

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 65/66 (1915)
Heft: 12

Artikel: Zum heutigen Stand der Rostfrage und neue Gesichtspunkte und Mittel zur Rostverarbeitung
Autor: Zschokke, Bruno
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-32209>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 05.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Zum heutigen Stand der Rostfrage und neue Gesichtspunkte und Mittel zur Rostverhinderung.

Vortrag, gehalten im Zürcher Ingenieur- und Architektenverein am 18. Nov. 1914
von Bruno Zschokke,
Privatdozent und Adjunkt der Schweiz. Materialprüfungsanstalt.

(Schluss von Seite 126.)

Bei Betrachtung der passivierenden Wirkung gewisser Salzlösungen sind dann noch einige weitere Momente zu beachten, die namentlich auch von grosser praktischer Bedeutung sind:

1. Erstens ist die dem Eisen durch gewisse Salzlösungen erteilte sogen. Passivität gegen Rostangriff keine dauernde Eigenschaft, sondern sie dauert nur so lange an, als das Eisen in diesen Lösungen untergetaucht bleibt. Eine gewisse Nachwirkung der Passivierung ist allerdings zu verspüren. So wurde z. B. vom Verfasser ein Flusseisenplättchen zunächst sieben Tage lang in eine 5%ige wässrige Lösung von Natriumbichromat untergetaucht und dadurch passiviert. Nach dem Herausnehmen aus dieser Lösung wurde es mit destilliertem Wasser abgespült und sofort in eine Flasche mit destilliertem Wasser untergetaucht, wobei erst nach sechs Stunden die ersten Anzeichen des Rostens sich bemerkbar machten. Ein anderes Plättchen derselben Eisenqualität, das ohne vorherige Aufbewahrung in Natriumbichromatlösung direkt in destilliertes Wasser getaucht wurde, zeigte dagegen die ersten Rostspuren schon nach einer halben Stunde und war nach sechs Stunden schon stark verrostet. Ein Kontrollversuch ergab fast das nämliche Resultat.

2. Die rostschützende Wirkung passivierender Flüssigkeiten, wenigstens die der chromsauren Alkalien, findet nicht nur bei gewöhnlichen, sondern auch bei höheren Temperaturen statt. Wird z. B. von zwei blanken Flusseisenplättchen das eine während 100 Stunden in gewöhnlichem Leitungswasser, das andere in ebensolchem Wasser unter Zusatz von 1% Natriumbichromat gekocht, so erleidet das erstere einen überaus heftigen Rostangriff, während das zweite im



Abbildung 4.

Gewicht absolut konstant und vollkommen blank bleibt oder höchstens eine Spur anläuft (Abb. 4).

3. Werden gewisse Salzlösungen oder auch feste Körper den rostschützenden Lösungen zugefügt, so wird die passivierende Wirkung der letzteren durch den fremden Zusatz, je nach dessen Natur, entweder nicht beeinflusst, oder aber vermindert, oder schliesslich ganz aufgehoben.

4. Die rostschützende Wirkung speziell der Lösungen von chromsauren Salzen erstreckt sich nicht nur auf diejenigen Eisenteile, die damit in unmittelbarer Berührung stehen, sondern auch noch auf eine gewisse Strecke darüber hinaus. Zum Beweis dafür wurde vom Verfasser ein blank bearbeiteter Abschnitt aus Vierkantstahl (Abb. 5) bis auf die Höhe des horizontalen Querstrichs in ein Gefäss mit 5%iger Natriumbichromatlösung eingetaucht. Um ein Hinaufkriechen der Flüssigkeit am Stab zu verhindern, wurde der Querstrich durch einen schmalen Streifen Fett gebildet. Das Gefäss wurde mit einem Deckel lose verschlossen und der Spiegel der Flüssigkeit durch zeitweiliges Nachgiessen von Wasser stets in gleicher Höhe erhalten. Nach sechs Monaten zeigte sich, dass nur der oberste Teil des Stabes angerostet, dass aber ein bedeutender Teil des aus der Flüssigkeit herausragenden Stabes völlig blank geblieben war. Diese eigentümliche Erscheinung wurde auch noch durch andere Versuche kontrolliert und bestätigt gefunden.

Abbildung 5.

5. Die konservierende Wirkung wässriger Chromsalzlösungen erstreckt sich nicht nur auf Eisen, sondern auch auf andere Metalle und Legierungen, z. B. Kupfer, Messing, Bronze, Zinn und zwar nicht nur auf diese für sich allein, sondern auch in Verbindung mit Eisen. Es ist diese Feststellung von Wichtigkeit, weil ja in der Praxis bei zahlreichen Gerätschaften und Maschinen oft gleichzeitig mehrere der genannten Metalle, in inniger Berührung miteinander, Verwendung finden. So zeigte nach Versuchen des Verfassers ein blank poliertes Kupferplättchen von $4 \times 2,5$ cm Fläche und 6,1364 gr Gewicht nach einjähriger Lagerung in 5%iger Natriumbichromatlösung nicht die Spur einer Aenderung weder im Aeusseren noch im Gewicht, ein analog behandeltes Messingplättchen eine äusserst schwache gelbe Anlauffarbe und eine Gewichtszunahme von 0,0002 gr. Bei einer zweiten Versuchsreihe wurden drei blanken Flusseisenplättchen von $4 \times 2,5$ cm mit je einem gleichgrossen Kupfer-, Bronze- und Zinnplättchen vernietet und während sieben Monaten in 2%iger Natriumbichromatlösung gelagert; alle drei Stücke waren nach Ablauf dieser Zeit noch vollständig blank.

Die vorstehenden Darlegungen geben nun wichtige Fingerzeige für eine wirklich rationelle wissenschaftliche Behandlung der Frage des Rostschutzes. Die bisher hierzu eingeschlagenen Wege können in zwei Hauptgruppen eingeteilt werden:

Der eine Weg besteht darin, dem Eisen bestimmte Metalle beizumischen, d. h. *Legierungen* herzustellen, die einen grösseren Rostschutz gewähren als die blossen Eisen-Kohlenstoff-Legierungen. Sehr gute Ergebnisse erzielt man in dieser Richtung bekanntlich mit hochprozentigen Nickellegierungen, die aber, weil etwa 30% Ni enthaltend, natürlich sehr teuer sind und daher nur ein beschränktes Anwendungsgebiet gefunden haben.

Der andere Weg liegt in der Herstellung *rostschützender Ueberzüge*, die man ihrer Natur nach in vier Gruppen teilen kann. Es sind dies:

- a) Ueberzüge von dunkelbrauner oder schwarzblauer Farbe, die aus Eisenoxydul-oxyd bestehen und nach besondern Verfahren durch Oxydierung der blanken Metallfläche hergestellt werden. (Das sog. „Bläuen“ bzw. „Bräunen“).
- b) Ueberzüge aus fremden Metallen, z. B. Zinn, Zink, Nickel bestehend, die entweder auf feuerflüssigem, elektrolytischem oder neuestens nach dem Schoop'schen Zerstäubungsverfahren aufgetragen werden.
- c) Oelfarbenanstriche, bestehend aus einem in gekochtem Leinöl suspendierten, mineralischen Farbkörper, wobei der Anstrich zufolge allmählicher Oxydation des Farbträgers zu einer zusammenhängenden Haut eintrocknet.
- d) Rostschutzfette und Oele, mit denen nur ein vorübergehender Schutz des Eisens gegen Rost bezweckt wird.

Bei den zuletzt genannten beiden Mitteln, deren Rezepte bekanntlich in die Legion gehen, ist die rostschützende Wirkung nach bisherigen Anschauungen eine rein mechanische. Auf Grund dieser Anschauung war man somit bestrebt, das Eisen mit einem möglichst hermetischen dichten Ueberzug zu versehen, der den Zutritt von Luft und Wasser zum Eisen nach Möglichkeit verhindern soll. Natürlich haben aber alle diese Ueberzüge eine mehr oder minder kurze Lebensdauer.

Der Gedanke liegt nun nahe, die passivierende Wirkung der wässrigen Lösungen gewisser chemischen Verbindungen in besonderem, dazu geeigneten Fällen als Rostschutzmittel zu verwerten. Aus den eingangs erwähnten Heyn'schen Untersuchungen geht hervor, dass speziell die wässrigen Lösungen der Chromsäure und ihrer wasserlöslichen Salze die kräftigste rostschützende Wirkung ausüben und zwar schon in sehr starken Verdünnungen. Die Chromatlösung wirkt dabei auf das Eisen chemisch gar nicht oder höchstens spurenweise ein.¹⁾

Die Fälle, wo verdünnte wässrige Lösungen der Chromsäure oder ihrer Salze direkt als Rostschutzmittel angewendet werden könnten, sind natürlich nicht sehr zahlreich. Es könnten solche Lösungen etwa in Frage kommen, um das Rosten der Innenseite von ausser Betrieb stehenden Dampfkesseln oder Behältern zu verhindern, zum längern Aufbewahren kleinerer, blanker Bestandteile aus Eisen oder Stahl, als Zirkulationsflüssigkeit in Warmwasser-

¹⁾ Vom Vortragenden wurde ein blank poliertes Stück Flusseisen vorgewiesen, das $4\frac{1}{2}$ Jahre lang in einer 1%igen Lösung von Kaliumbichromat lagerte und nicht die mindeste Veränderung zeigte.

heizungen, vielleicht auch als Ersatz jener Flüssigkeiten, die heute an Stelle des früher allgemein verwendeten Seifenwassers zur Kühlung der arbeitenden Teile vieler Metallbearbeitungsmaschinen (Bohrmaschinen, Drehbänke, Fräsen) ganz allgemein verwendet werden. Diese Kühlflüssigkeiten bestehen aus Wasser mit Zusatz von etwa 5% der sogen. Bohröle, und wirken zufolge ihres Fettgehaltes in leichtem Grad schmierend, zufolge ihrer Alkalinität auch in geringem Grad rostschützend.

Dagegen können natürlich die wässrigen Lösungen der Chromsalze nicht ohne weiteres zum Anstrich verwendet werden. Einmal haben sie am Metall keine Adhäsion, sie würden aber auch, wenn die damit bestrichenen Gegenstände dem Regen ausgesetzt würden, sofort gewaschen. Will man dennoch an praktische Anwendungen denken, so müssen die Lösungen in eine Form gebracht werden, in der sie am Eisen fest haften. Dieses Ziel kann erreicht werden, indem man die wässrigen Lösungen der chromsauren Salze mit gewissen flüssigen oder halbkonsistenten Ölen oder Fetten emulgiert, oder sie in anderer Weise zu Anstrichfarben verarbeitet.

Was die *Emulsionen* anbetrifft, so ist zu bemerken, dass sich hiezu nicht alle Öle und Fette gleich gut eignen. Mineralische Öle und Fette, wie Petroleum, Mineralschmieröl, Paraffinöl, Vaseline und dergl., die nur aus Kohlenwasserstoffen bestehen, lassen sich mit wässrigen Salzlösungen überhaupt zu keinen Emulsionen verarbeiten. Besser gelingt dies mit pflanzlichen und gewissen tierischen Fetten, denen mit Leichtigkeit 50, ja sogar 100% ihres Gewichts an wässriger Chromsalzlösung einverleibt werden können. Trotz des bedeutenden Flüssigkeitszusatzes stellen die so erhaltenen Emulsionen Salben dar, die eine bei weitem zähere und klebrigere Konsistenz besitzen als die Fette, aus denen sie hergestellt wurden. Diese Eigenschaft bietet aber zwei Vorteile: Einmal haften derartige Emulsionen äusserst zähe am Metall, sodann können sie aber auch in dickerer und gleichmässiger Schicht aufgestrichen werden als die reinen Fette. Der dadurch erzielte bessere Rostschutz beruht aber nicht nur etwa auf der stärkern Dicke der Fettschicht, sondern auch auf dem Umstand, dass auf die Flächeneinheit des Metalls eine grössere Menge Chromatlösung in Wirksamkeit tritt; dies ist

experimentell ermittelt, die deren Ueberlegenheit in unzweifelhafter Weise dargetan haben. Die Versuche wurden in der Art durchgeführt, dass gleich grosse, blank bearbeitete Blechplättchen auf einer Seite mit gleichen Gewichtsmengen der verschiedenen Fette bestrichen, die übrigen Seiten mit einem zweimaligen Anstrich von Asphaltlack versehen wurden. Die so behandelten Bleche wurden, mit der mit Fetten bestrichenen Seite nach oben, im Freien gelagert

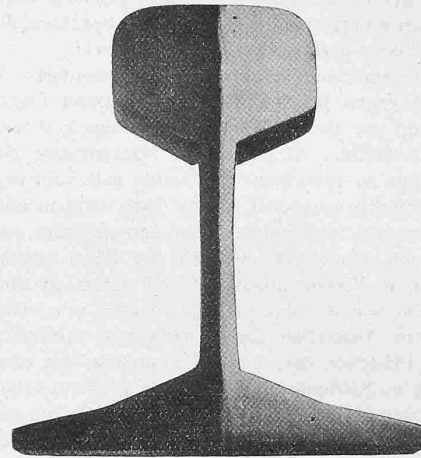


Abb. 6.
Schienenabschnitt,
blank poliert,
mit chromiertem Fett
bestrichen u. 7½ Monate
im Freien gelagert.
Rechtsseitige Hälfte mit
Benzin gereinigt,
völlig blank.

(Die dunkle Färbung
am Schienenfuss rührt
von einem beim Photo-
graphieren entstandenen
Schatten her.)

und überdies täglich noch mit stark kohlesäurehaltigem Wasser (Syphon) bespritzt. Nach Verfluss von einigen Monaten, bzw. nach Jahresfrist, wurde die Fettschicht, die sich ziemlich verfestigt hatte, durch Abwaschen mit Benzin oder einem ähnlichen Lösungsmittel leicht entfernt. Die Abbildungen 6, 7, 8 und 9 zeigen an einigen Beispielen, welch markante Unterschiede im Aussehen des Eisens bei diesen Versuchen, je nach der Natur des Fettes, auftreten.

Die passivierende und somit rostschützende Wirkung gewisser Salzlösungen kann aber nicht nur in Form der soeben besprochenen Emulsionen dieser Lösungen mit Fetten, sondern auch

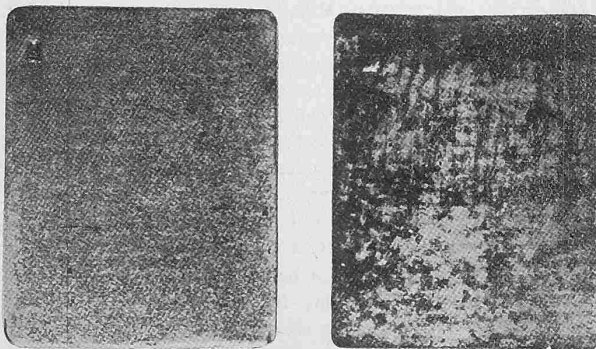


Abb. 7. Zwei Flusseisenbleche A und F, blank poliert mit je 0,10 gr Vaseline und „Kanonenfett“ bestrichen und 4 Monate im Freien gelagert. Beide Proben stark gerostet.

aber von Wichtigkeit, weil nach den *Heyn'schen* Untersuchungen gerade auch das gegenseitige Mengenverhältnis von Chromsalzlösung und Eisenoberfläche einen wesentlichen Faktor für den Rostschutz bildet. Die Emulsionen von Chromsalzlösung und vorgenannten Fetten sind äusserst innig und haltbar; eine Trennung der beiden Bestandteile oder ein Auswaschen der Chromsalzlösung durch Regen ist selbst nach langer Zeit nicht zu beobachten.

Von den verschiedenen Chromverbindungen, die zur Herstellung von Emulsionen in Betracht kommen, ist natürlich die Chromsäure ihrer stark oxydierenden Eigenschaften wegen ausgeschlossen. Von ihren wasserlöslichen Salzen eignet sich dazu am besten das Natriumbichromat und zwar darum, weil es ein ziemlich stark hygroskopisches Salz ist. Infolgedessen wird das Emulsionswasser nie völlig verdampfen. Dies ist deshalb ein grosser Vorteil, weil, wie zahlreiche Versuche ergaben, die *Gegenwart von Feuchtigkeit für die rostschützende Wirkung der Chrompräparate geradezu eine Bedingung ist.*

Die rostschützende Wirkung genannter Emulsionen im Vergleich zu derjenigen anderer Fette wurde durch zahlreiche Versuche

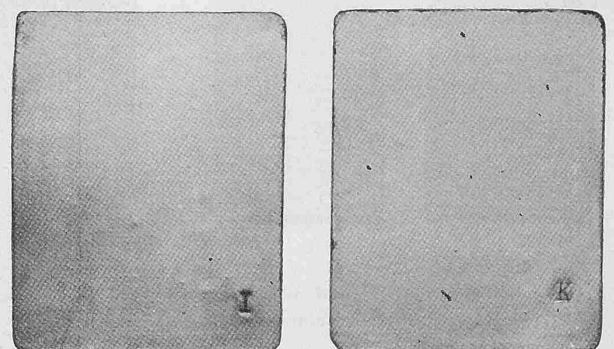


Abb. 8. Zwei Flusseisenbleche J und K, blank poliert und mit je 0,10 gr chromierten Fetten bestrichen und gleichzeitig mit A und F 4 Monate im Freien gelagert. Beide Proben vollständig blank.

in Form von *Wasserfarben* praktisch ausgenützt werden. In diesem Fall werden die betreffenden Salzlösungen mit dem feinst pulverisierten Farbkörper zu strichgerechten Pasten verrieben. Die Wahl des Farbkörpers unterliegt allerdings gewissen Beschränkungen, nicht nur weil eine grosse Anzahl davon Pasten liefern, die am Metall nicht haften, sondern, weil, wie schon bei Punkt 3 (Seite 133) bemerkt, auch gewisse Zusätze von festen Körpern die passivierende Wirkung von Salzlösungen herabzumindern, ja sogar ganz aufzuheben vermögen. Auch dies ist durch eine ganze Anzahl von Versuchen, auf die aber Raumangels wegen hier nicht näher eingetreten werden kann, unzweifelhaft klargelegt worden. Nach längern Versuchen ist es dem *Verfasser* gelungen, lediglich aus gewissen mineralischen Stoffen und Chromsalzlösungen bestehende Wasserfarben herzustellen, die selbst an blankem Metall gut haften, bei kräftigem Biegen dünner Metallplatten nicht abblättern und hinsichtlich des Widerstandes gegen Rosten ganz ausserordentlich günstige Resultate ergaben.

Zahlreiche Proben von Gusseisen, Abschnitten von Werkzeug- und Schienenstahl, Flusseisenblech usw., die mit diesen Schutzmasse

bestrichen und täglich mehrmals mit Wasser betaut, im übrigen in einem ganz feuchten Raum aufbewahrt wurden, zeigten nach Monaten, ja selbst nach Jahresfrist, nach Abwaschen des Anstrichs mit Wasser nicht die geringsten Anzeichen von Verrostung. Abbildung 8 zeigt zwei solcher Proben nach photographischen Aufnahmen. Die zähflüssigen Marken der Emulsionen von Chromsalzlösungen mit Fetten¹⁾ eignen sich besonders als Adhäsionsfett, dann zum Verstreichen von Fugen, Spalten, Oeffnungen an eisernen Objekten jeder Art, die sich im Freien befinden und dem direkten Regen ausgesetzt sind, die dünnflüssigen zum Schutz blanker Teile von Maschinen und Apparaten aller Art, Feuerherden, Geschützen und andern Waffen, die längere Zeit nicht im Betrieb stehen, die Wasserfarben schliesslich zu vorübergehendem Schutz von eisernen Gegenständen, die zwar starker Befeuchtung (z. B. durch Tau, Nebel, Kondenswasser, Kellerfeuchtigkeit), nicht aber dem direkten klatschenden Regen ausgesetzt sind, weil sie durch diesen natürlich weggeschwungen werden.

Mit Vorteil liessen sich die letztern beiden Produkte voraussichtlich auch zum Schutz der *Eisenbahnschienen* in längern Tunnels benützen, die bekanntlich unter dem Einfluss der Tunnelwässer einer ausserordentlich starken Abrostung ausgesetzt sind. In den mit Dampflokomotiven betriebenen Tunnels liegt freilich einer der Gründe dieser starken Abrostung auch in dem nicht unbeträchtlichen Gehalt dieser Wässer an der aus den Rauchgasen der Lokomotiven stammenden schwefligen Säure. Aber auch in Tunnels mit elektrischem Betrieb, wie im Simplon, wurden sehr intensive Abrostungserscheinungen des eisernen Oberbaus beobachtet, über deren Ursachen umfassende Untersuchungen veranstaltet worden sind²⁾.

Aus jenen Untersuchungen ging als wichtigstes Ergebnis hervor, dass die an den Schienen des Simplontunnels beobachteten, vielfach abnormal starken Rostungserscheinungen nicht, wie anfänglich vielfach geglaubt wurde, auf den elektrischen Betrieb mit Wechselstrom, sondern lediglich auf die stellenweise sehr stark auftretende Tunnelfeuchtigkeit im Verein mit der gleichzeitig bis 30° C erreichenden Lufttemperatur zurückzuführen sind. Dass schon

Seite 133, Punkt 3 erwähnte Erscheinung vor Augen halten, wonach gewisse Salzlösungen die passivierende Wirkung von Chromsalzlösungen verhindern können. Da die Tunnelwässer nicht reines Wasser, sondern meist eigentliche Mineralwässer darstellen, so war es angezeigt, in dieser Richtung einige orientierende Versuche anzustellen. Nach einer in der Schweizerischen Materialprüfungsanstalt vorgenommenen Analyse des Sickerwassers des Simplontunnels enthält dieses im Liter: CaSO_4 (Gips) 1,974 gr, MgSO_4 (Bittersalz) 0,089 gr, Na_2SO_4 (Glaubersalz) 0,284 gr, Na_2CO_3 (Soda) 0,064 gr. Der Hauptbestandteil ist somit der Gips.

Legt man nun zwei blank polierte Flusseisenplättchen von $2,5 \times 4,0 \times 0,4$ cm je in gesättigte Gipslösung und gesättigte Gipslösung + 1% Kaliumbichromat, so ergeben sich nach dreimonatlicher Lagerung folgende Gewichtsverluste durch Abrostung:

- a) In konzentrierter Gipslösung: 0,142 gr (Plättchen stark verrostet).
- b) In konzentrierter Gipslösung + 1% $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$: 0,031 gr (Plättchen an einer Stelle etwas gerostet, sonst völlig blank) [siehe Kurven 6 und 7 auf Abbildung 1, S. 125].

Bei einer zweiten Versuchsreihe, bei der je ein Flusseisenplättchen von den nämlichen Abmessungen in gesättigte Gipslösung und in eine ebensolche Lösung + 5% Natriumbichromat eingehängt wurde, betrug nach sechs Monaten der Gewichtsverlust zufolge Abrostung im 1. Fall 0,217 gr, im 2. Fall 0,000 gr. Bei einer dritten Versuchsreihe schliesslich wurde das eine Plättchen in Sickerwasser des Simplontunnels, ein anderes in ebensolches Wasser mit einem Zusatz von 3% Natriumbichromat eingelegt. Nach sechsmonatlicher Einwirkungsdauer betrug der Gewichtsverlust im ersten Fall 0,215 gr, im andern Fall 0,001 gr; das erste Plättchen war völlig verrostet, das zweite absolut blank (Abb. 10).

Aus Versuchsreihe 1 ist zu entnehmen, dass gesättigte Gipslösung Eisen sehr energisch angreift, dass aber schon ein Zusatz von 1% Kaliumbichromat genügt, um den Rostangriff auf fast $\frac{1}{5}$ herabzudrücken. Die bei Plättchen b beobachtete Rostbildung war übrigens ganz örtlich und ging von der Durchbohrung des Plättchens aus; sie rührte offenbar von dem Bindfaden her, an dem das Plättchen aufgehängt war. Bei allen später vorgenommenen Rost-

Zum heutigen Stand der Rostfrage und neue Gesichtspunkte und Mittel der Rostverhinderung.

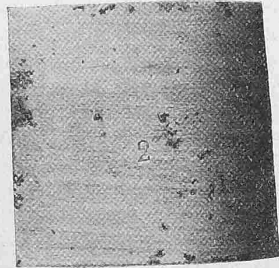
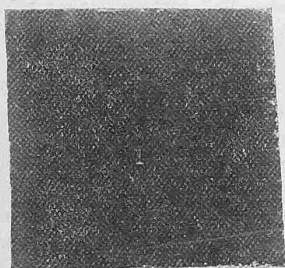


Abb. 9. Zwei Gusseisenstücke (Rohrscherben), blank gefeilt.

Nr. 1 mit gewöhnlicher Wasserfarbe, Nr. 2 mit chromierter Wasserfarbe gestrichen, beide Proben täglich mit Wasser bespritzt.

Nr. 1 nach 8 Tagen total verrostet, Nr. 2 nach 7 Monaten blank mit vereinzelt Rostpunkten.

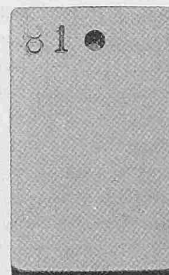


Abb. 10. Zwei Flusseisenplättchen, Nr. 80 und 81.

Nr. 80 während 6 Monaten in Sickerwasser vom Simplontunnel gelagert: Total verrostet.

Nr. 81 während 6 Monaten in Sickerwasser vom Simplontunnel mit Zusatz von 3% Natriumbichromat gelagert: Absolut blank.

relativ geringfügige Temperaturerhöhungen den Rostangriff von Wasser auf Eisen erheblich beschleunigen, hat schon Heyn im zweiten Teil seiner bereits Seite 124 erwähnten Arbeit experimentell nachgewiesen. Bei Verwendung von destilliertem Wasser steigt von 20° C an mit zunehmender Temperatur der Rostangriff sehr stark, um bei 60° ungefähr das dreifache des Wertes zu erreichen, den er bei 20° aufwies. Von dieser Temperatur an nimmt die Intensität des Rostangriffs wiederum rasch ab, um bei 100° wieder fast so niedrig zu werden wie bei Zimmerwärme, was natürlich darauf zurückzuführen ist, dass bei 100° die anfänglich im Wasser gelöste Luft und damit deren Sauerstoff völlig ausgetrieben ist.

Bei Betrachtung der Frage, ob chromsalzhaltige Präparate mit Aussicht auf Erfolg die Abrostungen der Schienen in Tunnels verhindern könnten, muss man sich wiederum die bereits auf

versuchen wurden die Eisenplättchen jeweils an gläsernen Haken in die betreffenden Elektrolyten eingehängt, um störende Nebeneinflüsse auszuschalten.

Aus Versuchsreihe 2 geht hervor, dass bei erhöhtem Zusatz von Chromsalz zu konzentrierter Gipslösung irgend welche Rostbildung an dem darin aufgehängten Eisen nicht mehr stattfindet; dasselbe gilt auch von Versuchsreihe 3 mit Sickerwasser des Simplontunnels.

In Hinsicht auf die Verwendung chromsalzhaltiger Präparate zu Anstrichen, die der Einwirkung von kochsalzhaltigem Wasser (Meerwasser) ausgesetzt sind, haben schon Heyn und Bauer nachgewiesen, dass sowohl Zusätze von Chlornatrium als auch Kaliumsulfat die Schutzwirkung von Kaliumbichromat aufheben, ja sogar ins Gegenteil verkehren können. Ähnliche Versuche, die von dem Verfasser ausgeführt wurden, haben diese Feststellungen bestätigt und dargetan, dass Zusätze von 1, ja sogar 5% Natriumbichromat zu Meerwasser die stark korrodierende Wirkung des letztern auf Eisen nicht zu beseitigen vermögen (siehe z. B. Kurven 4 und 5 in Abbildung 1 auf Seite 125 letzter Nr.).

¹⁾ Die verschiedenen hier aufgezählten Präparate sind gesetzlich geschützt durch Deutsches Reichspatent No. 276122 und Schweizerisches Patent No. 62852, das französische und englische Patent sind angemeldet.

²⁾ Ueber die Abrostungserscheinungen am eisernen Oberbau im Simplontunnel, von Alb. Dänzer-Ischer, Ing. der S.B.B. in Bern. Schweiz. Bauzeitung, Band LIX, Seite 195 und 212 (13. u. 20. IV. 1912).

Bei diesem Anlass möge auch noch die bekannte Erscheinung erwähnt werden, dass die zu *Eisenbetonbauten* verwendeten Eisenstäbe selbst nach Jahren im Innern des Betons sich noch völlig intakt zeigen und keine Spur von Rostungserscheinungen aufweisen. Diese Erscheinung ist nach den früher gemachten Darlegungen leicht zu erklären. Jeder Zement enthält freies Kalkhydrat oder spaltet solches beim Anmachen mit Wasser ab. Nun wirkt aber laut Tabelle auf Seite 125 Kalk, bezw. dessen Hydrat ebenfalls stark passivierend auf Eisen ein und folgt in der Intensität seiner Wirkung gleich auf die Chromsalze. Sofern nun das Kalkhydrat gegen den Zutritt atmosphärischer Kohlensäure gut geschützt ist, und bei armiertem Beton trifft dies für die innern Konstruktionsteile tatsächlich zu, kann es seine passivierende Wirkung während langer Zeit ungestört entfalten. Hat aber bei stark porösem Zementverputz oder Beton die atmosphärische Luft Gelegenheit, ins Innere einzudringen, so wird sie das vorhandene freie Kalkhydrat sehr bald in kohlensauren Kalk umwandeln, der aber keineswegs passivierend wirkt. Dass weder Kalkhydrat, noch hydraulischer Kalk, noch Portlandzement Eisen vor Rost zu schützen vermögen, wenn die Möglichkeit des Luftzutritts gegeben ist, kann man leicht experimentell dadurch nachweisen, dass man blanke Eisenplättchen mit wässrigen Pasten genannter Substanzen in der Dicke von etwa 0,5 bis 1,0 mm bedeckt und täglich befeuchtet; das Rosten tritt schon nach sehr kurzer Zeit ein. Werden aber die Versuche derart durchgeführt, dass man die Plättchen in genannten Massen völlig untertaucht und vor Luftzutritt schützt, so bleiben sie sehr lange blank.

Die stark passivierende Wirkung von Kalkhydratlösungen kann aber trotzdem praktisch ausgenützt werden, wenn man Kalkmilch, ähnlich wie Chromsalzlösungen, in der Kälte mit Fetten emulgiert. Ein Teil des Fettes verseift bei dieser Operation freilich allmählich, ein Teil des Kalkhydrates bleibt aber als solches vom Fett umhüllt vorhanden und wird durch letzteres während längerer Zeit gegen die Einwirkung der atmosphärischen Kohlensäure geschützt. In der Tat geben derartige Emulsionen Rostschutzfette, die in ihrer Wirksamkeit den mit Chromsalzlösungen erzeugten nicht viel nachstehen.

Von besonderer Bedeutung für die Praxis ist natürlich die Frage, ob sich das geschilderte Verfahren der Passivierung des Eisens auch auf die Daueranstriche, also auf das Gebiet der Lacke und Oelfarbenanstriche übertragen lasse, dem natürlich noch eine viel grössere Bedeutung zukommt, als dem der Schmieröle und Rostschutzfette. Untersuchungsergebnisse in dieser Richtung liegen noch nicht in genügender Zahl vor, um daraus endgültige Schlüsse zu ziehen. Dagegen haben eine Reihe vom *Verfasser* dieses Aufsatzes durchgeführte, vergleichende Untersuchungen die interessante Tatsache zu Tage gefördert, dass bei einigen der bekanntesten Oelfarben, wie Bleiweiss, Zinkweiss, Bleimennige, die bekanntlich auf Grund von jahrzehntelangen Erfahrungen hinsichtlich Rostschutz in erster Linie stehen, deren vorzügliche rostschützende Wirkung nicht, wie bisher allgemein angenommen wurde, auf ihrer grossen Deckkraft, sondern ebenfalls auf der stark passivierenden Eigenschaft der in ihnen enthaltenen festen Farbkörper beruht.

Die vorstehenden Darlegungen mögen zeigen, dass auch die für die gesamte Eisentechnik so ausserordentlich wichtige Frage des Rostschutzes, die bisher fast rein empirisch behandelt wurde, heute nach wissenschaftlichen Methoden behandelt wird. Gerade wie es der medizinischen Wissenschaft, dank namentlich den Fortschritten auf dem Gebiete der Bakteriologie, gelungen ist, schwere Krankheiten, die früher tausende und abertausende dahinrafften, wenn auch nicht völlig auszurotten, so doch wesentlich einzuschränken, so dürfte es mit der Zeit, namentlich unter Zuhilfenahme der Errungenschaften der physikalischen Chemie, möglich werden, den Rost, diese Geisel des Eisens, wenn auch nicht völlig zu unterdrücken, so doch erfolgreicher als bisher zu bekämpfen.

Miscellanea.

Rhein-Weser-Kanal. Auf die Inbetriebsetzung des *Rhein-Herne-Kanals* im Dezember letzten Jahres ist nun Mitte Februar die Eröffnung des *Ems-Weser-Kanals*, vorläufig für Schiffe bis 1,5 m Tiefgang gefolgt. Damit ist die Schifffahrtsverbindung zwischen Rhein und Weser hergestellt. Der 38 km lange Rhein-Herne-Kanal zweigt bei letzterem Orte vom Dortmund-Ems-Kanal ab und erhält

im Ruhrorter-Hafen Anschluss an den Rhein. Der Ems-Weser-Kanal beginnt bei Bevergern am Dortmund-Ems-Kanal und hat bei Minden eine Verbindung mit der Weser. Eine Abzweigung führt nach Osnabrück. Die spätere Verbindung zwischen Weser und Elbe wird der geplante *Mittellandkanal* bilden, dessen erste Teilstrecke Minden-Hannover als Verlängerung des Rhein-Weser-Kanals ihrer baldigen Vollendung entgegenseht. Die Kosten des Rhein-Herne-Kanals waren nach der „D.B.Z.“ auf 74 Mill. Franken, jene der Strecke Bevergern-Hannover nebst Abzweigungen, die rund 200 km umfasst, auf 150 Mill. Franken veranschlagt.

Zum Ausgleich der Wasserentnahme aus der Weser werden in deren oberem Quellgebiet die beiden Talsperren bei Hemfurth — die *Edertalsperre* mit 202 Mill. m³ Fassungsvermögen [die zurzeit grösste Talsperre Europas¹⁾] und die *Diemeltalsperre* bei Helminghausen mit 20 Mill. m³ Beckeninhalte — erstellt. Der Bau dieser Sperren ist ebenfalls in der Hauptsache beendet.

Ausnützung der Wärme der Hochofenschlacken. Die in den Hochofen jährlich erzeugte Schlackenmenge, die mit einer Temperatur von etwa 1500 °C aus dem Ofen herausfliessen, wird für die ganze Welt auf rund 200 Mill. t geschätzt. Es ist nun klar, dass die Verwertung der in diesen Schlacken enthaltenen Wärmemenge eine wesentliche Ersparnis an Brennmaterial bedeuten würde. Diese Verwendung wurde zunächst in der Weise versucht, dass die Schlacken in einen mit Wasser gefüllten Behälter geleitet wurden, und der sich dabei entwickelnde Dampf zum Betrieb einer Niederdruck-Dampfturbine verwendet wurde. Allein diese Versuche haben zu keinen befriedigenden Ergebnissen geführt, weil der auf diese Weise erzeugte Dampf zu grosse Mengen Wasserstoff und Schwefelwasserstoff enthielt. Hingegen kann die in diesem primären Dampf enthaltene Wärme zur Erzeugung von reinem, für die Speisung der Turbine geeigneteren Dampf ausgenützt werden. Es soll auf diese Weise gelungen sein, mit 1000 kg Schlacken 390 kg Triebdampf, und aus diesem 31,6 PSh zu erzeugen.²⁾ Schlacken von Kupfererzen, die eine geringere Wärmemenge enthalten, sollen die Gewinnung von etwa 20 PSh auf 1 t Schlacke ermöglichen.

Schutz von Schwachstromleitungen gegen Starkstrom. Die zum Schutz von Telegraphen- und Telephonleitungen gegen Spannungen unterhalb etwa 3000 V, bei denen die Grobblitzableiter nicht mehr ansprechen, bisher verwendeten Vakuumblitzableiter besitzen den Nachteil, Gleichstromspannungen unterhalb etwa 300 V und Wechselstromspannungen unterhalb 215 V (Scheitelwert 300 V) nicht mehr abzuleiten. Derartige Spannungen können aber immer noch zu Verletzungen der Beamten durch Schreckwirkung führen und Isolationsstörungen an den Apparaten verursachen. Eine neuerdings von Dr. F. Schröter hergestellte Vakuumsicherung soll die Ableitung von Spannungen bis 105 V herunter gestatten. Nach einer Beschreibung in der „ETZ“ enthält diese Sicherung als Gasfüllung Helium, Neon, Argon oder Gemische dieser Edelgase, unter 1 bis 3 mm Druck. Als Anode dient Aluminium oder dergl., als Kathode ein Alkalimetall. Die Röhren sollen ohne wesentliche Aenderungen der kritischen Spannung Tausende von Durchschlägen aushalten.

Nekrologie.

† **H. Ward Leonard.** In New York starb am 18. Februar an einem Schlaganfall, im Alter von 54 Jahren, Ingenieur H. Ward Leonard, der Erfinder des nach ihm genannten Regulierungssystems für Gleichstrommotoren mit separater Erregung. Diese ganz besonders auch im Hinblick auf die elektrische Zugförderung mittels Einphasen-Gleichstrom-Umformerlokomotiven erfundene Regulierungsweise ist für die ersten Versuche mit Einphasentraktion auf der Strecke Seebach-Wettingen zur Anwendung gekommen, wie den Lesern der „Schweiz. Bauzeitung“ noch gut in Erinnerung sein dürfte³⁾. Als wichtigste Anwendungen der Ward Leonard'schen Regulierung sind die Antriebe für Papiermaschinen, für Walzwerke und Fördermaschinen (in Verbindung mit Schwungrädern nach System Ilgner), sowie für Aufzüge und Krane zu nennen. Der Verstorbene war Leiter der 1891 von ihm gegründeten Ward Leonard Electric Company in Bronxville (N. Y.).

¹⁾ Siehe Band LIX S. 154 (16. März 1912).

²⁾ Eine ähnliche Anordnung mit Zwischen-Verdampfer wurde für die Ausnützung der Dampfquellen in der Toscana getroffen. Vergl. hierüber Band LXIV, Seite 141 (19. Sept. 1914).

³⁾ Siehe Bd. XLII, S. 145 (19. Sept. 1903) und Bd. XLIII, S. 79 (13. Febr. 1904).