation bei niederen Temperaturen in gedrücktem Werkstoff gegenüber gerecktem und der Beginn derselben an den Korngrenzen würde hierdurch verständlich.

Die aus diesen Ueberlegungen zu ziehende Folgerung, daß feinkörniger vielkristalliner Flußstahl gegenüber grobkörnigem eher rekristallisieren müßte bei gleichen Verformungs- und Glühbedingungen, wird durch die Härte- und Korngrößenmessungen an unruhigem (grobkörnigerem) Flußstahl und völlig desoxydiertem (feinkörnigerem) Stahl von W. Tofaute und V. Lwowski³⁾ nicht bestätigt. Dies ist ein Zeichen dafür, daß noch andere Vorgänge bei der Rekristallisation eine Rolle spielen.

Paul Schafmeister.

²⁾ Mitt. Kohle- u. Eisenforsch. 1 (1937) S. 181/98; vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 304.

³⁾ Techn. Mitt. Krupp 4 (1936) S. 66/74; vgl. Stahl u. Eisen 56 (1936) S. 1148/50.

Patentbericht.

Deutsche Patentanmeldungen¹⁾.

(Patentblatt Nr. 17 vom 27. April 1939.)

Kl. 10 a, Gr. 12/04, St 55 709. Koksofenür. Erf.: Willi Rabbe, Recklinghausen. Anm.: Firma Carl Still, Recklinghausen.

Kl. 10 a, Gr. 14, K 145 099. Verfahren und Vorrichtung zur Verhütung des Zusammenbrechens verdichteter Korkkuchen in Horizontalkammeröfen. Erf.: Paul van Ackeren, Essen. Anm.: Heinrich Koppers, G. m. b. H., Essen.

Kl. 16, Gr. 5, R 100 589; Zus. z. Anm. R 95 956. Verfahren zur Herstellung von Phosphatdüngemitteln. Erf.: Dr. Otto Johannsen und Dr. Karl Heinz Hennenberger, Völklingen (Saar). Anm.: Röchling'sche Eisen- und Stahlwerke, G. m. b. H., Völklingen (Saar).

Kl. 18 a, Gr. 6/04, H 154 522; Zus. z. Pat. 610 519. Beschickungsvorrichtung für Schachtöfen, z. B. Hochöfen, Generatoren u. dgl. Erf.: Dipl.-Ing. Heinz Schumacher, Dortmund. Anm.: Hoesch, A.-G., Dortmund.

Kl. 18 a, Gr. 18/05, S 128 663. Verfahren zum unmittelbaren Gewinnen von flüssigem Eisen oder Stahl. Erf.: Dr.-Ing. Fritz Eulenstein, Köln, und Adolf Krus, Stürzelberg b. Neuß. Anm.: „Sachtleben“, A.-G. für Bergbau und chemische Industrie, Köln.

Kl. 18 b, Gr. 14/04, K 148 249. Verfahren zum Betrieb von Siemens-Martin-Oefen. Erf.: Dr.-Ing. Georg Bulle, Hagen-Haspe. Anm.: Klöckner-Werke, A.-G., Duisburg.

Kl. 18 b, Gr. 18, R 98 437. Vorrichtung zum kontinuierlichen Vor- und Fertigfrischen von Roheisen. Erf.: Dr. Hermann Röchling und Dr. Otto Johannsen, Völklingen (Saar). Anm.: Röchling'sche Eisen- und Stahlwerke, G. m. b. H., Völklingen (Saar).

Kl. 18 c, Gr. 3/25, M 130 402. Oberflächenhärten von Gegenständen aus Eisen und Stahl mittels Gasgemische. Adolph Wilhelm Machlet, Elizabeth, New Jersey (V. St. A.).

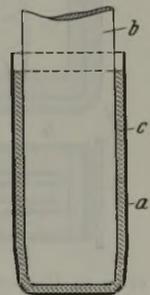
Kl. 40 b, Gr. 17, P 67 075. Verfahren zur Erzeugung von Hartmetallen. Poldihütte, Prag.

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

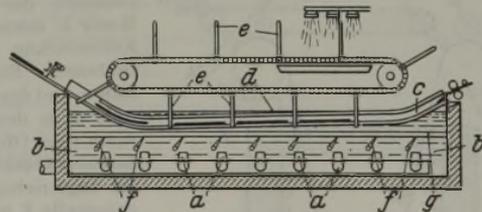
Deutsche Reichspatente.

Kl. 31 c, Gr. 10₀₆, Nr. 669 825, vom 2. Februar 1936; ausgegeben am 5. Januar 1939. Preß- und Walzwerk, A.-G., in Düsseldorf-Reisholz. Kern zur Herstellung von gegossenen Hohlkörpern.

Die Außenfläche des Kernes besteht aus einem dünnwandigen fugenlosen Blechkörper a; dieser umschließt einen Hohlraum, der nahezu vollständig von einem metallischen Vollkörper b hohen Schmelzpunktes ausgefüllt wird. Auf den Vollkörper wird die Wärme des flüssigen Metalls durch eine nachgiebige, gut wärmeleitende Zwischenschicht c, z. B. aus Blei, übertragen.



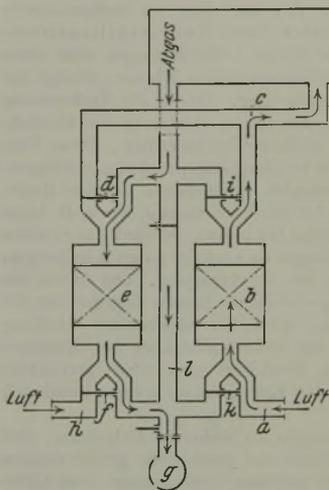
Kl. 48 d, Gr. 2₀₃, Nr. 670 029, vom 25. Dezember 1936; ausgegeben am 10. Januar 1939. Remy, van der Zypen & Co. in Andernach. (Erfinder: Dipl.-Ing. Erich-Günther Köhler und Rudolf Löffler in Andernach.) Verfahren und Vorrichtung zur Behandlung von Blechtafeln in Flüssigkeiten.



Die Düsen a erteilen der Behandlungsflüssigkeit b eine Aufwärtsbewegung, um an den Blechtafeln einen Auftrieb zu erzeugen, der die auf den Führungsmitgliedern c, z. B. Flanschen d, aufliegenden Teile der Tafeln, also z. B. ihre Kanten, ganz oder teilweise abhebt und sie somit schon, während die Tafeln durch Mitnehmerstäbe oder Förderarme e durch die Flüssigkeit bewegt werden. Die Richtung der Strömung kann durch Leitflächen f geregelt

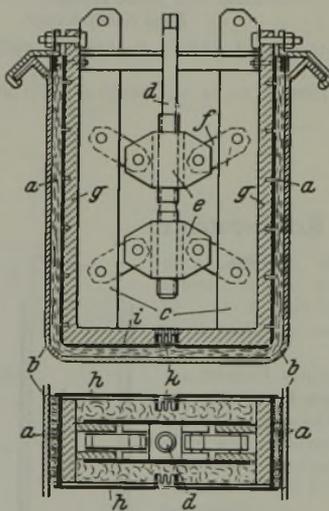
werden. Längsführungen g verhindern die Blechtafeln an der Durchbiegung und damit an dem Herausgleiten aus den Führungen c, wenn der aufsteigende Flüssigkeitsstrom ausbleiben sollte. Die Fördervorrichtung für die Tafeln ist außerhalb der Flüssigkeit angeordnet.

Kl. 24 c, Gr. 6, Nr. 670 060, vom 4. September 1935; ausgegeben am 11. Januar 1939. Ingenieurbüro für Hüttenbau Wilhelm Schwier in Düsseldorf. *Regenerativgleichstromofen.*



In der dargestellten Anordnung tritt die Luft bei a ein, geht durch die Kammer b und Leitung c zur Brennerseite, während die Abgase am Schieber d vorbei in die Kammer e treten und von dort am Schieber f vorbei in die Esse g gehen. Beim Wechsel der Kammerbeaufschlagung tritt die Frischluft bei h ein und nach dem Durchgang durch die Kammer e und entsprechender Stellung des Schiebers i in den Ofen, während die Abgase nach Stellung des Schiebers j durch die Kammer b und am Schieber k vorbei in die Esse treten. Der Abgaskanal kann über eine absperrbare, die Kammern umgehende Abgasleitung l unmittelbar mit der Esse verbunden werden.

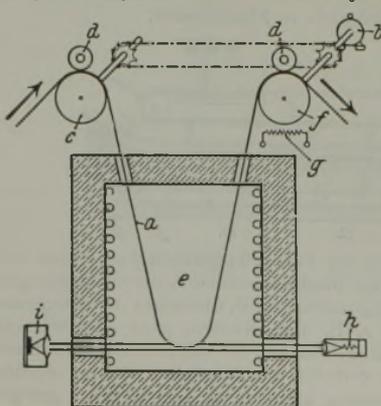
lung des Schiebers i durch die Kammer b und am Schieber k vorbei in die Esse treten. Der Abgaskanal kann über eine absperrbare, die Kammern umgehende Abgasleitung l unmittelbar mit der Esse verbunden werden.



Kl. 18 c, Gr. 5₄₀, Nr. 670 247, vom 30. September 1936; ausgegeben am 14. Januar 1939. Dr.-Ing. Ewald Rohde in Düsseldorf. *Einsetzbare Trennwand für heizbare Salzbadwannen u. dgl.*

Die an ihrem Umfang mit nachgiebigen Dichtungsf lächen a versehene und flüssigkeitsdicht in die in ihrem Maß unveränderliche Wanne b einsetzbare Trennwand c besteht als Hohlkörper aus zwei oder mehreren durch Spindel d und Parallelführung e, f, g gegen die Wannenwände andrückbaren Teilen, wobei außenliegende, in ihrer Ebene bewegliche Wandabdeckplatten h, i an der Teilfuge durch eine nachgiebige Dichtung k etwa in Balgform miteinander verbunden werden.

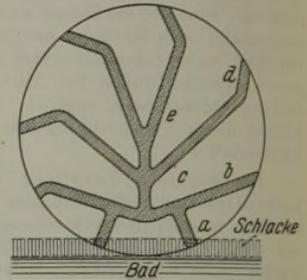
Kl. 18 c, Gr. 6₆₀, Nr. 670 248, vom 12. Dezember 1936; ausgegeben am 16. Januar 1939. Brown, Boveri & Cie., A.-G., in Mannheim-Käfertal. (Erfinder: Dipl.-Ing. Peter Becker in Dortmund.) *Einrichtung zur Regelung des Banddurchhangs bei Ofen zur Wärmebehandlung von Bändern.*



Das Band a läuft zwischen der durch Motor b sowie einen Kettenstrang angetriebenen Eingangsrolle c und der Gegenrolle d in den Glühraum e des Ofens; aus diesem tritt es zwischen die angetriebene Ausgangsrolle f und Gegenrolle d. Durch eine Vorrichtung, z. B. Widerstandsheizung g, kann die Temperatur und somit der Durchmesser der Rolle f, also auch die Auslauf-

geschwindigkeit und folglich der Durchhang des Bandes geregelt werden. Durch Abtasten des Banddurchhangs mit einer mechanischen oder optischen Vorrichtung, z. B. Lichtquelle h und lichtelektrische Entladungsanordnung i, kann eine selbsttätige Aenderung der Temperatur der Rolle f herbeigeführt werden derart, daß der Banddurchhang höchstens innerhalb einstellbarer Grenzen schwankt.

Kl. 18 b, Gr. 15, Nr. 670 304, vom 26. November 1936; ausgegeben am 16. Januar 1939. Ingenieurbüro für Hüttenbau Wilhelm Schwier in Düsseldorf. *Beschickungsmulde zum Einsetzen von Kalk oder anderen Zusatzstoffen in Siemens-Martin-Oefen.*



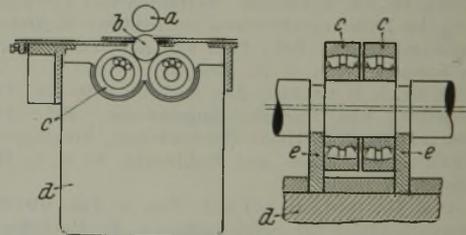
Die Fächermulde wird waagrecht durch die Schlackendecke bis unmittelbar auf das Stahlbad gesenkt. Dreht sich die Mulde im Uhrzeigersinn, so schiebt die Trennwand a und weiterhin der Boden b der Tasche c die Schlackenschicht beiseite, so daß der Inhalt der Tasche c unmittelbar auf die blanke Badoberfläche gelangt und bei weiterem Drehen der Mulde durch die Wand d der Tasche e weitergeschoben wird, worauf der Inhalt der Tasche e auf die wieder frei gewordene blanke Badoberfläche entleert wird usw.

Kl. 18 b, Gr. 9, Nr. 670 350, vom 11. Januar 1936; ausgegeben am 17. Januar 1939. Fried. Krupp Grusonwerk, A.-G., in Magdeburg-Buckau. (Erfinder: Dr.-Ing. Friedrich Johannsen, Dr.-Ing. Dietrich Fastje in Magdeburg und Dr.-Ing. Alexander Hauttmann in Essen.) *Verfahren zur Entfernung von Schwefel und anderen schädlichen Beimengungen aus Eisen und Eisenlegierungen.*

Die Mischung aus kleinstückigem Eisen oder Eisenlegierungen, besonders in Gestalt von Eisenluppen, die nach dem Kruppschen Rennverfahren hergestellt wurden, und feinkörnigen Reinigungsmitteln, z. B. Kalziumkarbid, Soda, Kalk usw., wird auf Temperaturen erhitzt, bei denen das Eisen schmilzt, worauf das Reinigungsmittel an die Oberfläche des Bades tritt und vom Eisenbad abgezogen wird.

Kl. 7 a, Gr. 22₀₃, Nr. 670 382, vom 26. Juli 1933; ausgegeben am 18. Januar 1939. Polnische Priorität vom 25. Juli 1932. Thaddeus Sendzimir in Paris. *Walzwerk zum Walzen von Blechen, Bändern u. dgl.*

Die Arbeitswalzen a, b werden auf dem größten Teil ihrer Ballenlänge durch mehrere Stützrollen c unterstützt. Für jede



Arbeitswalze liegen je zwei Stützrollen nebeneinander auf durchgehenden Achsen, die durch mehrere von Querbalken d abgestützte Stege e unterstützt werden. Diese Stege werden unmittelbar in Bohrungen der Querbalken d angeordnet, die entweder mit den Walzenständern aus einem Stück bestehen oder mit ihnen so starr verbunden werden, daß die in den Querbalken auftretenden Biegun gsspannungen auf die Ständer übertragen werden.

Kl. 48 a, Gr. 6₀₀, Nr. 670 403, vom 23. Mai 1936; ausgegeben am 18. Januar 1939. Amerikanische Priorität vom 21. Mai 1935. E. J. Du Pont de Nemours & Company, Inc., in Wilmington, Delaware (V. St. A.). *Verfahren zur elektrolytischen Herstellung von im wesentlichen aus Zinn bestehenden Ueberzügen.*

Der auf Eisen oder kaltgewalztem Stahl galvanisch aufgebraachte Ueberzug enthält außer Zinn als vorwiegendem Bestandteil eine kleine, gegebenenfalls aus einem besonderen Bad oder besonderen Bädern aufgebraachte Menge von Kupfer, Nickel, Silber oder Kobalt oder mehr als einem dieser Metalle. Dieser Ueberzug wird in einem nicht oxydierenden Mittel, z. B. in Talg, auf eine zu seiner Schmelzung ausreichende Temperatur erhitzt und sodann durch Abkühlen wieder verfestigt, um einen glatten und spiegelähnlichen Ueberzug zu erhalten.

Die Leistung der Warmwalzwerke sowie der Hammer- und Preßwerke im Deutschen Reich*) im März 1939¹⁾. — In Tonnen zu 1000 kg.

Sorten	Rheinland und Westfalen	Sieg-, Lahn-, Dillgebiet u. Oberhessen	Schlesien	Nord-, Ost- und Mittel- deutschland	Sachsen	Süd- deutsch- land	Saar- land	Ostmark einschl. Sudeten- gau ^{***)}	Deutsches Reich insgesamt	
	t	t	t	t	t	t	t	t	März 1939 t	Februar 1939 t
März 1939: 27 Arbeitstage; Februar 1939: 24 Arbeitstage										
A. Walzwerksfertigerzeugnisse, Preß- und Schmiedestücke										
Eisenbahnoberbaumstoffe	106 160	—	10 260	—	6 101	—	19 088	—	141 609	114 809
Formstahl von 80 mm Höhe u. darüber einschl. Breitflanschträger	44 684	—	29 134	—	4 341	—	35 396	—	113 555	96 685
Stabstahl einschl. Spundwandstahl so- wie kleiner Formstahl unt. 80 mm Höhe	303 875	6 196	50 177	—	47 495	—	65 351	19 618	492 712	419 416
Bandstahl	63 809	—	4 189	—	1 578	—	15 630	4 618	89 824	76 741
Walzdraht	87 068	7 902 ²⁾	—	—	—	—	16 212	8 977	120 159	118 186
Universalstahl	26 688	—	—	—	—	—	—	—	39 298	33 548
Grobbleche (von 4,76 mm und darüber)	132 719	—	—	20 975	—	—	12 151	2 408	168 253	149 355
Mittelbleche (von 3 bis unter 4,76 mm)	19 467	1 840	—	7 243	—	—	5 608	633	34 791	31 144
Feinbleche (über 1 bis unter 3 mm) . .	36 752	14 858	—	11 362	—	—	8 996	1 418	73 386	60 403
Feinbleche (über 0,32 bis 1 mm einschl.)	29 367	8 053	—	9 950	—	—	5 024	3 121	55 515	53 320
Feinbleche (bis 0,32 mm einschl.) . .	7 107	—	—	1 409 ⁴⁾ 2 ¹⁰⁾	—	—	—	—	8 516	5 953
Weißbleche (ohne Weißband)	24 404 ⁶⁾ 2 ⁸⁾	—	—	—	—	—	—	—	24 404	20 978
Böhren und Stahlflaschen	87 273	—	—	—	20 016 ⁵⁾	—	—	9 572	116 861	105 139
Rollendes Eisenbahnzeug, unbearb. . .	17 731	—	—	—	3 751 ⁵⁾ 2 ⁹⁾	—	—	—	21 482	19 895
Schmiedestücke ^{**)}	33 438	3 159	—	5 005	—	3 788	—	1 692	47 082	41 275
Sonstige Erzeugnisse der Warmwalz- werke sowie der Hammer- u. Preßwerke	6 405	—	—	5 189	—	3 513	—	1 185	16 292	13 430
Summe A: März 1939	1 008 090	51 527	—	164 997	45 036	37 874	193 014	63 201	1 563 739	—
Februar 1939	878 066	48 128	—	142 975	42 334	32 827	160 973	54 974	—	1 360 277
B. Vorgewalztes u. vorgeschmie- detes Halbzeug, in Summe A nicht enthalten²⁾:										
Summe B: März 1939	48 307	5	—	13 850	—	—	3 848	1 018	67 028	—
Februar 1939	36 347	254	—	17 044	—	—	3 917	712	—	58 274
Summe A und B: März 1939	1 056 397	51 532	—	261 757	45 036	37 874	196 862	64 219	1 630 767	—
Februar 1939	914 413	48 382	—	235 180	42 334	32 827	164 890	55 686	—	1 418 551
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung 1. ausschließlich vorgewalzten und vorgeschmiedeten Halbzeugs (Summe A)									57 916	56 678
2. einschließlich vorgewalzten und vorgeschmiedeten Halbzeugs (Summe A und B)									60 399	59 106
Januar bis März 1939: 77 Arbeitstage; Januar bis März 1938: 76 Arbeitstage										
A. Walzwerksfertigerzeugnisse, Preß- und Schmiedestücke										
Eisenbahnoberbaumstoffe	270 942	—	30 146	—	17 810	—	57 012	—	375 910	292 575
Formstahl von 80 mm Höhe u. darüber einschl. Breitflanschträger	137 341	—	87 841	—	10 395	—	84 795	—	320 372	254 277
Stabstahl einschl. Spundwandstahl so- wie kleiner Formstahl unt. 80 mm Höhe	841 263	17 152	137 973	—	136 428	—	185 136	52 888	1 370 840	1 215 024
Bandstahl	180 152	—	11 992	—	3 455	—	41 724	10 303	247 626	234 211
Walzdraht	275 857	22 511 ³⁾	—	—	—	—	45 459	25 998	369 825	331 165
Universalstahl	72 878	—	—	—	—	—	—	—	107 695	81 826
Grobbleche (von 4,76 mm und darüber)	373 273	—	—	58 986	—	—	34 744	9 380	476 383	452 669
Mittelbleche (von 3 bis unter 4,76 mm)	54 306	5 016	—	19 345	—	—	16 311	2 017	96 995	92 701
Feinbleche (über 1 bis unter 3 mm) . .	94 669	42 860	—	29 611	—	—	23 367	4 560	195 067	159 019
Feinbleche (über 0,32 bis 1 mm einschl.)	92 875	25 216	—	28 753	—	—	15 907	7 977	170 728	179 293
Feinbleche (bis 0,32 mm einschl.) . .	19 289	—	—	3 901 ⁴⁾ 2 ¹⁰⁾	—	—	—	—	23 190	18 870
Weißbleche (ohne Weißband)	66 761 ⁶⁾ 2 ⁸⁾	—	—	—	—	—	—	—	66 761	61 966
Böhren und Stahlflaschen	248 006	—	—	—	57 770 ⁵⁾	—	—	26 390	332 166	301 026
Rollendes Eisenbahnzeug, unbearb. . .	56 176	—	—	—	11 821 ⁵⁾ 2 ⁹⁾	—	—	—	67 997	57 606
Schmiedestücke ^{**)}	95 252	8 919	—	14 176	—	11 054	—	4 132	133 533	115 281
Sonstige Erzeugnisse der Warmwalz- werke sowie der Hammer- u. Preßwerke	17 899	—	—	13 753	—	10 165	—	2 547	44 364	23 696
Summe A: Januar bis März 1939 . .	2 845 069	146 853	—	462 976	131 679	106 916	528 753	177 206	4 399 452	—
Januar bis März 1938	2 586 089	155 503	—	425 158	113 268	100 285	475 271	15 631	—	3 871 205
B. Vorgewalztes u. vorgeschmie- detes Halbzeug, in Summe A nicht enthalten²⁾:										
Summe B: Januar bis März 1939 . .	124 945	365	—	49 397	—	—	12 029	2 518	189 254	—
Januar bis März 1938	79 753	597	—	21 631	—	—	11 248	645	—	113 874
Summe A und B: Jan. bis März 1939	2 970 014	147 218	—	750 968	131 679	106 916	540 782	179 724	4 588 706	—
Jan. bis März 1938	2 665 842	156 100	—	660 342	113 268	100 285	486 519	16 276	—	3 985 079
Durchschnittliche arbeitstägliche Gewinnung 1. ausschließlich vorgewalzten und vorgeschmiedeten Halbzeugs (Summe A)									57 136	50 937
2. einschließlich vorgewalzten und vorgeschmiedeten Halbzeugs (Summe A und B)									59 594	52 435

*) Ab 15. März 1938 einschl. Ostmark. **) Ab 1. Oktober 1938 ist die Erhebung an Schmiedestücken geändert worden. ***) Ab 1. Januar 1939 einschl. Sudeten-
gau. — 1) Nach den Ermittlungen der Wirtschaftsgruppe Eisen schaffende Industrie. — 2) Ab 1. Oktober 1938 geänderte Erhebungsart. 3) Einschließlich Süd-
deutschland. — 4) Siehe Sieg-, Lahn-, Dillgebiet und Oberhessen usw. — 5) Ohne Süddeutschland. — 6) Einschließlich Saarland. — 7) Siehe Rheinland und
Westfalen usw. — 8) Einschließlich Ostmark. — 9) Ohne Saarland. — 10) Ohne Schlesien.

Frankreichs Eisenerzförderung im Februar 1939.

Bezirk	Förderung	Vorräte	Beschäftigte
	Februar 1939	am Ende des Monats Februar 1939	Arbeiter
	t	t	
Lotharingen	Metz, Diedenhofen . . .	1 080 723	11 298
	Briey et Meuse . . .	1 132 903	11 309
	Longwy et Mézières . . .	161 841	1 487
	Nanzig . . .	68 758	932
Normandie . . .	134 002	145 195	2 472
Anjou, Bretagne . . .	29 634	111 673	920
Pyrenäen . . .	9 208	8 743	565
Andere Bezirke . . .	2 101	12 576	46
Zusammen	2 619 170	3 905 155	29 029

Herstellung an Fertigerzeugnissen aus Fluß- und Schweißstahl in Großbritannien im Februar 1939¹⁾.

	Januar 1939 ²⁾	Februar 1939
	1000 t zu 1000 kg	
Flußstahl:		
Gußstücke (Fertiggewicht)	9,9	10,6
Schmiedestücke	24,9	24,0
Grobbleche 4,76 mm und darüber	91,9	92,7
Mittelleche von 3,0 bis unter 4,76 mm	7,3	10,9
Bleche unter 3,0 mm	67,0	64,8
Weiß-, Matt- und Schwarzbleche	54,5	57,7
Verzinkte Bleche	18,9	20,8
Schienen von rd. 20 kg/m und darüber	26,7	32,7
Schienen unter rd. 20 kg/m	4,0	4,4
Rillenschienen für Straßenbahnen	0,6	1,0
Schwellen und Laschen	1,3	1,6
Formstahl, Träger, Stabstahl usw.	226,4	235,6
Walzdraht	50,2	44,3
Bandstahl und Röhrenstreifen, warmgewalzt	44,3	45,9
Blankgewalzte Stahlstreifen	18,4	17,9
Federstahl	5,7	5,6
Zusammen	652,0	670,5
Schweißstahl:		
Stabstahl, Formstahl usw.	10,4	10,1
Bandstahl und Streifen für Röhren usw.	2,3	2,7

¹⁾ Nach den Ermittlungen der British Iron and Steel Federation.
²⁾ Teilweise berichtigte Zahlen.

Rumäniens Bergbau und Eisenindustrie im Jahre 1937¹⁾.

Förderung oder Erzeugung an	1934 t	1935 ²⁾ t	1936 ²⁾ t	1937 t
Steinkohle	228 336	278 292	292 569	303 273
Braunkohle	1 623 958	1 649 761	1 671 804	1 878 713
Eisenerz	83 590	93 813	108 429	129 004
Manganhaltiges Eisenerz	12 057	19 795	33 856	50 749
Roheisen	57 494	82 146	96 908	127 176
Flußstahl	175 296	213 086	226 446	237 412
Halbzeug	153 880	186 600	193 380	207 000
Fertigerzeugnisse	186 201	247 439	245 299	259 829
davon:				
Stab- und Formstahl	73 742	118 205	93 445	130 600
Walzdraht	31 147	31 187	55 869	35 509
Bandstahl	10 425	10 030	12 722	13 904
Schienen für Eisen- und Straßenbahnen	13 480	16 238	13 348	12 786
Laschen	2 847	5 860	4 338	5 212
Grobbleche	16 196	19 606	22 648	21 478
Feinbleche	34 689	38 290	36 811	35 561
Radreifen	3 675	8 023	6 118	4 779

¹⁾ Nach dem Bericht der Union des Industries métallurgiques et minières de Roumanie für das Jahr 1937. — ²⁾ Teilweise berichtigte Zahlen.

Im Jahre 1937 waren in Rumänien 9 Hochöfen vorhanden, von denen 5 unter Feuer standen. Von der Roheisenerzeugung entfielen 78 044 (1936: 65 989) t auf basisches Siemens-Martin-Roheisen, 47 667 (30 326) t auf Gießereiroheisen und 1465 (593) t auf Spiegelroheisen. Von der Stahlerzeugung waren 188 376 (177 346) t Siemens-Martin-Stahl und 49 036 (49 100) t Elektrostahl; die Herstellung an Stahlrohblöcken betrug 229 419 (220 293) t, an Stahlguß 6032 (4916) t und an Sonderstahl-Rohblöcken 1961 (1237) t.

Eingeführt wurden im Jahre 1937: 98 887 t Eisenerz, 24 082 t Schrott (Verbrauch insgesamt 194 627 t), 5737 t Roheisen, 2406 t Rohblöcke, 73 857 t Halbzeug und 12 270 t Fertigerzeugnisse.

Wirtschaftliche Rundschau.

Der deutsche Eisenmarkt im April 1939.

I. RHEINLAND-WESTFALEN. — Am 20. April hat das deutsche Volk den fünfzigsten Geburtstag des Führers mit den Gefühlen tiefsten Dankes und höchster Verehrung begangen. Was Adolf Hitler auf außen- und innenpolitischem Gebiete geleistet hat, gehört bereits der Geschichte an. Nicht minder bedeutsam ist aber sein Wirken im Bereiche der Wirtschaft, wie es in deren gewaltigem Aufschwung seit der Machtübernahme zum Ausdruck kommt. Das Statistische Reichsamt gibt in „Wirtschaft und Statistik“¹⁾ darüber einen zahlenmäßigen Nachweis, dem wir folgende Angaben entnehmen: „Das deutsche Volkseinkommen (im Altreich), der umfassendste Ausdruck für den Erfolg der nationalsozialistischen Arbeits- und Erzeugungspolitik, hat sich seit dem Jahre 1932 um 70 %, nämlich von 45,2 auf 77 Milliarden *RM* im Jahre 1938, gehoben. Es hat damit den bisher höchsten Stand vom Jahre 1929 (75,9 Milliarden *RM*) um mehr als 1 Milliarde *RM* überschritten. Da sich die Preise der Güter des täglichen Lebensbedarfs noch um etwa 18 % unter dem Stand von 1929 bewegen, überschreitet der Realwert des deutschen Volkseinkommens den Stand von 1929 noch beträchtlich mehr. Das beweist auch die Meßzahl der gewerblichen Erzeugung, die im Jahre 1938 um 26 % über den Stand von 1929 hinausgeht. Innerhalb der gewerblichen Erzeugung hat vor allem die Industrie ihre Kräfte wieder voll entfalten können; sie beschäftigte Ende 1932 3,7 Mill. Arbeiter und hat bis Ende 1938 wieder 3,8 Mill. Arbeiter eingestellt. Mit 7,5 Millionen überschreitet die Zahl der in der Industrie tätigen Arbeiter den Stand von 1929 (6,2 Millionen) um 21 %. Im Jahre 1932 wurden in der deutschen Industrie 7,9 Milliarden, im Jahre 1938 aber 17,4 Milliarden Arbeiterstunden geleistet. Von der industriellen Arbeiterschaft wurden im letzten Krisenjahr (1932) 5,4 Milliarden *RM* und im Jahre 1938 13,4 Milliarden *RM* (ohne Gemeinschaftslohn) verdient, das sind also 8 Milliarden *RM* oder 148 % mehr als im Jahre 1932 und auch mehr als im Jahre 1929 (13,3 Milliarden *RM*), obwohl die Löhne und die Preise gegenwärtig im Durchschnitt niedriger sind als während der letzten liberalistischen Hochkonjunktur. Trotz erheblicher Beschränkung der Einfuhr hat sich der Verbrauch des deutschen Volkes an Lebensmitteln seit

der Machtergreifung beträchtlich gehoben. Insgesamt haben die Umsätze im Einzelhandel seit 1932 um 11,3 Milliarden *RM* oder um 50 %, nämlich von 22,7 Milliarden *RM* auf 34 Milliarden Reichsmark im Jahre 1938 zugenommen. Im Gefüge des vom Einzelhandel vermittelten Gesamtumsatzes haben vor allem die Umsätze an Webwaren und Bekleidung (um 70 %) und die Umsätze an Hausrat und Wohnbedarf (um 104 %) sehr viel stärker als der Gesamtumsatz zugenommen. Dementsprechend ist auch ihr Anteil am Gesamtumsatz im Jahre 1938, nämlich der Anteil von Webwaren und Bekleidung, von 26 % im Jahre 1932 auf 29 % und der Anteil von Hausrat und Wohnbedarf von 11 % auf 14 % im Jahre 1938 gewachsen, während der Anteil der Einzelhandelsumsätze in Nahrungs- und Genußmitteln von 46 % auf 41 % zurückgegangen ist.

Die Erzeugungspolitik der nationalsozialistischen Wirtschaftsführung hat mehr oder weniger alle Wirtschaftszweige und Wirtschaftsgebiete der deutschen Volkswirtschaft auf neue sichere Grundlagen gestellt. Das zeigt sich zunächst deutlich in dem Rückgang der wirtschaftlichen Zusammenbrüche. Die Konkurse und Vergleichsverfahren (zusammen) sind seit dem Jahre 1932 von 20 327 auf 3870, also um mehr als 80 %, zurückgegangen; ebenso haben die Zwangsversteigerungen land- und forstwirtschaftlicher Grundstücke von 7060 auf 1700 oder um 76 % und die zwangsversteigerte Fläche von 153 800 ha auf 11 600 ha im Jahre 1938 oder um 93 % abgenommen.

Schon die Angaben über die Entfaltung der industriellen Arbeitskräfte machten deutlich, daß der Arbeiter an der Wiederaufrichtung von Erzeugung und Einkommen seinen vollen Anteil gehabt hat. Dies gilt auch für die gesamte Arbeiterfolgenschaft der deutschen Volkswirtschaft. Im alten Reichsgebiet waren im Jahre 1932 nur noch 9 985 000 Arbeiter beschäftigt. Im Jahre 1938 standen demgegenüber 16 394 000 Arbeiter in Arbeit und Brot. Die Zahl der beschäftigten Arbeiter hat also seit der Machtergreifung im Altreich um 6,4 Millionen oder um 64 % zugenommen. Das Arbeitereinkommen ist in der gleichen Zeit von 11,3 auf 23,7 Milliarden *RM* oder um 110 % gewachsen. Die Zahl der in der deutschen Volkswirtschaft beschäftigten Angestellten ist in dieser Zeit von 2 690 000 auf 3 966 000, also um 47 % gestiegen, und ihr Einkommen hat sich um 4,1 Milliarden

¹⁾ 19 (1939) Nr. 7.

Reichsmark oder um 71 % erhöht. Beide, das Einkommen der deutschen Arbeiter- und das der Angestellteneffektivität, haben im ganzen den Stand vom Jahre 1929, also den letzten Höchststand vor der Machtergreifung überschritten, während die Löhne und die Preise, gehalten durch den wirtschaftspolitisch notwendigen Preis- und Lohnstopp, im Durchschnitt hinter dem damaligen Stand zurückbleiben. Wenn die Tariflohnsätze nach den Absichten der Reichsregierung seit der Machtübernahme stabil gehalten worden sind, so haben sich die Verdienste des einzelnen Arbeiters im Durchschnitt der industriellen Arbeitergefolgschaft seit der Machtergreifung infolge gesteigerter Akkordleistung, infolge von Leistungszuschlägen und Ueberstundenarbeit, infolge Aufrückens in höhere Tarifstufen dennoch beträchtlich erhöht. Von Ende 1932 bis Ende 1938 ist der Bruttostundenverdienst eines Industriearbeiters um 18 % und der durchschnittliche Wochenverdienst eines Industriearbeiters um 37 % gestiegen.“

Die im Ausland verstärkt betriebene Kriegshetze hat die wirtschaftliche Unternehmungslust in der ganzen Welt weitgehend gelähmt. Demgegenüber hat sich

die deutsche Wirtschaftslage

in der bisherigen Richtung weiter entwickelt. Der hohe Beschäftigungsstand der Wirtschaft beruht nach wie vor maßgeblich auf den Aufträgen der öffentlichen Hand. Durch die Vergrößerung des deutschen Wirtschaftsraums hat sich der Spielraum für den Einsatz öffentlicher Mittel noch erheblich erweitert. In diesem Zusammenhang sei lediglich der große Fahrzeugbeschaffungsplan der Reichsbahn erwähnt, der die Erzeugungsmöglichkeit der in Frage kommenden Werke für die nächsten Jahre nicht nur voll in Anspruch nimmt, sondern sogar stellenweise eine weitere Ausdehnung der Leistungsfähigkeit erforderlich macht.

Ueber die

Entwicklung des Arbeitseinsatzes

im März 1939 teilt das Reichsarbeitsministerium mit:

„Die Zahl der beschäftigten Arbeiter und Angestellten (samt Kranken) hat sich im Monat März 1939 im alten Reichsgebiet um 73 000 auf 20 610 000 erhöht. Damit ist die Entwicklung der Beschäftigung im ersten Vierteljahr 1939 wesentlich anders verlaufen als in der gleichen Zeit des Vorjahres. Während 1938 die Beschäftigung erst im März stärker zunahm, war dies 1939 bereits in den Monaten Januar und Februar der Fall. Im März 1939 war dagegen die Steigerung geringer als im Vorjahr. Der Grund für diese verschiedenartige Entwicklung liegt in den Witterungsverhältnissen, die in diesem Jahre bereits im Januar und Februar die Aufnahme zahlreicher Außenarbeiten gestatteten. Insbesondere galt es, staatspolitisch wichtige Arbeitsvorhaben so rasch wie möglich in Angriff zu nehmen. Der unerwartete Kälterückfall im März verursachte eine vorübergehende Einschränkung der Außenarbeiten, die in einzelnen Landesarbeitsamtsbezirken auch Ende des Monats noch nicht überwunden war.

In diesem Winter war infolge der Grippe in den ersten beiden Monaten des Jahres der Krankenstand ungewöhnlich hoch, senkte sich dann aber im März ganz erheblich um rd. 220 000. Die Zunahme der tatsächlichen Beschäftigung im März war also wesentlich höher, als die Beschäftigungszahlen samt den Kranken erkennen lassen, da im März auch 220 000 Kranke wieder ihre Beschäftigung aufnehmen konnten.

Der Arbeitseinsatz war im Berichtsmonat allorts und in fast allen Wirtschaftszweigen äußerst angespannt. Das Mißverhältnis zwischen der zu bewältigenden Arbeitsmenge und den zur Verfügung stehenden Arbeitskräften wurde immer größer. Während im Vorjahr noch Arbeitslose für den Einsatz zur Verfügung standen, ist diese Reserve heute ausgeschöpft. Bei den noch gezählten Arbeitslosen handelt es sich zum Teil um sogenannte Fluktuationsarbeitslose, das heißt um Personen, die am Stichtag gerade in einem Arbeitswechsel begriffen sind, zum Teil um nichtvermittlungsfähige Personen. Eine Wiedergabe der Zahl dieser Arbeitslosen würde daher nur eine Reserve vortäuschen, die praktisch nicht mehr vorhanden ist. Aus diesem Grunde wird künftig von einer Veröffentlichung der Arbeitslosenzahlen in der Presse abgesehen.

Auch sonstige Personengruppen, die als Arbeitsreserven in Betracht kommen, wie Frauen, die noch nicht oder nicht mehr als Arbeiterinnen tätig waren, Selbständige aus Handwerk und Handel, Heimarbeiter, Rentner, mithelfende Familienangehörige, sind schon bisher weitgehend als Arbeiter und Angestellte eingesetzt worden. Die Steigerung des Beschäftigtenstandes um rd. 4,2 Millionen in der Zeit von Ende März 1938 bis Ende März 1939 war zu einem erheblichen Teil nur durch Heranziehung solcher Kräfte möglich. Die Zahl der beschäftigten Männer hat sich in dieser Zeit um 4,9, die Zahl der beschäftigten Frauen dagegen um 8,6 % vermehrt.“

Mit der amtlichen Feststellung, daß Arbeitslosenzahlen nicht mehr veröffentlicht werden, da sie nur eine nicht mehr vorhandene Reserve an Arbeitskraft vortäuschen würden, dürfte der angespannte Beschäftigungsstand der deutschen Wirtschaft deutlich gekennzeichnet sein. Zwar hat sich auch in England unter dem Einfluß der verstärkten Aufrüstung eine Belegung durchgesetzt. Es ist dort aber bisher nicht gelungen, die Arbeitslosigkeit nennenswert zu verringern. Ihr Umfang ist mit 1,7 Millionen nur wenig geringer als zur gleichen Zeit des Vorjahres. In den Ver. Staaten beträgt die Zahl der Arbeitslosen immer noch mehr als 10 Millionen.

Für die

Entwicklung des Außenhandels im März

ist die starke Steigerung der Umsätze, wobei die Ausfuhrzunahme die Einfuhrerhöhung übertraf, kennzeichnend. Es ist dabei allerdings zu berücksichtigen, daß im März auf Grund der üblichen jahreszeitlichen Bewegung regelmäßig mit einer bedeutenden Ausfuhrzunahme zu rechnen ist.

Im Außenhandel des alten Reichsgebietes

(einschließlich der angrenzenden sudetendeutschen Gebiete) ist, wie nachstehende Uebersicht zeigt, im März gegenüber dem Vormonat die Einfuhr um 6,6 % gestiegen.

	Des alten Reichsgebietes		
	Gesamt-Wareneinfuhr	Gesamt-Warenausfuhr	Gesamt-Warenausfuhr-Ueberschuß
	(alles in Mill. <i>R.M.</i>)		
Monatsdurchschnitt 1935	346,6	355,8	+ 9,2
Monatsdurchschnitt 1936	351,5	397,3	+ 45,8
Monatsdurchschnitt 1937	455,7	492,6	+ 36,9
Monatsdurchschnitt 1938 ¹⁾	454,1	438,1	- 16,0
Dezember 1938 ¹⁾	485,8	479,2	- 6,6
Januar 1939 ¹⁾	409,8	418,4	+ 8,4
Februar 1939 ¹⁾	425,7	388,3	- 37,4
März 1939 ¹⁾	453,9	455,7	+ 1,8

¹⁾ Seit Januar 1938 ohne den Warenhandel mit Oesterreich.

Die Zunahme der Einfuhr, die ausschließlich auf einer Erhöhung der Einfuhrmenge beruht — die Einfuhrpreise waren kaum verändert —, entspricht im wesentlichen der jahreszeitlichen Entwicklung. Dem Wert nach war die Einfuhr des Altreiches im März annähernd ebenso hoch wie im gleichen Monat des Vorjahres, der Menge nach wurde das Märzergebnis 1938 jedoch um mehr als 13 % überschritten. Gestiegen ist von Februar zu März vor allem die Einfuhr im Bereich der gewerblichen Wirtschaft (+ 23,3 Mill. *R.M.*), und zwar waren vor allem Rohstoffe an der Erhöhung beteiligt, jedoch wurde das Vormonatsergebnis auch bei Halb- und Fertigwaren übertroffen. Auf dem Gebiet der Ernährungswirtschaft war die Erhöhung (4,9 Mill. *R.M.*) vergleichsweise gering. Zugenommen hat hier in der Hauptsache die Einfuhr von pflanzlichen Nahrungsmitteln, während das Vormonatsergebnis bei Genußmitteln etwas unterschritten wurde.

Die Einfuhrsteigerung im März entfällt zum größten Teil auf Europa. Von den übrigen Erdteilen war lediglich Amerika (+ 6 Mill. *R.M.*; hauptsächlich Südamerika) an der Erhöhung der deutschen Bezüge beteiligt. Die afrikanischen Lieferungen haben den Vormonatsstand nicht ganz erreicht, die Bezüge aus Asien und Australien waren wenig verändert.

Die Ausfuhr hat um 17 % und damit weit stärker als jahreszeitlich bedingt zugenommen. Die Steigerung ist ausschließlich auf die Erhöhung der Ausfuhrmenge zurückzuführen. Die Ausfuhrpreise waren im Durchschnitt kaum verändert. Während das Februarergebnis 1939 um fast 40 Mill. *R.M.* geringer war als im gleichen Monat des Vorjahres, blieb die Ausfuhr im März dem Wert nach nur um rd. 11 Mill. *R.M.* unter Vorjahreshöhe; der Menge nach wurde das Märzergebnis 1938 um etwa 7 % überschritten. Die Steigerung der Gesamtausfuhr gegenüber dem Vormonat entfällt zum weitaus größten Teil auf den Fertigwarenabsatz. Insgesamt war er um 59,3 Mill. *R.M.* größer als im Februar. Gestiegen ist vor allem die Ausfuhr von Enderzeugnissen (+ 47,3 Mill. *R.M.* = 22,5 %), jedoch wurde die Februarzahl auch bei Vorerzeugnissen beträchtlich überschritten (+ 11,3 %). Der Halbwarenabsatz war insgesamt um 6 Mill. *R.M.* höher als im Vormonat. Bei Rohstoffen sowie Nahrungs- und Genußmitteln war die Veränderung gering.

Alle Erdteile mit Ausnahme von Afrika waren an der Steigerung der deutschen Ausfuhr im März beteiligt. Nach europäischen Ländern hat die Ausfuhr um 42,9, nach Uebersee um 24,4 Mill. *R.M.* zugenommen. Gemessen an den Vormonatsumsätzen war die Erhöhung im letzten Fall stärker als im Absatz nach Europa. Stark gestiegen (+ 49,1 Mill. *R.M.*) ist im Verkehr mit Uebersee besonders die Ausfuhr nach Asien, die in den beiden Vormonaten erheblich gesunken war. Auch nach den amerikanischen Ländern (hauptsächlich Südamerika) hat die Ausfuhr nach einem Rück-

gang in den beiden ersten Monaten dieses Jahres im März wieder zugenommen.

Durch die erheblich stärkere Zunahme der Ausfuhr konnte die Handelsbilanz, die noch im Februar einen Einfuhrüberschuß von 37,4 Mill. *R.M.* ergeben hatte, ungefähr ausgeglichen werden; es ergab sich ein kleiner Ausfuhrüberschuß von 4,8 Mill. *R.M.*

Im Außenhandel Großdeutschlands

Ist im März die Einfuhr auf 504,2 (Vormonat 471,5), die Ausfuhr sehr beträchtlich auf 480,5 (411) Mill. *R.M.* gestiegen. Die Einfuhr Großdeutschlands hat sich somit um 32,7, die Ausfuhr um fast 70 Mill. *R.M.* erhöht. Aus der Gegenüberstellung dieser Ergebnisse mit den Zahlen des alten Reichsgebiets ergibt sich, daß im Außenhandel der Ostmark Einfuhr und Ausfuhr nur um einige Millionen zugenommen haben. Der Einfuhrüberschuß Großdeutschlands, der im Februar von 29 1/2 auf 60 1/2 Mill. *R.M.* bedeutend gestiegen war, hat sich im März auf 23,7 Mill. *R.M.* verringert.

Der Außenhandel in Eisen und Eisenwaren

ging mengenmäßig bei der Einfuhr von 271 800 t im Februar 1939 auf 260 052 t im März zurück. Die Ausfuhr verzeichnet gleichzeitig eine Zunahme von 236 817 t auf 240 791 t, wodurch der Einfuhrüberschuß von 34 983 t im Februar auf 19 261 t sank. Wertmäßig war dagegen ein Ausfuhrüberschuß von rd. 53,5 Mill. *R.M.* festzustellen, wie folgende Uebersicht zeigt:

	Einfuhr	Deutschlands Ausfuhr	Ausfuhrüberschuß (in Mill. <i>R.M.</i>)
Monatsdurchschnitt 1936	7,7	68,1	60,4
Monatsdurchschnitt 1937	9,5	91,6	82,1
Monatsdurchschnitt 1938	12,6	81,2	68,7
Januar 1939	18,4	75,3	56,9
Februar 1939	20,5	66,4	45,9
März 1939	19,0	72,5	53,5

Bei den Walzwerkserzeugnissen allein ergab sich bei der Einfuhr ein Rückgang von 67 350 t im Februar 1939 auf 54 461 t im März. Die Ausfuhr nahm in der gleichen Zeit von 157 290 t auf 158 416 t zu, so daß der Ausfuhrüberschuß von 89 940 t auf 103 955 t anstieg. Die Einfuhr von Roheisen ging von 117 885 t im Februar 1939 auf 111 964 t im März zurück. Die Ausfuhr betrug im Monat März 6856 t gegenüber 5575 t im Vormonat. Infolgedessen verminderte sich der Einfuhrüberschuß von 112 310 t auf 105 108 t.

Der deutsche Eisenmarkt.

Am Inlandsmarkt ist der Bedarf trotz den Feiertagen unvermindert stark geblieben, so daß die Werke in den meisten Erzeugnissen bis zur äußersten Grenze ausgenutzt sind. Da die Vollbeschäftigung der Verbraucherschaft im Inland durchweg anhält, dürften sich die Umsatzzahlen in der nächsten Zeit im Durchschnitt voraussichtlich auf der bisherigen Höhe halten. Nach wie vor konnte die Versorgung nur den dringenden Bedarf decken. Auch ältere Kontingentmengen, die während des Berichtsmonats ausgeliefert werden sollten, müssen zum Teil nochmals zurückgestellt werden. Die Versorgung der Händlerlager hat sich kaum gebessert.

Die unmittelbaren Auswirkungen des Anschlusses der böhmisch-mährischen Eisenwirtschaft auf die Lage am deutschen Eisenmarkt werden voraussichtlich begrenzt bleiben. Zwar steht jetzt ein Erzeugungsmehr von 1,55 Mill. t Rohstahl (1937) zur Verfügung, das aber zunächst den voraussichtlich jetzt schnell wachsenden Bedarf der großen eisenverarbeitenden Industrie des Protektorats decken muß. Die Versorgung der Verbraucher im Sudetenland durch die tschechischen Hüttenwerke war durch Wirtschaftsvereinbarungen auch bisher schon gesichert, darüber hinaus übernimmt der Stahlwerksverband gewisse Mengen auch für das Altreich. Insgesamt erreichen die Zuschußmengen etwa 30 000 t je Monat.

Die Erzeugung (einschließlich Ostmark, bei Rohstahl und den Walzwerkserzeugnissen auch einschließlich Sudetengau) entwickelte sich bis Ende März wie folgt:

	Februar	März
	t	t
Roheisen: insgesamt	1 528 807	1 729 892
arbeitstäglich	54 600	55 803
Rohstahl: insgesamt	1 955 120	2 214 850
arbeitstäglich	81 463	82 031
Walzwerkfertigerzeugnisse: insgesamt	1 360 277	1 563 759
arbeitstäglich	56 678	57 916

Ende März waren von 174 (Februar 174) vorhandenen Hochöfen 147 (148) in Betrieb und 3 (2) gedämpft.

Auf dem Auslandsmarkt

ist die Kauflust in den letzten Wochen etwas stärker geworden, was teilweise — ähnlich wie in der Septemberkrise — mit der

politischen Unruhe und den dadurch ausgelösten Befürchtungen der Auslandskundschaft zusammenhängen dürfte. Auch die deutschen Verkaufsergebnisse sind auf den meisten Marktgebieten bereits etwas besser geworden. Infolge des Abbaues von vertraulichen Preisnachlässen ist die Preishaltung verschiedentlich etwas fester geworden. Das ändert nichts daran, daß sich die Tätigkeit von Außenseitern nach wie vor auf manchen Marktgebieten recht störend bemerkbar macht. Mit den Amerikanern haben am 18. April erneute Verhandlungen stattgefunden. Das schließlich erzielte Ergebnis stellt insgesamt eine gewisse Lockerung der von den amerikanischen Werken in den bisherigen Abmachungen übernommenen Bindungen dar. Es gilt das besonders für Geschäfte auf den Fernostmärkten.

Verkehrslage und Frachten.

Bei der Reichsbahn ist es im allgemeinen nicht zu Schwierigkeiten in der Wagengestellung gekommen. Die Verkehrssperren nach der Ostmark und den sudetendeutschen Direktionsbezirken sind inzwischen aufgehoben worden. In der Rheinschiffahrt war bei im allgemeinen günstigem Wasserstand das Geschäft den ganzen Monat über ruhig. Auch nach den Feiertagen hat sich noch keine wesentliche Belebung entwickelt. Das spiegelt sich auch auf dem Frachtenmarkt der Rhein-Ruhr-Häfen wider, der unverändert lag. Der Kohlenverkehr der Duisburg-Ruhrorter Häfen betrug im ersten Vierteljahr 2,28 Mill. t gegen 3,65 Mill. t in der Vergleichszeit des Vorjahres. Der Rückgang entfällt vornehmlich auf den Verkehr nach Holland, während die nach oberrheinischen Plätzen verladenen Mengen noch um ein geringes gestiegen sind. Auch im Rhein-See-Geschäft hat der Verkehr in der Berichtszeit nachgelassen. Gegen Monatsende machte sich ein leichter Aufschwung bemerkbar.

Die Lage der Schifffahrt auf den westdeutschen Kanälen war unverändert.

Am Weltfrachtenmarkt zeigten die Raten durch umfangreichere Verladungen von Getreide- und Futtermitteln eine festere Haltung. Im letzten Drittel des Monats April wurden sogar Frachtschläge gefordert und auch bezahlt. Infolge der gespannten politischen Verhältnisse in Europa hat die Lage an den Mittelmeermärkten kaum eine Veränderung erfahren. Die abgeschlossenen Erzfrachten weisen nur vereinzelt kleine Verbesserungen auf. Für Erzverschiffungen mit Dampfern handelslicher Größe wurden für Verladungen nach Rotterdam notiert:

von Algier	sh 7/3,	von La Goulette	sh 6/3,
von Bona	sh 6 1/2,	von Casablanca	sh 4/- flo.

Von Nordspanien ist außer einigen Abschlüssen für Erzverladungen mit deutschen Dampfern nach Rotterdam noch eine Notierung für holländischen Raum von Bilbao nach Ymuiden zu 5/3 sh bekannt geworden; außerdem wurden wieder Verladungen nach England vorgenommen, für die eine Fracht von 6/- sh angelegt werden mußte. Für Manganerzverschiffungen von Poti wurde ein Dampfer zu 10/3 sh nach Rotterdam gemietet. Die Erzfrachtraten von Rio de Janeiro nach Europa zogen vorübergehend leicht an. Für die Beförderung von Wabana-Erz nach Rotterdam werden derzeit 6 sh gefordert.

Die flauere Lage des Nordostsee-Frachtengeschäftes hielt auch in den letzten Wochen an, da der Raumbedarf der Befrachter für die Erzverladungen von den skandinavischen Häfen zum weitaus größten Teil gedeckt ist. Einzelne Abschlüsse holländischer Dampfer von Narvik nach Rotterdam wurden zu 3,50 sKr je t getätigt.

Rohstoffe.

1. Brennstoffe.

Im Ruhrbergbau ist die arbeitstäglich Kohlenförderung im März gegenüber Februar nahezu unverändert geblieben. In den beiden ersten Aprilwochen lag die Förderung zwar um etwa 4,2% über dem Märzergebnis, die im Zusammenhang mit der am 1. April 1939 in Kraft getretenen Arbeitszeitverlängerung erwartete Mehrförderung von rd. 12% ist aber bei weitem noch nicht erreicht worden. Ueber die sonstige Entwicklung unterrichtet nachstehende Uebersicht.

	März 1939	Februar 1939	März 1938
Verwertbare Förderung	11 324 621 t	10 060 850 t	11 380 546 t
Arbeitstäglich Förderung	419 430 t	419 202 t	421 502 t
Koksgewinnung	3 102 893 t	2 806 403 t	2 821 733 t
Tägliche Koksgewinnung	100 093 t	100 229 t	91 024 t
Beschäftigte Arbeiter	310 718	311 526	312 176

Der Kohlenabsatz war weiterhin unverändert stark angespannt. Da der April nur 22 Arbeitstage hatte gegenüber 27 im Monat März, zeigte die Förderung einen recht erheblichen Rückgang. Die Mehrförderung je Arbeitstag auf Grund der seit dem 1. April eingeführten verlängerten Schichtzeit war verhältnismäßig gering, da sie durch den Fortfall der bisher verfahrenen Ueberschichten und vor allem durch das Einsetzen des Urlaubs

Die Preisentwicklung im Monat April 1939.

April 1939		April 1939		April 1939	
	<i>R.M.</i> je t		<i>R.M.</i> je t		<i>R.M.</i> je t
Kohlen und Koks:					
Fettförderkohlen	14,—	Siegerländer Stabreisen, Fracht-		S. 131] gewährten Sonder-	
Gasflämmförderkohlen	14,50	grundlage Siegen	66,—	vergütungen je t von 3 <i>R.M.</i>	
Kokskohlen	15,—	Siegerländer Zusatzreisen,		bei Halbzeug, 6 <i>R.M.</i> bei	
Hochofenkoks	19,—	Frachtgrundlage Siegen:		Bandstahl und 5 <i>R.M.</i> für die	
Gießereikoks	20,—	weiß	76,—	übrigen Erzeugnisse bereits	
Erz:		melirt	78,—	abgezogen.	
Roßspat (tel quel)	13,60	grau	80,—	Rohblöcke ²⁾	Frachtgrund-
Gerösteter Spateisenstein	16,—	Kalt erblasenes Zusatzreisen der		Vorgew. Blöcke ²⁾	lage
Roteisenstein (Grundlage 46 %		kleinen Siegerländer Hütten,		Knüppel ²⁾	83,40
Fe im Feuchten, 20 % SiO ₂ ,		ab Werk:		Platinen ²⁾	90,15
Skala ± 0,28 <i>R.M.</i> je % Fe,		weiß	82,—	Neunkirchen	96,45
± 0,14 <i>R.M.</i> je % SiO ₂ ab Grube	10,90 ¹⁾	melirt	84,—	oder Neun-	100,95
Flußeisenstein (Grundlage 34 %		grau	86,—	Stabstahl	110/104 ³⁾
Fe im Feuchten, 12 % SiO ₂ ,		Spiegeleisen, Frachtgrundlage		Formstahl	107,50/101,50 ³⁾
Skala ± 0,33 <i>R.M.</i> je % Fe,		Siegen:		Bandstahl ⁵⁾	127/123 ⁴⁾
± 0,16 <i>R.M.</i> je % SiO ₂ ab Grube	9,60 ¹⁾	6—8 % Mn	78,—	Universal-	115,60
Oberhessischer (Vogelsberger)		8—10 % Mn	83,—	stahl ⁵⁾	
Brauneisenstein (Grundlage		10—12 % Mn	87,—	Kesselbleche S.-M.,	
45 % Metall im Feuchten,		Gießereiroheisen IV B, Fracht-		4,76 mm u. darüber:	
10 % SiO ₂ , Skala ± 0,29 <i>R.M.</i>		grundlage Apach	55,—	Grundpreis	129,10
je % Metall, ± 0,15 <i>R.M.</i> je		Temperroheisen, grau, großes		Kesselbleche nach d.	
% SiO ₂ ab Grube	10,40 ¹⁾	Format, ab Werk	75,50	Bedingungen des	
Manganarmer Brauneisenstein		Ferrosilizium (der niedrigere		Landdampfkessel-	Fracht-
(Grundlage 32 % Fe im Feuch-		Preis gilt frei Verbrauchs-		4,76 mm u. darüber:	grund-
ten, 3 % Mn, Skala ± 0,25 <i>R.M.</i>		station für volle 15-t-Wagen-		34 bis 41 kg Festig-	lage
je % Fe, ± 0,50 <i>R.M.</i> je % Mn)		ladungen, der höhere Preis		keit, 25 % Dehnung	Essen
ab Grube	10,50	für Kleinverkäufe bei Stück-		Kesselbleche nach d.	oder
Schrott, Höchstpreise [vgl.		Lager):		Werkstoff- u. Bau-	Dillingen-
Stahl u. Eisen 56 (1936 S.1465):		90 % (Staffel 10,— <i>R.M.</i>) .	410—430	vorschrift. f. Land-	Saar
Stahlschrott	42	75 % (Staffel 7,— <i>R.M.</i>) .	320—340	dampfkessel, 35 bis	
Schwerer Walzwerksschrott	46	45 % (Staffel 6,— <i>R.M.</i>) .	205—230	44 kg Festigkeit .	
Kernschrott	40	Ferrosilizium 10 % ab Werk:		Grobbleche	161,50
Walzwerks-Feinblechpakete	41	Skala ± 3,50 <i>R.M.</i> je % und t	81,—	Mittelbleche	127,30
Hydr. gepredte Blechpakete	41	Vorgewalzter u. gewalzter Stahl:		3 bis unter 4,76 mm	130,90
Siemens-Martin-Späne	31	Grundpreise, soweit nicht an-		Feinbleche	
Roheisen:		ders bemerkt, in Thomas-		bis unter 3 mm im Flamm-	
Gießereiroheisen		Handelsgüte. — Von den		ofen geglüht, Frachtgrund-	
Nr. I } Frachtgrundlage	68,50	Grundpreisen sind die vom		lage Siegen	144,— ⁷⁾
Nr. III } Oberhausen	63,—	Stahlwerksverband unter den		Gezogener blanker	
Hämatit }	69,50	bekanntesten Bedingungen [vgl.		Handelsdraht	Fracht-
Kupferarmes Stabreisen, Fracht-		Stahl u. Eisen 52 (1932)		Verzinkter Handels-	grund-
grundlage Siegen	66,—			draht	lage
				Drahtstifte	195,—
					Ober-
					hausen
					173,50

¹⁾ Vom 1. November 1938 an wird auf die Rechnung für Erze von Lahn, Dill und Oberrhein außer dem seit 1. August 1937 gültigen Zuschlag von 8 % bei Lieferungen von 1 bis 100 t erhöht sich der Preis um 2 *R.M.*, von 100 bis 200 t um 1 *R.M.*. — ²⁾ Preise für Lieferungen über 200 t. — ³⁾ Frachtgrundlage Neunkirchen-Saar. — ⁴⁾ Frachtgrundlage Homburg-Saar. — ⁵⁾ Frachtgrundlage Oberhausen oder Homburg-Saar. — ⁶⁾ Frachtgrundlage Oberhausen oder Dillingen-Saar. — ⁷⁾ Abzüglich 5 *R.M.* Sondervergütung je t vom Endpreis.

sehr ungünstig beeinflusst wurde. Besonders knapp waren bisher Kokskohlen, Förderkohlen und Stückkohlen. Die Nachfrage in Hausbrandsorten ließ in Erwartung der üblicherweise im Mai eingeführten Sommerpreise etwas nach. Die Versorgung der Industrie und die Belieferung der deutschen Seehäfen mit Bunkerkohlen war unzureichend. Die Reichsbahn erhielt nur knapp die für den laufenden Betrieb benötigten Mengen. Bedauerlicherweise konnten bei der Ausfuhr die Rückstände nicht aufgeholt werden. Auch bei Neuabschlüssen mußte sich das Syndikat Beschränkungen auferlegen.

Bei Hochofen- und Gießereikoks bewegte sich die Nachfrage in Höhe der Vormonate. Da von der Kundschaft mit dem Wiedereintreten der Sommerpreise für Brechkoks ab 1. Mai gerechnet wird, ging der Brechkoksabsatz sehr stark zurück. Trotzdem wurden auch hier die entsprechenden Vorjahrmengen erheblich überschritten.

2. Eisenerze.

Die Belegung auf dem Erzmarkt hat im April sichtbare Fortschritte gemacht. In England sind seit Beginn des Jahres etwa 20 Hochöfen wieder in Betrieb genommen worden. Die Erzzufuhr aus dem Ausland hat jedoch noch keine nennenswerte Steigerung erfahren, da die Hütten über sehr große Lagerbestände verfügen. Neue Abschlüsse sind kaum getätigt worden, dagegen ist eine wesentliche Fördersteigerung der Cleveland-Gruben zu verzeichnen.

In Frankreich übertrug sich die Belegung in der Industrie noch nicht auf den Erzmarkt, da der Absatz nach Deutschland zu stark zurückgegangen ist. Die Gruben leiden sehr unter den Kontingentierungsmaßnahmen der Regierung. Die Förderung im Januar und Februar 1939 war die niedrigste seit 1935; die Anflagerungen belaufen sich auf fast 4 Mill. t.

Die luxemburgischen Gruben haben unter dem französisch-belgischen Abkommen sehr zu leiden, wonach die belgischen Werke nur einen etwaigen Mehrbedarf in Luxemburg decken. Die Zufuhren nach Deutschland werden sich auf der bisherigen Höhe halten und vermutlich in den nächsten Monaten sogar eine Verstärkung erfahren.

Die südspanischen Gruben sind anscheinend vor größeren Schäden und Zerstörungen bewahrt geblieben. Dank der weitgehenden regierungsseitigen Unterstützung darf damit gerechnet werden, daß in Kürze wieder normale Verhältnisse in diesem wichtigsten Erzgebiet Spaniens einkehren und die Verschiffungen wieder einsetzen.

Die Verladungen von den schwedischen und norwegischen Häfen gehen in ungeschmälertem Umfang vor sich. Es ist nicht ausgeschlossen, daß infolge des guten Standes der Clearing-Konten mit Deutschland in diesem Jahre Höchstzahlen erreicht werden.

Polen fördert die Hälfte seines Erzbedarfs im eigenen Lande. Die Bestrebungen, die einheimischen Bodenschätze heranzuziehen, haben gute Erfolge gezeitigt.

Jugoslawien hat im verflossenen Jahre 1,1 Mill. t Erz ausgeführt, die in der Hauptsache von Deutschland und Ungarn aufgenommen wurden. Die letzthin aufgenommenen Verhandlungen haben zu einem neuen größeren Liefervertrag geführt, so daß also mit einer Steigerung der Förderung und Ausfuhr gerechnet werden kann.

Italien gewann im März rd. 75 000 t Erz. Aus Eritrea ist die erste Ladung von 12 000 t in Neapel eingetroffen. Die Zeit wird nicht fern sein, daß Italien nicht mehr auf den fremdländischen Markt angewiesen ist.

Aus Kanada wird gemeldet, daß am Lake Superior auf kanadischem Gebiete ein bedeutendes Erzvorkommen gefunden worden ist. Nach den bis jetzt vorliegenden Ergebnissen der Tiefbohrungen stehen etwa 100 Mill. t Erz mit 55 bis 60 % Fe an.

3. Manganerze.

Die unerwartet starke Steigerung der Rohstahlerzeugung in den hauptsächlichsten Industrieländern gab dem Markt einen Auftrieb, der sich jedoch noch nicht in Neukäufen oder in einer verstärkten Zufuhr auswirkte. Die Anhäufung großer Bestände auf den Hütten und Gruben dürfte den Bedarf noch für längere Zeit decken, und es wird zunächst nicht notwendig sein, die Förderung zu erhöhen. Das Angebot ist immer noch sehr stark, und die Preise sind gedrückt.

4. Schrott.

Die Schrottmarktlage hat im Monat April keinerlei Veränderung erfahren, und die vom Handel angebotenen Mengen konnten ohne Schwierigkeiten den Verbrauchswerken zugeführt werden. Infolge geringerer Auslandsmengen ist der Bedarf der schrottverbrauchenden Werke nach wie vor sehr groß.

Erzeugnisse.

Auf dem Roheisen-Inlandmarkt trat keine nennenswerte Aenderung der Verhältnisse ein. Die im März beobachtete Belegung auf den Auslandsmärkten setzte sich auch im April fort

und führte allenthalben zu verstärkten Käufen. Es zeigte sich vor allem lebhafter Wunsch nach langfristiger Eindeckung, und zwar fast auf allen europäischen Märkten. Die Ausfuhrpreise zogen auf der ganzen Linie an und neigen zu einer weiteren Steigung.

In Halbzeug hat das Ausfuhrgeschäft weiterhin nur geringe Bedeutung, während der Inlandsabsatz von seinem bisherigen Umfange kaum etwas eingebüßt hat. Die Abrufe in Formstahl sind in der Berichtszeit etwas angestiegen.

Unvermindert dringlich und groß sind vor allem die Bestellungen aus dem Inland am Stabstahlmarkt geblieben. Auf Grund einer Anordnung der Ueberwachungsstelle dürfen die Bedarfsträger in diesem besonders stark beanspruchten Erzeugnis nur die Mengen bestellen, die ihnen auf Grund eines den Erzeugungsmöglichkeiten der Walzwerke angepaßten Verteilungsplans von der Ueberwachungsstelle zugewiesen worden sind. Bisher wurde die Durchführung der Unterteilung der Kontingente in Stabstahl und anderen Walzwerkserzeugnissen nicht so streng gehandhabt. Es steht zu erwarten, daß durch die neuerdings ausgeübte Kontrolle über die Innehaltung der Sollzahlen wenigstens mit der Zeit eine gewisse Entlastung in der Beschäftigungslage der Stabstahlwalzwerke erreicht wird. Das Auslandsgeschäft hat sich in den letzten Wochen etwas besser angelassen, wobei allerdings die Verkäufe hauptsächlich nach Ländern mit Verrechnungsabkommen und organisierten Märkten getätigt wurden, während das Geschäft nach Devisenländern äußerst schwierig ist.

In Eisenbahnerbauzeug hat die Reichsbahn die üblichen Abrufe für den Maibedarf erteilt. Das Auslandsgeschäft ließ zu wünschen übrig. Die langen deutschen Lieferzeiten machen sich im Wettbewerb mit den westlichen Ländern immer wieder unangenehm bemerkbar.

Der große Geschäftsumfang in Grob- und Mittelblechen und die starke Besetzung der Werke haben sich nicht vermindert, sondern sind eher noch gestiegen. Die Zunahme der Auftragsbestände bedingt entsprechend ausgedehnte Lieferzeiten. An den Bestellungen ist vor allem der Eisenbahnwagenbau, der sich für den großen Beschäftigungsplan der Reichsbahn rüstet, beteiligt. Der Auslandsabsatz war im ganzen trotz fühlbarem englischen Wettbewerb in bearbeiteten Blechen befriedigend. Auf dem Inlandsmarkt für Handels- und Qualitätsfeinbleche ist keine nennenswerte Veränderung eingetreten. Auch in verzinkten und verbleiten Blechen bewegten sich die Verkäufe nach dem Inland ungefähr auf dem bisherigen Stand. Das Ausfuhrgeschäft hielt sich bei allen Blechsorten in dem bisherigen Rahmen.

Am Röhrenmarkt liefen Inlandsbestellungen in zufriedensstellendem Umfang ein. Zu erwähnen ist ein großer Auftrag in Lokomotiviederöhren für die Reichsbahn. Die Händlerlager konnten mit Zuweisungen etwas stärker bedacht werden. Zur guten Besetzung der Werke trugen auch größere Auslandsaufträge bei.

Das Bandstahlgeschäft zeigte im In- und Ausland keine bemerkenswerten Veränderungen. Die rechtzeitige Heranschaffung ausreichender Halbzeugmengen in Siemens-Martin-Güte bietet nach wie vor Schwierigkeiten, die sich in längeren Lieferzeiten auswirken. Die Ausfuhr hat weiterhin nur geringen Umfang, gekauft wird nur der dringendste Bedarf.

Der Auftragseingang in Walzdraht war gut, und auch das Ausland war verhältnismäßig stark beteiligt. Der Markt für Drahtverfeinerungserzeugnisse war gekennzeichnet durch die Begrenzung der verfügbaren Mengen an Vormaterial. Auf manchen Verwendungsgebieten für gezogenen Draht und Drahtwaren besteht infolge der unzureichenden Walzdrahtmengen kaum die Möglichkeit zur Deckung auch eines Bedarfs, der als wirklich dringend und notwendig bezeichnet werden kann.

Das Geschäft in Gießereierzeugnissen wickelte sich im bisherigen Rahmen ab. Versand- und Bestellungseingang waren befriedigend. Vor allem das Stahlgußgeschäft ist recht gut; auch von den Auslandsmärkten konnten mehrere große Aufträge hereingenommen werden. Das Walzengeschäft läßt weiterhin zu wünschen übrig.

Werkstättenerzeugnisse wurden durchweg gut gefragt. Lebhaftes Geschäft auch auf den Ausfuhrmärkten hatten besonders Schmiedestücke und Weichen zu verzeichnen.

II. SAARLAND. — Die Saargrubenverwaltung konnte dem gesteigerten Brennstoff- und Kokskohlenbedarf der Hütten gerecht werden. Leider war dies bei der Magerkohlenversorgung durch das Ruhrkohlen-Syndikat nicht der Fall, obschon die zunehmende Verhüttung der Doggererze die Verwendung eines völlig druckfesten Koksens zur zwingenden Notwendigkeit macht. Eine Aenderung in der Zuteilung von Magerfeinkohle an Betriebe, die nicht unbedingt auf den Verbrauch von Anthrazitfeinkohle angewiesen sind, wird sich nicht umgehen lassen, und es wird mehr als bisher die Frage geprüft werden müssen, ob sich diese oder jene Industrie mit anderen Sorten behelfen kann. Keinesfalls

darf die Frage der Verhüttung heimischer Erze an der Unmöglichkeit, dafür geeigneten Koks zu erzeugen, scheitern.

In der Erzversorgung hat sich eine Erleichterung bemerkbar gemacht. Die Bedürfnisse der Saarrhütten konnten gedeckt werden, wenn auch die fehlenden Minnetemengen durch andere aus größerer Entfernung bezogene Erze, die dafür eisenreicher sind, ersetzt werden mußten.

Schrott ist in ausreichendem Umfang vorhanden. Stahlwerkskalk und Rohkalksteine dagegen sind infolge des gesteigerten Verbrauchs ziemlich knapp. Man ist im Begriff, die teilweise nicht ausreichenden Betriebe zur Herstellung von gebranntem Stahlwerkskalk auszubauen.

Die Nachfrage nach Walzzeug ist nach wie vor stark, besonders in Stabstahl sind die Anforderungen an die Werke derart groß, daß sie dieselben kaum erfüllen können. Auch in P-Trägern und anderem Formstahl sind die Anforderungen nicht geringer geworden. Obwohl für Bandstahl kürzere Lieferzeiten als für die anderen Erzeugnisse genannt werden können, so ist aber auch hierin die Beschäftigung der Werke für Monate festgelegt. Den Anforderungen der Verfeinerungsindustrie nach Walzdraht konnte im allgemeinen nachgekommen werden, jedoch mußten seit einigen Monaten gewisse Einschränkungen in der Zuteilung erfolgen. In Universalstahl und Blechen ist die Beschäftigung der Werke unverändert sehr stark.

Der durch die außenpolitischen Verhältnisse stark beeinflusste Auslandsmarkt ist weiterhin ruhig, doch lassen gewisse Anzeichen auf eine Belebung des Geschäfts in den nächsten Monaten schließen.

III. SIEGERLAND. — Im Siegerländer Eisenerzbergbau machte sich bei der Förderung des Monats April erstmalig der Einfluß der Verordnung zur Erhöhung der Förderleistung und des Leistungslohnes im Bergbau bemerkbar. Der Förderrückgang infolge der großen Zahl der Feiertage und der deshalb nur zur Verfügung gewesen 23 Arbeitstage — gegenüber 27 im Vormonat — konnte aus diesem Grunde stark gemildert werden.

In der Eisenhüttenindustrie war die Nachfrage nach Roheisen unverändert hoch. Die Versorgung der Abnehmer genügte den gestellten Anforderungen nicht überall. Gleiches gilt für den Halbzeug- und Stabstahlmarkt sowie für die Aufträge in Grob- und Mittelblechen. Trotz aller Anstrengungen ließen sich verlängerte Lieferfristen nicht vermeiden. Auf dem Inlandsmarkt für Handels- und Qualitätsbleche ist keine nennenswerte Veränderung eingetreten. In verzinkten und verbleiten Blechen bewegten sich die Verkäufe nach dem Inland ungefähr auf dem Vormonatsstand. Das Ausfuhrgeschäft hielt sich bei allen Blechsorten in dem bisherigen Rahmen. In Schmiedestücken und Stahlguß war der Geschäftsgang weiterhin lebhaft.

Auf dem Markt für verzinkte Blechwaren konnte die unverändert starke Nachfrage wieder nur im Rahmen der Blechzuteilung und der vorhandenen Arbeitskräfte befriedigt werden. Für mittelschwere und schwere Eisen- und Blechkonstruktionen sowie für die Hammerwerke hielt der drängende Geschäftsgang ebenfalls an. Auch die Eisen- und Walzgießereien berichteten erneut von einem lebhaften Auftrags-eingang und guten Auftragsbeständen. Der Maschinenbau ist nach wie vor überbeschäftigt und bemüht sich laufend, durch Betriebserweiterungen und Verbesserungen, durch Umschulung von Arbeitskräften und Einstellung weiblicher Kräfte seinen Verpflichtungen schnellstens nachkommen zu können. Der Auslandsmarkt zeigt für die weiterverarbeitende Industrie auf verschiedenen Märkten eine gewisse Belebung.

IV. MITTELDEUTSCHLAND. — Der Auftragseingang in Stabstahl war, nachdem der durch die Auftragsperre angewachsene Bedarf bis Ende März im wesentlichen bestellt worden war, wieder einigermaßen normal. In Form- und Universalstahl hielten sich die Neuzugänge im Rahmen der früheren Monatsmengen. In schmiedeeisernen Röhren verfügen die Werke über einen Auftragsbestand für etwa zwei Monate, in gußeisernen Muffendruckrohren für etwa drei Monate. Es bereitet keine Schwierigkeiten, den von der Kundschaft gestellten Anforderungen nachzukommen. Die Berichte über den Absatz von Rohrschlangen, Ueberhitzern und Rohrbogen lauten nach wie vor günstig; auch in Fittings ist die Nachfrage besser geworden. Das Geschäft in Schmiedestücken und Stahlguß ist nach wie vor lebhaft; in Anbetracht der vorliegenden Lieferverpflichtungen fällt es den Gießereien vielfach schwer, neue Aufträge in Stahlguß zu angemessenen Lieferzeiten anzunehmen. In Radreifen konnten Auslandsgeschäfte abgeschlossen werden.

Am Schrottmarkt sind Veränderungen gegenüber dem Vormonat nicht zu verzeichnen. Die aufkommenden Mengen werden von den Werken glatt abgenommen. Ofen- und Maschinengußbruch wird laufend geliefert. Die Roheisen-

Lieferungen bewegen sich im Rahmen der Zuteilungen; aus dem Vormonat bestehende Rückstände werden mit ausgeliefert. Die Lieferung von Koks bleibt zur Zeit hinter den Anforderungen zurück. In bezug auf die Beschaffung von Metallen und Ferrolegierungen bestehen nach wie vor teilweise gewisse Schwierigkeiten.

Rheinisch-Westfälisches Kohlen-Syndikat, Essen.

— Mit dem Monat Mai treten für die nachstehend aufgeführten Sorten Sommerabschläge in der angegebenen Höhe je in Kraft:

Brechkok 1 Brechkok 2 Brechkok 3	Gleichbleibender Abschlag von 1,50 RM für die Monate Mai, Juni, Juli, August.					
	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.
	RM	RM	RM	RM	RM	RM
Anthrazit, I. Gruppe:						
Knabbeln						
Nuß 1	3,00	2,00	1,00	0,75	—	—
Nuß 2						
Nuß 3						
Nuß 1 für Industrie und Zentralheizung	2,00	1,50	1,00	0,50	—	—
Nuß 2 für Industrie und Zentralheizung von Behörden						
Anthrazit, II. Gruppe:						
Knabbeln						
Nuß 1	3,00	2,50	2,00	1,50	1,00	0,50
Nuß 3						
Nuß 2	4,00	3,25	2,50	1,75	1,00	0,50

Bei Anthrazit I. Gruppe werden wie im Vorjahre außer den Sommerabschlägen auf die Sonderpreise für Anthrazitnuß 1 (23 RM je t für Industrie und Zentralheizung) und Anthrazitnuß 2 (23 RM je t für Industrie und Zentralheizung von Behörden) für Streckenbezüge durchlaufend bis März 1940 Sonderzuschläge von 1 bzw. 2 RM je t gewährt, so daß sich die Sommerabschläge auf den Preis von 21 RM für beide Sorten verstehen.

Für den Handel wird für das Kohlenwirtschaftsjahr 1939/40 (April—März) wieder eine Gleichmäßigkeitprämie von 5 RM je t auf Brechkoks 1, 2, 3 sowie auf Anthrazitnuß 1 der I. Gruppe für Zentralheizung und Anthrazitnuß 2 der I. Gruppe für Zentralheizung von Behörden gewährt.

United States Steel Corporation. — Nach dem Bericht der Gesellschaft war das Jahr 1938 sowohl in bezug auf den Geschäftsumfang als auch in den erzielten Ergebnissen eines der schlechtesten in den letzten zwei Jahrzehnten. Zu keiner Zeit reichte die Nachfrage nach Eisen- und Stahlerzeugnissen für eine befriedigende und gewinnbringende Beschäftigung aus. Die zum Absatz bestimmte Stahlerzeugung erreichte nur die Hälfte der Vorjahreszahlen. Gemessen an der Leistungsfähigkeit belief sich der Beschäftigungsstand im Jahresdurchschnitt auf nur 36,2 % gegen 71,2 % im Vorjahre. Bei einer Erzeugungsmöglichkeit von rd. 20,8 Mill. t Roheisen und Eisenlegierungen, 26,2 Mill. t Stahlblöcken und Stahlguß sowie 18,2 Mill. t Fertigerzeugnissen wurden im Berichtsjahre hergestellt: Roheisen und Eisenlegierungen 6 923 280 t, Stahlblöcke und -guß 9 547 729 t, Fertigerzeugnisse 6 667 955 t. Einzelheiten sind aus der folgenden *Zahlentafel 1* ersichtlich, die auch den starken Rückgang gegenüber dem Vorjahre erkennen läßt. Erst in den letzten drei Monaten 1938 setzte eine Besserung der Wirtschaftslage ein, die eine Steigerung des Beschäftigungsgrades auf mehr als 50 % ermöglichte.

Zahlentafel 1.
Erzeugung der United States Steel Corporation.

	1937	1938	Abnahme %
	(in t zu 1000 kg)		
Eisenerzförderung	30 771 218	11 064 715	64,0
Kohlenförderung	24 895 866	14 063 195	43,5
Koksgewinnung	14 416 761	7 117 787	50,6
Kalksteingewinnung	11 903 817	6 332 541	46,8
Roheisen, Spiegeleisen, Ferromangan und Perrosilicium	14 669 566	6 923 280	52,8
Flußstahlblöcke und Stahlguß	18 828 794	9 547 729	49,3
Walz- und andere Fertigerzeugnisse	12 966 463	6 667 955	48,6
Inlandsabsatz und Ausfuhr:			
Gewalzter Stahl und andere Fertigerzeugnisse	12 952 328	6 762 241	47,8
Roheisen, Flußstahl, Eisenlegierungen und Schrott	1 041 760	647 446	37,9
Kalkstein, Kohle, Koks und Eisensers	3 784 072	2 956 097	21,9
Sonstiges und Nebenerzeugnisse	535 540	1 030 546	+ 92,4
Insgesamt	18 313 700	11 396 330	37,8
Wert des In- und Auslandsabsatzes (ohne Verkäufe innerhalb des Trustes)	\$ 964 397 615	\$ 560 508 303	41,9
Wert des Gesamtumsatzes	1 395 549 630	766 673 753	45,0

Unter dem Druck der Verhältnisse wurden mit Beginn des zweiten Halbjahres die Preise für fast alle Stahlerzeugnisse erheblich herabgesetzt und Preisunterschiede bei den verschiedenen Frachtgrundlagen beseitigt¹⁾. Gleichzeitig wurde die Zahl der Arbeiter und Angestellten von 261 293 im Jahresdurchschnitt 1937 auf 202 108 in 1938 oder um 22,7 % vermindert. Durch Arbeitszeitverkürzungen, Feierschichten usw. konnten die Aufwendungen für Löhne und Gehälter dagegen von 442 927 683 \$ in 1937 auf 282 209 332 \$ oder um 36,3 % gesenkt werden. Der Durchschnittslohn je Arbeiter und Stunde erhöhte sich von 86,4 c auf 90,2 c oder um 3,8 %.

Der Abschluß weist einen Verlust von 7 717 454 \$ aus gegenüber einem Reingewinn von 94 944 354 \$ im Jahre 1937. Nach Zahlung einer Dividende von 25 219 677 \$ auf die Vorzugsaktien (7 \$ je Aktie) ergibt sich ein Gesamtverlust von 32 937 131 \$, der aus der Rücklage gedeckt wird. Auf die Stammaktien wurde keine Dividende gezahlt. Aus dem Vorjahresgewinn waren insgesamt 67,25 Mill. \$ Gewinn verteilt und 27,7 Mill. \$ der Rücklage zugeführt worden. Einzelheiten über die Ergebnisse der letzten Jahre enthält die folgende Zusammenstellung.

	Gewinn (+) bzw. Verlust (—) Mill. \$	Dividenden Mill. \$	Beschäftigungsstand in %	Beschäftigtenzahl
1929	+ 197,6	89,07	89,2	224 980
1932	— 71,18	20,72	18,3	158 032
1933	— 36,50	7,21	29,0	172 577
1934	— 21,67	7,21	31,1	189 881
1935	+ 1,15	7,21	38,8	194 820
1936	+ 50,58	50,44	59,3	222 372
1937	+ 94,94	67,25	71,2	261 293
1938	— 7,72	25,22	36,2	202 108

Für Neuanlagen, Werkerweiterungen und Betriebsverbesserungen wurden im abgelaufenen Jahre 70 782 544 \$ aufgewendet gegen 130 799 053 \$ im Vorjahre. In der Bilanz wird der Wert der gesamten Anlagen mit 1175 Mill. \$ (1937: 1418 Mill. \$) angegeben.

¹⁾ Vgl. Stahl u. Eisen 58 (1938) S. 831/32.

Vereins-Nachrichten.

Verein Deutscher Eisenhüttenleute.

Fachausschüsse.

Donnerstag, den 11. Mai 1939, 15.15 Uhr, findet im Eisenhüttenhaus, Düsseldorf, Ludwig-Knickmann-Str. 27, eine

Vollsitzung des Ausschusses für Verwertung der Hochofenschlacke statt mit folgender Tagesordnung:

1. Geschäftliches.
2. Die Schlackenaufbereitungsanlage der Mannesmannröhren-Werke, Abt. Heinrich-Bierwes-Hütte. Berichterstatter: Dipl.-Ing. K. Hupfer, Duisburg-Huckingen.
3. Stand und Aufgaben des Teerstraßenbaues unter

- besonderer Berücksichtigung der Hochofenschlacke. Berichterstatter: Dr. H. Lüer, Essen.
4. Eigenschaften hydraulischer Hochofenschlacke. Berichterstatter: G. Mussgnug, Oberhausen.
5. Ueber die Abhängigkeit der Temperatur-Zähigkeits-Beziehungen saurer Hochofenschlacke von der chemischen Zusammensetzung. Berichterstatter: Professor Dr. K. Endell, Berlin.
6. Verwertungsmöglichkeit der beim sauren Schmelzverfahren anfallenden Schlacken. Berichterstatter: G. Mussgnug, Oberhausen.
7. Verschiedenes.

Arbeitskreis „Eisenhütte“ in der Ostmark.

Hauptversammlung am 20. und 21. Mai 1939 in Leoben.

Einzelheiten werden noch bekanntgegeben werden.

Willi Lorentz †.

Am 25. Februar 1939 verschied nach schwerer Operation der langjährige Betriebschef des Elektrischen Betriebes der Burbacher Hütte, unser Mitglied Willi Lorentz, der dem Verein mehr als drei Jahrzehnte die Treue gehalten hat.

Geboren am 16. Februar 1873 zu Glauchau i. S., besuchte er nach Absolvierung der Realschule die Höhere Gewerbeschule in Chemnitz und arbeitete zunächst zwei Jahre praktisch bei der Helios-Elektrizitätsgesellschaft in Köln. Nachdem er sodann seiner Militärpflicht beim Feldartillerieregiment Nr. 12 in Dresden genügt hatte, besuchte er während vier Semester die Technischen Hochschulen in Hannover und Charlottenburg, um seine Ausbildung zu vervollständigen. Seine ersten Sporen als Elektroingenieur verdiente er sich beim Büro der Helios-Elektrizitätsgesellschaft in Berlin, wo er vier Jahre tätig war. Anschließend führte ihn sein Weg nach Nürnberg, wo er zwei Jahre lang den Posten eines Montage-Ingenieurs bei der Firma Schuckert & Co. bekleidete.

Am 1. April 1901 hatte ihn die Burbacher Hütte in Saarbrücken zur Durchführung der in Aussicht genommenen Elektrifizierung des Werkes gewonnen. Seine erste große Aufgabe war die Errichtung einer Großgasmaschinenzentrale mit einfach wirkenden Deutzer Vierzylindermotoren, die er auch mit dem damals fast noch ungereinigten Gichtgas in Betrieb nahm. Durch das Gelingen dieses Wagnisses wurde Lorentz richtunggebend für die kommende Entwicklung der Hüttenwerkszentralen.

Mit der 1908 erfolgten Erbauung des neuen Thomasstahlwerkes führten seine Betriebserfahrungen, zusammen mit den Arbeiten des späteren Direktors der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft, Herrn Schiebeler, zu der heute Allgemeingut gewordenen Erkenntnis, daß die Bemessung der elektrischen Krausträger nach der Schaltheufigkeit und der Einschaltdauer zu erfolgen hat. Es darf hier nicht unerwähnt bleiben, daß Lorentz der erste war, der eine 400er schwungradlose Blockschere mit Arbeitsreglerantrieb aufstellte.

Sind damit aus seinem technischen Wirken zunächst nur diese wenigen, jedoch bedeutungsvollen Arbeitsgebiete heraus-

gegriffen, so wird man seinem Schaffen in vollem Umfange erst gerecht, wenn man feststellt, daß Lorentz in nahezu 40jähriger Arbeit die Hütte in ihrer elektrischen Ausrüstung von allerkleinsten Anfängen an zu dem in seinen neuzeitlichen Antrieben am besten ausgerüsteten Werk des Saargebietes entwickelt hat, dessen elektrische Anlagen von den liefernden Firmen stets voller Stolz der Kundschaft gezeigt werden.

Mit jugendlichem Schwunge und zähem Arbeitseifer überwand Willi Lorentz alle Schwierigkeiten und schuf sich so das schönste Denkmal des Ingenieurschaffens: den bleibenden Erfolg.

Aber auch ein anderes Denkmal hat er sich in den Herzen aller gesetzt, die mit ihm zusammen arbeiteten: Er war ihnen ein Vorbild peinlicher Gewissenhaftigkeit und treuester Pflichterfüllung, ein fürsorgender Kamerad, ein Mitarbeiter von vornehmer Gesinnung.

Lange Jahre stellte Lorentz seine reiche Erfahrung auch in den Dienst des Gemeinwohls in seiner Eigenschaft als Stadtverordneter von Saarbrücken, als Mitglied der technischen Ausschüsse und des Aufsichtsrates der Straßenbahn.

In seinen Mußstunden liebte Willi Lorentz frohe Geselligkeit bei einem guten Tropfen, wie ihn andererseits auf einsamen Wanderungen stille Freude an der Natur beseelte. Als er am 1. April 1938 nach Vollendung des 65. Lebensjahres in den Ruhestand trat, war er noch so rüstig und so wenig von quälenden

Erscheinungen des Alters belastet, daß ihm von seinem Werk mit frohem Herzen noch lange Jahre der beschaulichen Ruhe nach einem reichen Leben voller Tat und Arbeitsleistung gewünscht werden konnten. Im vergangenen Sommer besuchte er noch seinen Sohn in Amerika. Ein hartes Geschick gönnte ihm jedoch kaum die Frist eines Jahres, um den Lebensabend an der Seite seiner Gattin mit der ihm eigenen Ausgeglichenheit zu genießen.

Alle, die Willi Lorentz gekannt haben, betrauern das Hinscheiden dieses prächtigen Menschen, der mit Recht zu den Pionieren der Elektrotechnik gezählt wird; sie werden seiner stets gern und ehrend gedenken.



W. Lorentz

Änderungen in der Mitgliederliste.

- Buschhaus, Karl Alfred, Dipl.-Ing., Betriebsassistent, Fried. Krupp A.-G., Essen-Borbeck; Wohnung: Dachstr. 38. 35 079
- Chiesura, Anton, Dipl.-Ing., Direktor, Mannesmann-Traulz A.-G., Tiefbohrtechnik u. Maschinenbau, und G. Rumpel A.-G., Wien XXI/8, Scheydgasse 38—40; Wohnung: Wien XIII/89, Kupelwiesergasse 11. 27 044
- Dreyer, Hans, techn. Direktor, Eumuco A.-G. für Maschinenbau, Leverkusen-Schlebusch; Wohnung: Düsseldorf-Oberkassel, Rheinallee 120 a. 22 218
- Erjurtch, Karl, Ingenieur, Österreichische Magnesit A.-G., Radenthein (Kärnten). 38 030
- Fliegenschmidt, Hans, Dr.-Ing., Oberingenieur, „Kronprinz“ A.-G. für Metallindustrie, Solingen-Ohligs; Wohnung: Solingen-Wald, Palmenstr. 11. 28 045
- Henselmann, Josef, Dipl.-Ing., Betriebsdirektor, Klöckner-Werke A.-G., Werk Osnabrück, Osnabrück; Wohnung: Georgsmarienhütte (Kr. Osnabrück). 21 042
- Höbenreich, Josef, Ingenieur, Österreichisch-Alpine Montangesellschaft, Donawitz (Obersteiermark); Wohnung: Trofaiach (Steiermark), Königshofer Gasse 7. 37 177
- Kalteich, Friedr. Wilhelm, Betriebsleiter, Mansfeld A.-G. für Bergbau u. Hüttenbetrieb, Abt. Kupfer- u. Messingwerke, Hettstedt (Südharz); Wohnung: Kirchplatz 4. 38 286
- Kropf, Otto, Dipl.-Ing., Mitteldutsche Stahl- u. Walzwerke Friedrich Flick K.-G., Brandenburg (Havel); Wohnung: Adolf-Hitler-Str. 22. 28 098
- Lohrisch, Oskar, Direktor i. R., Düsseldorf-Grafenberg, Geibelstraße 36. 29 124
- Luhn, Carlheinz, Dipl.-Ing., Fried. Krupp A.-G., Feinblechwalzwerk, Essen; Wohnung: Huyssenallee 65. 35 334
- Malzacher, Hans, Dr. mont., Dr. techn., Bergrat h. c., Generaldirektor, Vorsitz-Stellvertreter der Reichswerke A.-G. für Erzbergbau und Eisenhütten „Hermann Göring“, Linz (Donau); Geschäftsanschrift: Wien I, Friedrichstr. 4. 28 111
- Mann, Emil K., Ing., Direktor u. Verwaltungsrat der Enzesfelder Metallwerke A.-G., Leobersdorf (Niederdonau), Postfach. 07 061

- Meinen, Mathias, Pittsburgh, Pa. (U.S.A.), 841 Rosbury Place. 36 281
- Ochel, Willy, Dipl.-Ing., techn. Direktor, Maschinenbau A.-G. vorm. Ehrhardt & Seher, Saarbrücken; Wohnung: Petersbergstr. 60. 38 314
- Otto, Martin, Dipl.-Ing., Kriegsmarine-Abnahme, Düsseldorf 1, Rheinbahnhof; Wohnung: Karl-Anton-Str. 1, I. 18 078
- Plichta, Paul, Oberingenieur, Gruppenleiter des Reichsverb. der Dt. Luftfahrt-Industrie, Abt. Baustoffprüfung, Solingen-Ohligs; Wohnung: Rheinstr. 34. 38 138
- Raabe, Erich, Dipl.-Ing., Direktionsassistent, Mannesmannröhren-Werke, Abt. Heinrich-Bierwes-Hütte, Duisburg-Huckingen; Wohnung: Düsseldorf 10, Kaiserswerther Str. 132. 26 080
- Riedel, Konrad, Dr.-Ing., Abteilungsleiter, H. A. Brassert & Co., Bauleitung Watenstedt, Watenstedt über Braunschweig; Wohnung: Wolfenbüttel, Hermann-Göring-Plan 8. 28 144
- Rothe, Johannes, Fabrikdirektor a. D., Berlin-Dahlem, Hohenzollerndamm 104. 11 127
- Schirner, Karl, Deutsche Erdöl A.-G., Berlin-Schöneberg, Martin-Luther-Str. 61/66; Wohnung: Berlin-Charlottenburg 9, Karolinerplatz 9. 25 106
- Schmidt, Eugen, Dr.-Ing., Platinschmelze G. Siebert G. m. b. H., Hanau (Main), Leipziger Str. 10. 37 397
- Schotky, Hermann, Dr. phil., Prokurist, Fried. Krupp A.-G., Essen; Wohnung: Essen-Rellinghausen, Hagelkreuz 26. 20 104
- Steinrücke, Kurt, Dipl.-Ing., Eisenwerk-Gesellschaft Maximilianshütte, Sulzbach-Rosenberg (Hütte). 37 427
- Vizenetz, Adolf F., Dipl.-Ing., Rohrwerkschef a. D., Oberingenieur der Demag A.-G., Duisburg; Wohnung: Calcutta (Brit.-Indien), 54. Stephen House. 39 126
- Voss, Hermann, Dr.-Ing., Oberingenieur, Deutsche Edelstahlwerke A.-G., Werk Remscheid, Remscheid; Wohnung: Remscheid-Vieringhausen, Königstr. 123. 24 104
- Wada, Kamekichi, Ing., Nippon Seitetsu K.-K., Seishin (Korea, Japan). 30 159
- Willners, Sven Harry, Bergingenieur, Oberingenieur, Hellefors Bruks A.-B., Hällefors (Schweden). 26 121