

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 71/72 (1918)
Heft: 9

Artikel: Untersuchungen über den Rostangriff durch Kesselwasser und dessen Bekämpfung
Autor: Zschokke, Bruno
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-34723>

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: 15.03.2025

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

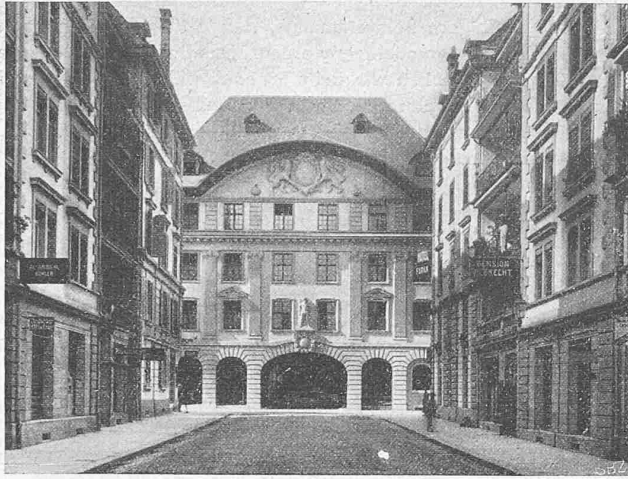


Abb. 4. Ansicht aus der Hirschmattstrasse.

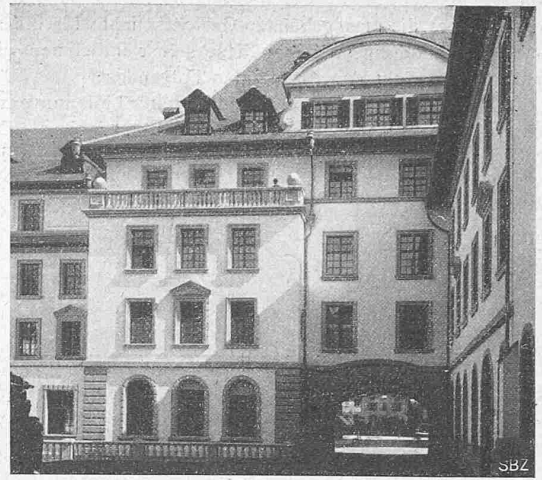


Abb. 5. Hofansicht gegen die Durchfahrt.

Untersuchungen über den Rostangriff durch Kesselwässer und dessen Bekämpfung.

Von Professor *Bruno Zschokke*, Adjunkt der Eidg. Materialprüfungsanstalt, Zürich.

Zwei Uebelstände sind es hauptsächlich, die beim Betrieb von Dampfkesseln so häufig die Kesselwandungen schädigen, ja sogar die Lebensdauer der Kessel wesentlich abkürzen können: Einmal die *Kesselsteinbildung* und zweitens die *innern Anfrassungen durch Rost*. Während die Bekämpfung des Kesselsteines in den letzten Jahren, namentlich seitdem man sich von den in die Legion gehenden Geheimmitteln immer mehr emanzipiert und wissenschaftliche Methoden anwendet, sehr befriedigende Erfolge aufweist, bildet die Frage der Kesselkorrosionen und ihre Bekämpfung ein weit schwierigeres Problem, da diese Zerstörungserscheinungen sehr

verschiedene Ursachen haben können. Als solche wären etwa zu nennen:

1) Ein Säuregehalt des Kesselspeisewassers, sei es, dass dieses Gelegenheit hatte, aus der Luft Säuredämpfe von in der Nähe befindlichen chemischen Fabriken aufzunehmen, sei es, dass es durch saure Fabrikwässer direkt verunreinigt wird.

2) Die Bildung geringer Mengen freier Salzsäure im Kessel durch Zersetzung allfällig im Speisewasser vorhandener Chloride. Ist dann neben der Salzsäure gleichzeitig noch Luft vorhanden, so wird der Angriff der Säure ein kontinuierlicher, indem das gebildete

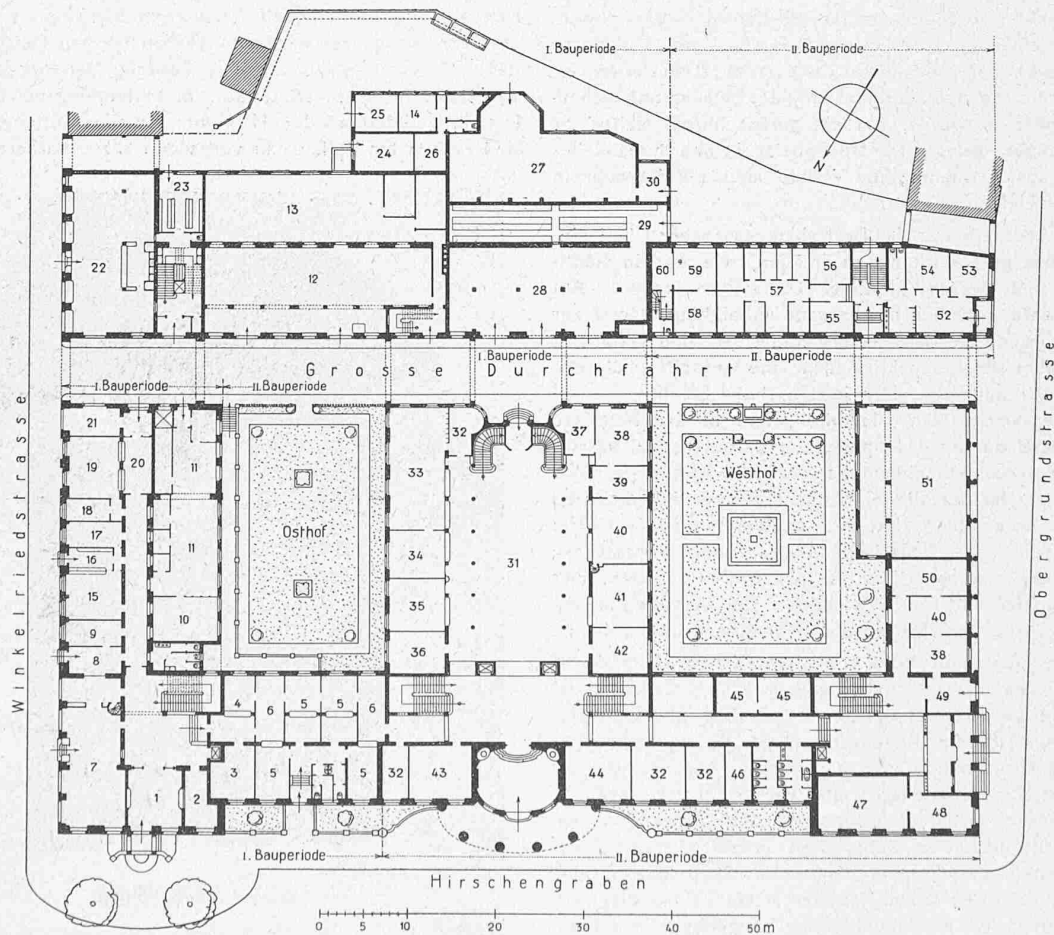


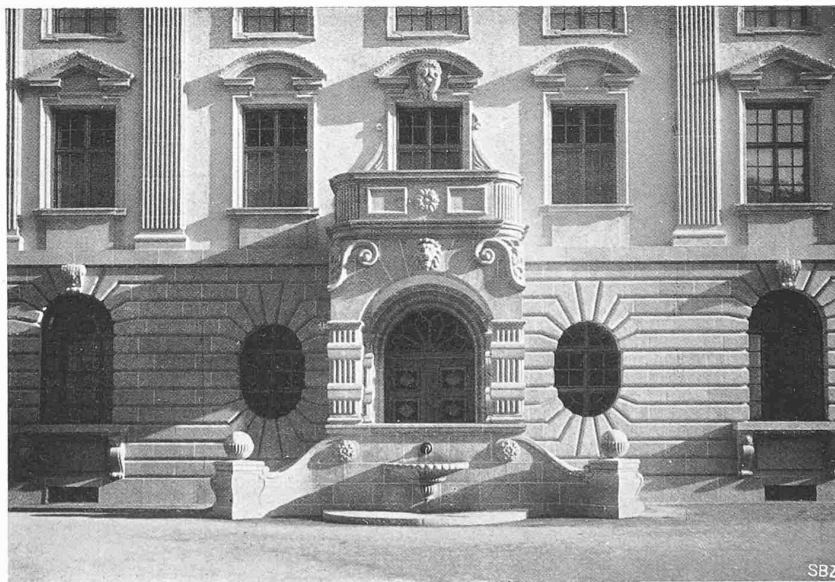
Abb. 2. Gesamt-Grundriss vom Erdgeschoss des neuen Verwaltungsgebäudes der Stadt Luzern. — Masstab 1:800.

LEGENDE: 1/2 Vorhalle u. Hausmeister, 3—6 Arbeits- u. Wohnungsnachweis, 7—20 Elektrizitätswerk, 21—23 Wasserwerk, 24—26 Diverse, 27 Kübelpflanzen, 28/29 Kulissen-Magazin, 30 Stadtgärtner, 31—44 Einwohner-Kontrolle, 45/46 Krankenkasse, 47—50 Zivildstandsamt, 51 Feuerwehr-Magazin, 52—57 Polizei, 58—60 Feuerwehr.



ECKE WINKELRIEDSTRASSE-HIRSCHENGRABEN DES NEUBAUES

DARUNTER EINGANG AM HIRSCHENGRABEN



NEUES VERWALTUNGSGEBÄUDE DER STADT LUZERN

ARCHITEKTEN WIDMER, ERLACHER & CALINI IN BASEL

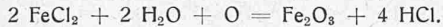
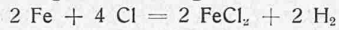
IN VERBINDUNG MIT DEM ARCHITEKTEN MEILI-WAPF, LUZERN



DAS NEUE VERWALTUNGSGEBÄUDE DER STADT LUZERN
MITTELPARTIE AN DER WINKELRIEDSTRASSE



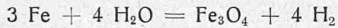
Eisenchlorid durch Wasser und Luft wieder zersetzt und die Säuremenge stets wieder regeneriert wird gemäss den beiden Gleichungen:



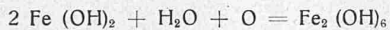
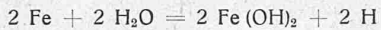
3) Abspaltung freier Fettsäuren aus ölhaltigem Speisewasser.

4) Galvanische Einwirkung des Wassers an Stellen im Kessel, wo ein edleres Metall der elektrischen Spannungsreihe, z. B. Kupfer mit Eisen, in Berührung steht.

5) Zersetzung des reinen Wassers in Hochdruckkesseln unter Bildung von Eisenoxyduloxyd und Entwicklung von Wasserstoff nach der Gleichung:



Aber schon die Gegenwart von Luftsauerstoff allein genügt, um in Verbindung mit dem Wasser intensive Rostanfressungen hervorzurufen entsprechend der Gleichung:



Eisenoxydhydrat (Rost)

Besonders stark ausgeprägte, meist ganz lokale Korrosionen treten auf, wenn die aus dem Wasser beim Erwärmen ausgetriebene Luft sich in Form von Perlen an bestimmten Stellen, zum Beispiel auf der Firstlinie von Röhren, niedersetzt, woselbst sie längere Zeit haften und durch Hinzutreten neuer Blasen sich vergrössern. Vielfach beobachtet man an solchen Stellen zufolge der durch die Rostbildung bedingten Volumenvergrösserung des Eisens warzen- oder kraterartige Gebilde, die schliesslich bis zu einer Durchlöcherung der betreffenden Stelle führen können. Zur Verhütung derartiger Korrosionen sind in neuester Zeit verschiedene Wege vorgeschlagen worden. So hat man versucht, ihnen dadurch vorzubeugen, dass man das Speisewasser vor seinem Eintritt in den Kessel in besonderen Vorwärmern oder durch Vakuumpumpen entlüftet, oder aber dass man es nach dem Verfahren des Freiherrn v. Walther (Dresden) auf chemischem Wege dadurch von Sauerstoff befreit, dass man

weggespült und in darüberliegenden Koksfiltern zurückgehalten. Ueber die mit diesem Verfahren erzielten Resultate ist bis jetzt wenig bekannt geworden. Als Nachteile desselben müssen jedenfalls bezeichnet werden: die nicht unerheblichen Anschaffungs- und Betriebskosten des ganzen Apparates, das zur Verhütung von Verschlammung häufig notwendig werdende Ausspülen der Filter, die sehr gewissenhafte Bedienung des Apparates, um jeden Sauerstoffeintritt von aussen zu verhindern, sowie die öftere Vornahme von Wasseranalysen, um sich vom richtigen Funktionieren des Apparates zu überzeugen.

Schliesslich wäre noch das kurz vor dem Krieg von dem Australier *Elliot Cumberland* erfundene sogen. elektrolytische Rostschutzverfahren zu erwähnen, das darauf beruht, in das Innere eines Kessels eine oder mehrere von der Kesselwand isolierte Eisenanoden einzuführen und mit dem positiven Pol einer elektrischen Kraftquelle zu verbinden, während die Kesselwand selbst mit dem negativen Pol verbunden wird (vergl. „Zeitschrift für Dampfkessel- und Maschinenbetrieb“, Nr. 27 vom 7. Juli 1916, auch „Schweizerische Bauzeitung“, Bd. LXIX, S. 304 vom 30. Juni 1917). Der von den Anoden zur Kesselwand fliessende Strom zersetzt eine bestimmte Menge Wasser, wobei der frei werdende Sauerstoff sich an der Anode niederschlägt und diese allmählich unter Rostbildung zerstört, während der Wasserstoff auf der Kesselwand einen äusserst dünnen rostschützenden Ueberzug bildet.

Die Urteile über die mit diesem Verfahren in der Praxis erzielten Resultate lauten geteilt. Dagegen glauben wir, dass gute Resultate, und zwar auf weit weniger kompliziertem und kostspieligem Wege, mit Zusätzen von gewissen passivierenden Substanzen zum Kesselwasser zu erzielen sind. Ueber die *äusserst intensive rostschützende Wirkung der wässrigen Lösungen von Chromsäure und ihren Salzen*, sei es für sich allein, sei es in Verbindung mit andern Körpern, hat der Verfasser an dieser Stelle schon mehrmals berichtet. (Vergl die Arbeiten: „Zum heutigen Stand der Rostfrage und neue Gesichtspunkte und Mittel zur Rostverhinderung“, „Schweiz. Bauzeitung“, Bd. LXV, Nr. 11 und 12 vom 13./20. März 1915. — „Ueber das Rosten der Eiseneinlagen in Eisenbeton“, Band LXVII, Nr. 24 vom 10. Juni 1916. — „Verhinderung des Rostens der Eiseneinlagen im Eisenbeton“, Bd. LXIX, Nr. 6 und 7 vom 10./17. Februar 1917). Es soll daher auf die theoretischen Grundlagen dieses Rostschutz-Verfahrens und dessen anderweitige praktische Anwendungen hier nicht mehr näher eingetreten werden. Was seine Anwendung insbesondere zum Rostschutz von Dampfkesseln anbelangt, so haben sich zum Teil aus früheren, zum Teil aus neuern vom Verfasser durchgeführten Versuchsreihen die folgenden Gesichtspunkte ergeben:

Die Schutzwirkung der Chromsalzlösungen tritt erst von einem bestimmten Konzentrationsgrad (der Schwellenkonzentration) an auf, der z. B. bei Lösungen von Kaliumbichromat in gewöhnlichem Leitungswasser, etwa bei einem Gehalt von 0,05 bis 0,10% liegt.

(Es sei hier nebei bemerkt, dass das zu den Versuchen der Materialprüfungsanstalt verwendete städtische Leitungswasser, ein Gemisch von Seewasser ist aus dem Zürichsee und Quellwasser aus dem Sihl- und Lorzetal, von wechselnder

Zusammensetzung. In der Regel besteht dieses Leitungswasser aus 80 bis 90 Teilen Seewasser und 20 bis 10 Teilen Quellwasser, die die in der Tabelle I auf der folgenden Seite angegebenen Zusammensetzung aufweisen.)

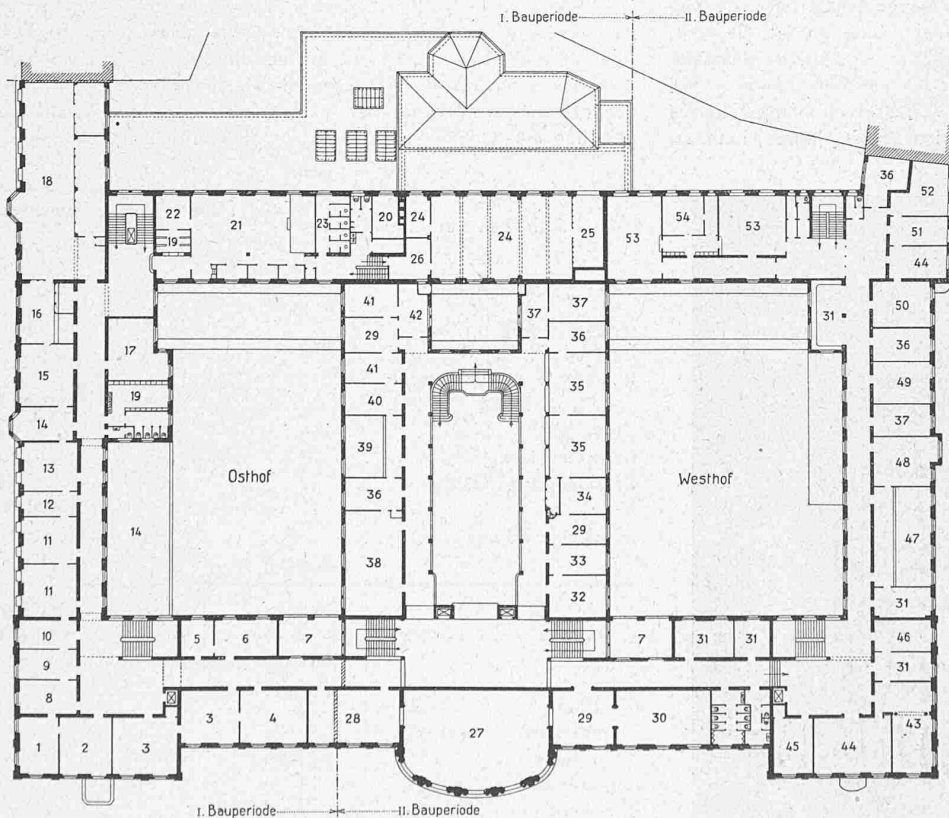


Abb. 3. Gesamt-Grundriss vom I. Stock. — Masstab 1:800. — LEGENDE: 1—20 Elektrizitätswerk, 21—23 Gaswerk, 24—26 Theatermaler u. -Schreiner, 26—30 Grosse Stadtrat, 31 Rechtsauskunft, 32—37 Finanz-Verwaltung, 38—42 Te.lungs-Kanzlei, 43—46 Stadtpräsident, 47—49 Stadtkanzlei, 50—54 Polizei-Kommissariat.

es vor seinem Eintritt in den Kessel auf einem besondern, aus entöhlten Eisenfeilspänen bestehenden Filter desoxydiert. Das dabei in Form eines feinen Schlammes sich bildende Eisenoxyd, bzw. Eisenoxydhydrat wird von dem im Apparat aufsteigenden Wasser

Mit Bezug auf die Schwellenkonzentration der Chromsalzlösungen ist zu bemerken, dass der angegebene Konzentrationsgrad auch beim selben Lösungsmittel nicht als eine unveränderliche Grösse angesehen werden darf, sondern vom Verhältnis der vorhandenen Menge Chromsalz zu der zu schützenden Eisenfläche abhängt. Mit andern Worten: Eine bestimmte Menge Chromsalzlösung von bestimmter Konzentration, die ein Eisenstück von bestimmter Oberfläche vor Rost schützt, vermag diesen Rostschutz nicht mehr oder nur in ungenügendem Masse auszuüben, wenn die Gesamtoberfläche mehrerer Eisenstücke, die in genannte Lösung eingelegt werden, ein gewisses Mass überschreitet; soll auch für diese grössere Eisenoberfläche ein vollständiger Rostschutz erzielt werden, so ist entweder der Gehalt der Lösung an Chromsalz zu erhöhen, oder das Volumen der ursprünglichen Chromsalzlösung entsprechend zu vermehren.

So zeigte beispielsweise ein blankes Fluss-eisenplättchen von 25 cm² Gesamtoberfläche, in 100 cm² 0,05 %ige Kaliumbichromatlösung eingelegt, nach sechs Monaten lokal starke Rostbildung, während ein zweites Plättchen desselben Flusseisenmaterials von bloss 6 cm² Oberfläche, ebenfalls in 100 cm² 0,05 %ige Kaliumbichromatlösung eingelegt, nach sechs Monaten noch völlig blank war. Beim ersten Plättchen mit ungenügender Rostschutzwirkung wirkten, auf den Quadratmeter Oberfläche berechnet, 40 Liter Chromsalzlösung. Eine Berechnung des Verhältnisses des Fassungsvermögens einiger Dampfkessel zu ihrer Heizfläche ergab, dass dieses Verhältnis weit günstiger ist, als bei dem ersten der beiden oben erwähnten Laboratoriumsversuche, sodass man in der Praxis mit 0,05 %igen Chromsalzlösungen wohl auskommen dürfte.

Entspricht die Konzentration oder Menge der Chromsalzlösung der Oberfläche der zu schützenden Eisenmasse, so ist die rostschützende Wirkung eine zeitlich unbegrenzte und die Wirksamkeit der Lösung erschöpft sich nicht, weder bei gewöhnlichen noch bei höhern Temperaturen. So verwahrt der Verfasser ein blank poliertes Flusseisenstück, das seit August 1910, also seit 7 1/2 Jahren, ununter-

brochen in einer offenen 1 %igen Kaliumbichromatlösung untergetaucht ist und heute noch so blank ist wie am ersten Tag und dabei kein Milligramm an Gewicht eingebüsst hat.

Alles bisher Gesagte gilt wohlverstanden unter der Voraussetzung, dass als Lösungsmittel für die Chromsalze *destilliertes*

Neues Verwaltungsgebäude der Stadt Luzern.

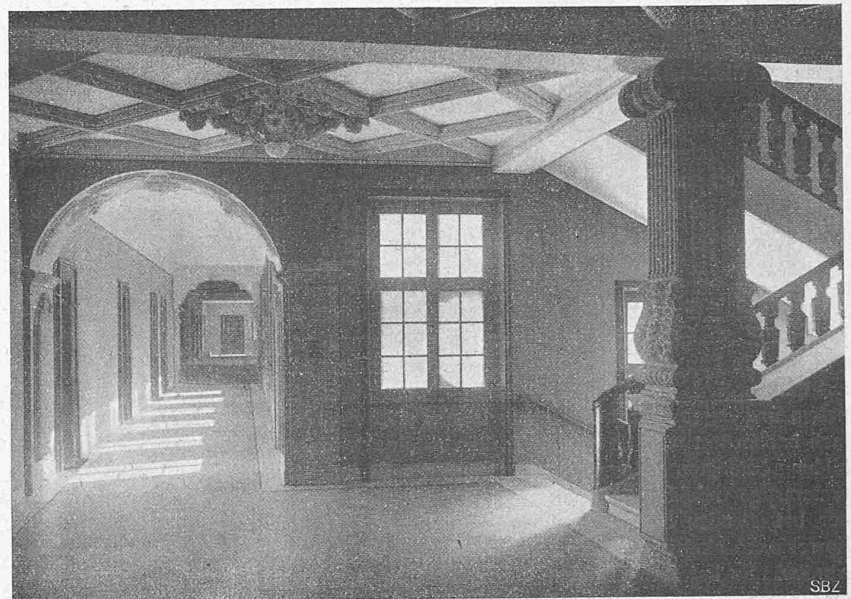


Abb. 8. Treppenvorplatz und Korridor im II. Stock.

Wasser oder Wasser mit nur sehr geringen Mengen fremder gelöster Körper verwendet wird, wie dies bei den gewöhnlichen Fluss- und Quellwässern der Fall ist. Schon *Heyn* und *Bauer* haben aber nachgewiesen, dass gewisse Salze die Rostschutzwirkung der wässrigen Chromsalzlösungen stark beeinträchtigen, ja sogar vollständig aufheben oder direkt ins Gegenteil wenden können. Am schädlichsten wirken in dieser Beziehung die Chloride der Alkalimetalle und der alkalischen Erden, also vor allem Kochsalz, Chlorkalium,

Tabelle I.

Städtisches Leitungswasser	Quellwasser	Seewasser
	mg im Liter	
Feste Bestandteile	288,0	156,0
Magnesia (MgO)	27,48	9,81
Kalk (CaO)	113,50	56,50
Eisenoxyd + Aluminiumoxyd		
F ₂ O ₃ + Al ₂ O ₃	2,00	0,50
Chlor (Cl)	7,00	3,19
Schwefelsäure (SO ₃)	1,71	11,70
Salpetersäure (HNO ₃)	0,00	0,00 bis Spuren
Salpetrige Säure (HNO ₂)	0,00	0,00

Tabelle II.

Material	Lösung	Anfangsgewicht der Plättchen	Gewicht nach drei Monaten	Gewichtverlust durch Abrosten
Blank poliertes Flusseisenplättchen 2,5 · 4 · 0,5 cm	100 gr dest. H ₂ O + 3,5 gr natürl. Meersalz	32,4204 gr	32,3020 gr	0,1184 gr
Blank poliertes Flusseisenplättchen 2,5 · 4 · 0,5 cm	100 gr dest. H ₂ O + 3,5 gr natürl. Meersalz + 5,0 gr Na ₂ Cr ₂ O ₇	32,8190 gr	32,7186 gr	0,1345 gr



Abb. 7. Treppen-Vorplatz im Erdgeschoss.

Chlormagnesium, Chlorcalcium; erheblich weniger stark wirken die Sulfate, wie Natrium-, Kalium-, Magnesium- und Calciumsulfat. Ganz schlecht liegen dementsprechend die Verhältnisse bei Meerwasser, wie die in Tabelle II wiedergegebenen, vom Berichtersteller durchgeführten Versuche zeigen. Dabei ist zu bemerken, dass der Salzgehalt des Meerwassers im stillen und im atlantischen Ozean rund etwa 3,5% beträgt und folgende Zusammensetzung zeigt:

2,70%	Natriumchlorid,
0,06%	Kaliumchlorid,
0,32%	Magnesiumchlorid,
0,22%	Magnesiumsulfat,
0,14%	Calciumsulfat,
3,44%	

Wie aus der Tabelle II ersichtlich, war bei Versuch II trotz des hohen Gehaltes des Meerwassers an Natriumbichromat (5%) die Abrostung der darin lagernden Eisenplättchen nicht nur nicht gleich Null oder wenigstens geringer als in reinem Meerwasser, sondern sogar noch stärker. Ganz ähnlich liegen die Verhältnisse bei Chlorcalciumlösungen, wie aus Tabelle III ersichtlich, günstiger dagegen bei Gipslösungen (Tabelle IV).

Tabelle III.

Versuch-Nr.	Lösung	Beschaffenheit der Eisenplättchen nach 24stündiger Lagerung i. d. Lösungen
1	100 gr H ₂ O 25 „ CaCl ₂	Vom Loch aus zeigt das Plättchen beidseitig grünliche Flecken, sonst blank
2	100 gr H ₂ O 25 „ CaCl ₂ 0,1 „ K ₂ Cr ₂ O ₇	Schwach gerostet; Rost braunrot
3	100 gr H ₂ O 25 „ CaCl ₂ 0,5 „ K ₂ Cr ₂ O ₇	Plättchen sehr stark gerostet; Rost braunrot
4	100 gr H ₂ O 25 „ CaCl ₂ 1,0 „ K ₂ Cr ₂ O ₇	Plättchen sehr stark gerostet; Rost braunrot

Tabelle IV.

Versuch-Nr.	Lösung	Anfangsgewicht der Plättchen	Endgewicht der Plättchen	Gewichtsverlust durch Abrosten nach drei Monaten	Aussehen der Plättchen nach 3 Monaten
1	Destilliertes H ₂ O	gr 33,6206	gr 33,4320	gr 0,1886	Sehr stark verrostet
2	Gesättigte Gipslösung	35,0240	34,8816	0,1424	Sehr stark verrostet
3	Gesättigte Gipslösung + 1% Na ₂ Cr ₂ O ₇	37,5725	37,5410	0,0315	Schwach verrostet
II. Versuchsreihe.					
Nach einem Jahr:					
1	Gesättigte Gipslösung	37,0076	36,5056	0,5020	Sehr stark verrostet
2	Gesättigte Gipslösung + 5% Na ₂ Cr ₂ O ₇	37,0860	37,0860	0,0000	Vollständig blank

Aus diesen beiden Versuchsreihen ist ersichtlich, dass ein Zusatz von 1% Na₂Cr₂O₇ zu gesättigter Gipslösung den Rostangriff um fast das Fünffache verringert und dass andererseits bei einem Zusatz von 5% Na₂Cr₂O₇ selbst nach einjähriger Lagerung das Plättchen noch völlig blank blieb. (Schluss folgt.)

Zur Reorganisation der Schweiz. Bundesbahnen.

Die durch den Tod von a. Oberingenieur Dr. Rob. Moser im Verwaltungsrat der S. B. B. eingetretene Vakanz hat der schweiz. Bundesrat, von dem der Genannte als Mitglied jener Behörde berufen worden war, durch die Wahl von Stadtrat Dr. jur. E. Klöti aus Zürich wieder ausgefüllt. Allgemein hat wohl dieser Beschluss überrascht, wie beispielsweise die „Thurgauer Zeitung“ sich dazu äussert:

„Bald wird der letzte Fachmann aus dem Verwaltungsrate der Bundesbahnen ausgemerzt und die ganze Behörde aus Nationalräten, Regierungsräten und Stadträten zusammengesetzt sein zur grossen Freude der Generaldirektion, die allmächtiger wird, je weniger Sachverständige und je mehr National-, Regierungs- und Stadträte im Verwaltungsrate sitzen.“ —

In der Tat ist diese Wendung für Viele schwer verständlich. Wir selbst können sie uns nur als Beginn der „Reorganisation“ erklären, über die Bundesrat Haab in der Rede zu Wädenswil gesprochen, die wir auf Seite 96 der letzten Nummer wiedergaben.

Oberingenieur Moser war als einer unserer weitaus hervorragendsten Eisenbahnfachmänner in den Verwaltungsrat berufen worden zu einer Zeit, als man wohl voraussetzte, dieser werde vornehmlich auch die technische Seite der Vorlagen der Generaldirektion zu prüfen und über diese nach fachlichen Gesichtspunkten zu entscheiden haben. Nun hat aber die Zusammensetzung des Verwaltungsrates, die fast nur nach regionalen und parteipolitischen Gesichtspunkten erfolgt ist, diese Voraussetzung ausgeschaltet und gezeigt, dass neben den „Rücksichten, von denen jedermann weiss, dass sie eben bei uns genommen werden müssen“ — wie Bundesrat Haab sich in seiner Rede ausdrückte — für Abwägung technischer Momente kein Platz geblieben ist. So fand unser Kollege Moser, als gänzlich ausserhalb der politischen Parteien stehender Fachmann, auch für die besten Gründe, die er vorzubringen hatte, meistens kein Verständnis; wir haben es ihm dabei hoch angerechnet, dass er es demungeachtet für seine Pflicht hielt, auf dem verlorenen Posten auszuharren.

Wenn nun bei dem neuen Kurs diese ursprünglich dem Verwaltungsrate naturgemäss zufallende Funktion gänzlich ausgeschaltet werden soll, ist die vom Bundesrat getroffene neue Wahl gewiss zu begrüssen. Hoffentlich wird dafür bei Neuordnung der Verhältnisse der richtige Weg gefunden, um die Befürchtungen der „Thurgauer Zeitung“ vor der Allmacht der Generaldirektion gegenstandslos zu machen.

Miscellanea.

Eidgenössische Technische Hochschule. Der Bundesrat hat am 20. dies Herrn Bruno Zschokke in Anerkennung seiner der E. T. H. als Privatdozent für Materialprüfungswesen und Dozent für Militärsprengtechnik geleisteten Dienste den Titel eines Professors verliehen.

Doktorpromotion. Die E. T. H. hat Herrn Karl Kobelt, dipl. Ingenieur aus Marbach (St. Gallen) die Würde eines Doktors der technischen Wissenschaften [Dissertation: Genauigkeitsuntersuchung der graphischen Triangulation] und Herrn Heinrich Frick, dipl. Fachlehrer aus Zürich und Maschwanden, die Würde eines Doktors der Mathematik verliehen [Dissertation: Ueber den Zusammenhang der Perioden quadratischer Formen positiver Determinante mit der Zerlegung einer Zahl in die Summe zweier Quadrate].

Diplomerteilung. Der Schweiz. Schulrat hat nachfolgenden Studierenden der E. T. H. auf Grund der abgelegten Prüfungen das Diplom erteilt: Als Architekt: Jean Chauvet von Genf; Horace Decoppet von Suscévaz (Waadt). — Als Bauingenieur: Elsa Diamant von Vagujhely (Ungarn). — Als Vermessungs-Ingenieur: Oskar Reimann von Zürich.

Elektrifizierung der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen. Für die Elektrifizierung der Berliner Stadt-, Ring- und Vorortbahnen soll, wie die „Zeitung des Vereins Deutscher Eisenbahn-Verwaltungen“ berichtet, eine neuartige Stromzuführung durch seitlich der Geleise gespannte Drähte in Erwägung gezogen werden. Diese Anordnung würde die Uebersichtlichkeit der Strecke erhöhen, auch wären Störungen in den parallel laufenden Schwachstromleitungen leicht zu vermeiden. Mit Triebgestellzügen werden auf der Schlesischen Gebirgsbahn regelmässige Versuchsfahrten in dieser Richtung