

Zeitschrift:	Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber:	Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band:	71/72 (1918)
Heft:	10
Artikel:	Untersuchungen über den Rostangriff durch Kesselwasser und dessen Bekämpfung
Autor:	Zschokke, Bruno
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-34726

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 14.01.2026

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

Untersuchungen über den Rostangriff durch Kesselwässer und dessen Bekämpfung.

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

(Schluss von Seite 107.)

Diese wenigen Beispiele über die Wirkung eines Zusatzes von chromsauren Salzen zu verschiedenen andern Salzlösungen zeigen, wie verschiedenartig die Intensität des Rostangriffs je nach der Natur des Salzes und dem Konzentrationsgrad der Salzlösung ist. Diese Verhältnisse müssen daher bei einer eventuellen Verwendung von Chromsalzen als rosthinderndem Zusatz zu Kesselwässern gebührend berücksichtigt werden. Wo Kessel vorzugsweise mit Kondenswasser gespiesen werden, liegen die Verhältnisse natürlich am günstigsten. In allen andern Fällen, wo natürliche Wässer zur Speisung verwendet werden, muss man einmal berücksichtigen, dass während einer Campagne des Kessels, die zwei oder drei Monate dauern kann, das Kesselwasser sich immer mehr an den im betreffenden Speisewasser schon ursprünglich vorhandenen Salzen *anreichert*. Je nach der Natur und der Menge dieser Salze werden wir gegen Schluss der Kesselcampagne eine Zusammensetzung des Wassers bekommen, die die Rostschutzwirkung eines Chromsalzzusatzes unter Umständen zu vermindern, ja sogar ganz aufzuheben vermag.

Zweitens muss man dem Umstände Rechnung tragen, dass heute sehr viele Speisewässer zur Verhinderung der Kesselsteinbildung einen mehr oder minder grossen Zusatz an Soda erhalten. Es wird also auch noch im besonderen zu prüfen sein, wie es sich mit der rostschützenden Wirkung von chromsalzhaltigem Kesselwasser bei gleichzeitiger Anwesenheit von Soda verhält.

Bevor wir in diese Verhältnisse näher eintreten, scheint es angezeigt, sich über die Wirkungsweise eines Zusatzes von Soda *allein* hinsichtlich der Kesselsteinverhinderung und des Rostschutzes kurz Rechenschaft zu geben. Bekanntlich beruht die Wirkung des Sodazusatzes darauf, dass er die im Wasser gelösten Kesselstein bildenden Salze, Calcium- und Magnesiumbicarbonat, sowie das Calciumsulfat in das unlösliche Calcium- und Magnesiumcarbonat umwandelt, welche Salze, zum Unterschied vom Kesselstein, nicht mehr als harte, festbackende Krusten, sondern als loser Schlamm ausgeschieden werden. Als Nebenprodukte bilden sich: Bei vorheriger ausschliesslicher Anwesenheit von Bicarbonaten, *Natriumbicarbonat*, bei gleichzeitiger Anwesenheit von Gips auch *Natriumsulfat*. Das gebildete Natriumbicarbonat wird aber bei der Siedehitze des Kesselwassers wieder in Soda zurückverwandelt, gemäss nachstehender Gleichung:



Mit andern Worten: Mit einem einmaligen bestimmten Zusatz von Soda zum Kesselwasser können beliebige Mengen Calcium- und Magnesiumbicarbonat unschädlich gemacht werden, wogegen bei gleichzeitiger Anwesenheit von Gips im Speisewasser diesem stets von neuem eine bestimmte Menge Soda zugesetzt werden muss, um den Gips in Calciumcarbonat überzuführen, wobei stetig mehr Natriumsulfat als Nebenprodukt entsteht. Dieses Salz ist aber, wie wir gesehen, ein energisch rostförderndes Mittel.

Vielfach wird nun angenommen, dass das nach oben Gesagte im Kessel stets vorhandene freie Natriumcarbonat nebst dem Kesselstein auch den Rostangriff zu verhindern vermöge. Diese Anschauung ist jedoch nur insofern gültig, als diese Soda etwa im Kesselwasser vorhandene geringe Säuremengen zu neutralisieren vermag. Vielfach treten aber auch bei Abwesenheit von Säure und trotz Gegenwart von Soda Anfressungen auf, die lediglich auf die Mitwirkung der im Kesselwasser gelösten Luft zurückzuführen sind. Diese Erscheinung ist leicht verständlich, wenn man bedenkt, dass nach den Heyn-Bauer'schen Untersuchungen die rostschützende Wirkung von Soda erst bei weit höheren Konzentrationen ihrer wässrigen Lösung eintritt, als sie in den Kesselwässern tatsächlich bestehen. Nach Heyn liegt die Schwellenkonzentration von Soda-Lösungen bei gewöhnlicher Temperatur bei einem Gehalt der Lösung an Na_2CO_3 von 1%.

Ueber das Verhalten von blanken Flusseisenplättchen nach 50 stündigem Kochen in verschiedenen prozentigen Sodalösungen gibt nach Versuchen des Verfassers die nachstehende Tabelle V. Aufschluss. (Als Lösungsmittel für die Soda diente gewöhnliches Leitungswasser).

Tabelle V.

Nr. des Versuchs	Gehalt der Sodalösung an Na_2CO_3	Aussere Beschaffenheit der Plättchen nach 50 stündigem Kochen
1	0,01 %	Sehr starke schwarze Rostfärbung.
2	0,02 %	Sehr stark verrostet; Plättchen zeigt keine blanken Stellen.
3	0,05 %	Sehr starke Rostflecken neben grössern blanken Partien.
4	0,10 %	Zur Hauptsache blank; auf einer Seite ein breiter Roststreifen von oben bis unten.
5	0,50 %	Vollkommen blank.
6	1,00 %	" "

Für die bestimmten vorliegenden Versuchsbedingungen liegt also die Schwellenkonzentration der Sodalösung etwa bei 0,2 bis 0,5 %. Sodamengen von wenigen pro Mille, wie sie in der Regel den Kesselwässern zugesetzt werden, genügen also bei weitem nicht, um den Rostangriff zu verhindern.

Um sich über die Wirkung von Sodalösung auf Eisen bei gleichzeitiger Anwesenheit von Chromsalzlösung Rechenschaft zu geben, wurden blanke Flusseisenplättchen sowohl bei gewöhnlicher als Siedetemperatur in 0,05 %iger Kaliumbichromatlösung (Schwellenkonzentration) mit verschiedenen Zusätzen an Soda gelagert. Die Resultate dieser Versuche sind in nachstehender Tabelle VI zusammengestellt.

Tabelle VI.
I. Versuchsreihe (bei gewöhnlicher Zimmertemperatur).
Dauer der Lagerung: ein Monat.

Versuchs-Nr.	Lösung	Aussehen der Plättchen nach dem Versuch
1	100 cm ³ H ₂ O 1 gr Na ₂ CO ₃ 0,05 " K ₂ Cr ₂ O ₇	Plättchen vollständig blank
2	100 cm ³ H ₂ O 0,5 gr Na ₂ CO ₃ 0,05 " K ₂ Cr ₂ O ₇	Plättchen vollständig blank
3	100 cm ³ H ₂ O 0,1 gr Na ₂ CO ₃ 0,05 " K ₂ Cr ₂ O ₇	Plättchen vollständig blank

II. Versuchsreihe (bei Siedetemperatur).
Dauer des Kochens: 50 Stunden unter stetem Ersatz des verdampften Wassers.

1	100 gr H ₂ O 0,004 " Na ₂ CO ₃ 0,050 " K ₂ Cr ₂ O ₇	Das Plättchen zeigt leichte Bildung von Kesselstein, aber keine Spur von Rost.
2	100 gr H ₂ O 0,01 " Na ₂ CO ₃ 0,05 " K ₂ Cr ₂ O ₇	Das Plättchen zeigt eine Anzahl äusserst feiner Rostpünktchen, sonst ist es vollständig blank.
3	100 gr H ₂ O 0,05 " Na ₂ CO ₃ 0,05 " K ₂ Cr ₂ O ₇	Anflug von Kesselstein, aber keine Spur von Rost.

Diese sechs Versuche zeigen, dass bei stets gleich bleibendem Gehalt der Lösung an Kaliumbichromat (0,05 %), aber wechselndem Gehalt an Soda, sowohl bei gewöhnlicher Temperatur als langandauernder Siedehitze der Lösungen deren Rostschutz auf Eisen ein sehr guter ist. Die kohlensäuren Alkalien haben also auf die rostschützende Wirkung der Lösungen von chromsauren Salzen keinen schädigenden Einfluss.

Aus dem nebenstehend über die Anreicherung von Salzen in Kesselspeisewässern Gesagten geht hervor, dass man hinsichtlich der Höhe des Zusatzes von chromsauren Salzen zu Kesselwässern nicht allgemein bindende Vorschriften aufstellen kann, sondern von Fall zu Fall den jeweiligen lokalen Verhältnissen Rechenschaft tragen muss. Es geschieht dies dadurch, dass man von einer bestimmten Kesselanlage eine Probe des Kesselwassers unter den *ungünstigsten*

Bedingungen, d. h. unmittelbar vor der Kesselreinigung entnimmt und nun dieses Wasser mit verschieden starken Zusätzen von chromsauren Salzen hinsichtlich seiner Einwirkung auf Eisen untersucht.

Zwei Beispiele mögen dies erläutern: Durch die Freundlichkeit von Herrn E. Höhn, Oberingenieur des Schweizerischen Vereins von Dampfkesselbesitzern wurden dem Berichterstatter Proben von zwei Kesselwässern zur Verfügung gestellt.

Nr. 1 entstammt dem Kessel einer Fabrik, der vorzugsweise mit Kondenswasser gespiesen wird. Heizfläche des Kessels 80 m^2 . Der daselbst übliche Sodazusatz betrug: Beim Füllen des Kessels 5 kg , während des Betriebs $1,5 \text{ kg}$ pro Woche. Die Entnahme der Wasserprobe geschah, nachdem der Kessel seit der letzten Kesselwäsche fünf Wochen lang ununterbrochen, d. h. Tag und Nacht im Betrieb gestanden.

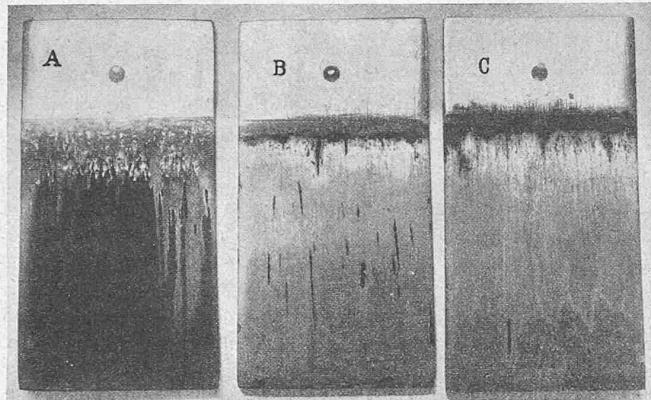


Abbildung 1.

Nr. 2 entstammt dem Schiffskessel einer Dampfschwalbe auf dem Zürichsee; als Speisewasser dient ausschliesslich Zürichseewasser. Heizfläche des Kessels $30,5 \text{ m}^2$. Der Kessel wurde 50 Tage lang mit diesem Wasser betrieben und erhielt während dieser Zeit im Ganzen 5 kg Soda. Die Wasserprobe wurde während der Entleerung des Kessels entnommen. Die Untersuchung der beiden Wasserproben 1 und 2 durch die Eidg. Prüfungsanstalt für Brennstoffe ergab folgende Resultate:

	Wasser 1	Wasser 2
Aussehen	Milchig getrübt	Milchig getrübt
Reaktion auf Lakmus . . .	Alkalisch	Alkalisch
Gehalt an Chlor (Cl) in Form von Chloriden	147,5 mgr pro Liter	25 mgr pro Liter
Gehalt an Schwefelsäure-anhydrit (SO_3) in Form von Sulfaten	670,7 " " "	187,1 " " "
Gesamthärte in franz.		
Härtegraden	2,8	3,3

Demgegenüber weisen die entsprechenden *Rohwässer* auf Grund von früheren Analysen folgende Zusammensetzung auf:

	Wasser 1	Wasser 2
Gehalt an Chlor	6,4 mgr im Liter	3,9 mgr im Liter
Gehalt an Schwefelsäureanhydrit	38,6 " " "	11,7 " " "

Ein Vergleich der entsprechenden Ziffern zeigt, dass bei Wasser 1 im Betrieb der Chlorgehalt sich um das 23fache, der Schwefelsäuregehalt um das 17fache angereichert hat.

Bei Wasser Nr. 2 hat der Chlorgehalt um das 8fache, der Schwefelsäuregehalt um das 16fache zugenommen.

Es wurden nun folgende Lösungen bereitet:

Nr. A:	Kesselwasser Nr. 1 ohne Zusatz.
" B:	" 1 mit Zusatz von 0,10% Kaliumbichromat ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$).
" C:	" 1 " " " 0,30% " "
" D:	" 2 ohne Zusatz.
" E:	" 2 mit Zusatz von 0,10% Kaliumbichromat.
" F:	" 2 " " " 0,30% "

Je 400 cm^3 dieser Flüssigkeiten wurden in Bechergläser gefüllt und in diese je ein blank befeiltes Flusseisenplättchen von $5 \times 10 \times 0,5 \text{ cm}$ bis zur Tiefe von 7 cm an Eisendrähten eingehängt.

Sämtliche sechs Bechergläser wurden in einem gemeinsamen Wasserbad während drei Tagen (im ganzen 21 Stunden) auf etwa 90° C erhitzt. (Eine längere Heizdauer konnte wegen der zur Zeit herrschenden Gasknappheit nicht in Betracht kommen). Das Wasserniveau in den einzelnen Gläsern wurde durch Nachgießen von destilliertem Wasser stets auf gleicher Höhe erhalten. Trotz der Kürze der Versuchsdauer machte sich der Unterschied in der Einwirkung der verschiedenen Lösungen auf das Eisen in sehr charakteristischer Weise bemerkbar, wie dies einerseits aus den photographischen Bildern der Versuchsplättchen (Abb. 1 und 2), andererseits aus den Gewichtsmengen losen Rostes hervorgeht, der sich während des Erhitzens gebildet, von den Plättchen abgelöst und am Boden der Bechergläser allmählich angesammelt hat. Dieser Rost-Schlamm wurde nach Abschluss der Versuche abfiltriert, ausgewaschen, bei 110° getrocknet und gewogen. Die äussere Besichtigung der Plättchen ergibt mit Bezug auf den in den Flüssigkeiten untergetauchten Teil folgendes Resultat:

- A. Tauchfläche total und gleichmässig verrostet, ohne jede blanke Stelle.
- B. Tauchfläche weitaus zum grössten Teil blank mit leicht gelblicher Anlauffarbe und einer Anzahl sehr kleiner Rostpunktchen und Roststreifen.
- C. Tauchfläche blank, bzw. schwach gelblich angelaufen, zeigt nur einen einzigen schmalen Roststreifen.
- D. Ganze Tauchfläche vollkommen und gleichmässig gerostet ohne jede blanke Stelle.
- E. Tauchfläche blank, bzw. schwach gelblich angelaufen, mit einer Anzahl kleiner Roststreifen und Flecken.
- F. Tauchfläche bis auf einen einzigen sehr schmalen Roststreifen völlig blank, bzw. schwach gelblich angelaufen.

In der Wasserlinie zeigen alle Probeplättchen Anrostungen, die aber bei den Proben B, C, E und F bei weitem geringer sind, als bei den Proben A und D.

Die Mengen losgelösten Rostes ergeben sich aus folgender Zusammenstellung:

I	Probe A (Wasser ohne Zusatz)	0,146 gr
	" B (" mit 0,1% $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)	0,015 "
II	" C (" 0,3% " ")	0,005 "
	Probe D (Wasser ohne Zusatz)	0,100 gr
II	" E (" mit 0,1% $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)	0,012 "
	" F (" 0,3% " ")	0,007 "

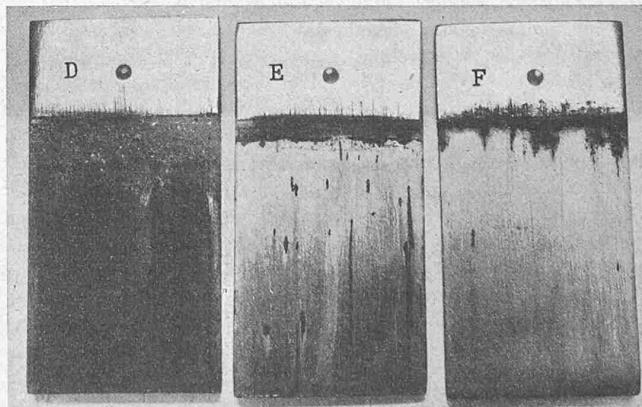


Abbildung 2.

Ein Zusatz von 0,3% Kaliumbichromat hat also bei Wasser I den Rostangriff um das 29fache, bei Wasser II um das 14fache heruntergedrückt. Der zum Rostschutz notwendige Zusatz an Chromsalz zum Kesselwasser ist so niedrig, dass das Verfahren in der Praxis sich auch vom finanziellen Standpunkt aus voraussichtlich wohl lohnen dürfte, insbesondere bei Kesseln, die vorzugsweise mit Kondenswasser oder sonst sehr reinem Wasser gespiesen werden; denn einmal kann in diesem Fall der Prozentsatz an Chromsalz überhaupt kleiner bemessen werden, als bei sehr harten

Wässern (etwa 0,05 bis 0,10%), und zweitens müssen bei weichem Wasser die Kesselreinigung und damit auch die Erneuerung des Chromsalzzusatzes seltener vorgenommen werden. Beträgt zum Beispiel die Füllung eines Kessels 10 m³, so stellt sich der Bedarf an Chromsalz, bei 0,1 bis 0,3% Zusatz, auf 10 bis 30 kg.

Stellt man den Preis von 1 kg Kalumbichromat mit Fr. 0,80¹⁾ in Rechnung, so würden die Kosten pro Kessellagerung sich auf 8 bis 24 Fr. stellen. An Stelle von Kalumbichromat würde sich in der Praxis die Anwendung von Natriumbichromat empfehlen, das ebenso stark passivierend wirkt wie das Kaliumsalz, dabei etwas billiger ist als dieses und sich in Wasser noch leichter löst.

Nekrologie.

† J. J. Stambach. Der am 18. Februar d. J. zu Winterthur verschiedene a. Professor J. Jakob Stambach wurde zu Uerkheim im Kanton Aargau am 16. April 1843 als Sohn eines Kleinbauern geboren. Infolge des frühen Todes seiner Mutter kam er schon mit neun Jahren in die Erziehungsanstalt Olsberg, wo der aargauische Staatsmann Augustin Keller, der alljährlich den Prüfungen in der Anstalt beizuwenden pflegte, auf den aufgeweckten Knaben aufmerksam wurde und sich ihm fördernd zur Seite stellte. Da auch sein Vater früh starb, musste der junge Stambach, der mittlerweile eine Lehrzeit im Maurerberuf angetreten hatte, sich mit seinem kärglichen Taglohn durchschlagen. Er ersparte dabei noch das Schulgeld für die gewerbliche Arbeitsschule in Basel und wendete

sich in seinen freien Stunden dem Studium der Mathematik zu. Noch während der Lehrzeit wurde er Gehilfe des Poliers bei einer grösseren Fabrikbaute. Im Herbst 1862 bestand Stambach, wenn auch mit Mühe, die Aufnahmeprüfung zum Vorkurs des eidg. Polytechnikum, in dem ihn Professor Orelli durch Privatunterricht so weit förderte, dass er im Oktober 1863 in die Ingenieurschule der E. T. H. eintreten konnte; deren Diplom errang er 1866.

Im gleichen Jahre beauftragte die aargauische Regierung Stambach mit der Ausarbeitung eines grösseren Strassenprojektes, und wählte ihn sodann, im Jahre 1867, zum zweiten Ingenieur für die kantonale Triangulation. Nach Abschluss dieser Arbeit trat er als Bauingenieur in den Dienst der Schweizerischen Zentralbahn, um sich sodann als Zivilingenieur in Aarau niederzulassen. Auf diese praktische Tätigkeit folgte im Herbst 1877 seine Wahl als Lehrer an das kantonale Technikum in Winterthur. Hier hat Stambach eine äusserst rege und fruchtbare Lehrtätigkeit entfaltet. Hunderte von Geometern verdanken ihm ihre Ausbildung und sind ihm dafür dankbar gewesen. Welche Liebe und Verehrung er bei seinen früheren Schülern genoss, das konnte er bei Anlass seines 25jährigen Dienstjubiläums als Professor am Technikum im Jahre 1902 erkennen. Neben seinem Lehramt in Winterthur wirkte Stambach von 1888 bis 1894 als Privatdozent für praktische Geometrie an der Eidg. Technischen Hochschule und von 1904 bis zu seinem Tode war er Schriftleiter der „Schweiz. Geometerzeitung“, deren jüngste Nummer er Ende Dezember 1917 noch persönlich redigiert hat.

Nachdem er sich infolge eines Halsleidens längere Zeit hatte beurlauben lassen, legte er mit Schluss des Winterhalbjahres 1912/13 seine Professur am Technikum nieder. Für die Wünsche und Ziele seiner Geometer ist er aber bis zu seinem Ende mit jugendlichem Eifer eingestanden. Gross ist die Zahl seiner ehemaligen Schüler,

¹⁾ Dieser Preis wurde vor dem Krieg bezahlt; heute erreicht er in der Schweiz wegen der Schwierigkeit der Materialbeschaffung allerdings die exorbitante Höhe von 8 bis 10 Fr.!

seiner Kollegen und Freunde, die mit seiner zahlreichen Familie um den aufrechten Mann, den trefflichen Menschen trauern.

† E. v. Tscharner. Der Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein hat mit dem am 23. Februar d. J. zu Chur im Alter von 69 Jahren verstorbenen Architekten Emanuel v. Tscharner

ein sehr eifriges Mitglied verloren, das sich an den Bestrebungen des Vereins stets mit grossem Interesse beteiligte und in verschiedenen seiner Kommissionen wertvolle Mitarbeit leistete. E. v. Tscharner wurde in Chur am 5. November 1849 geboren und genoss daselbst seine Schulbildung bis zur zweiten Kantonsschulkasse, nach der er zum Abschluss seiner Mittelschulbildung nach Lausanne übersiedelte. In der Absicht, sich dem Architekturstudium zu widmen, bezog er hierauf die Technische Hochschule in Stuttgart, woselbst er neben dem Fachstudium mit grossem Eifer besonders auch der Förderung seiner künstlerischen Ausbildung oblag; in einem weiten Bekanntenkreise war ihm in seiner Studienzeit ein reicher, geselliger Verkehr geboten. Von der Hochschule weg zog er nach Wien und hatte dort das Glück, während sechs Jahren auf dem Bureau von Architekt Hansen bei der Ausführung von dessen Monumentalbauten, der Universität, des Parlament-Gebäudes, der Museen u. a. m. mitwirken zu können.

Der Tod seines Vaters machte im Jahre 1879 die Rückkehr in die Heimat notwendig, wo er in der Folge seine berufliche Tätigkeit fortgesetzt hat. An Bauwerken, die von ihm daselbst ausgeführt wurden, seien genannt: Das Kurhaus Passugg, die Anstalt Rothen-

brunnen im Domleschg, das Kasinogebäude in Flims, das Hotel Steinbock beim Bahnhof in Chur, der neue Kirchturm von Tamins, der „Lindenholz“ in Churwalden, der Bau des „Bündner Tagblatt“ und eine Reihe grösserer und kleinerer Wohn- und Landhäuser in Chur und dessen Umgebung, sowie, als sein letztes Werk, das Wohnhaus Caflisch-v. Salis in Chur, das in der letzten Dezember-Nummer unserer Zeitung zur Darstellung gelangt ist.

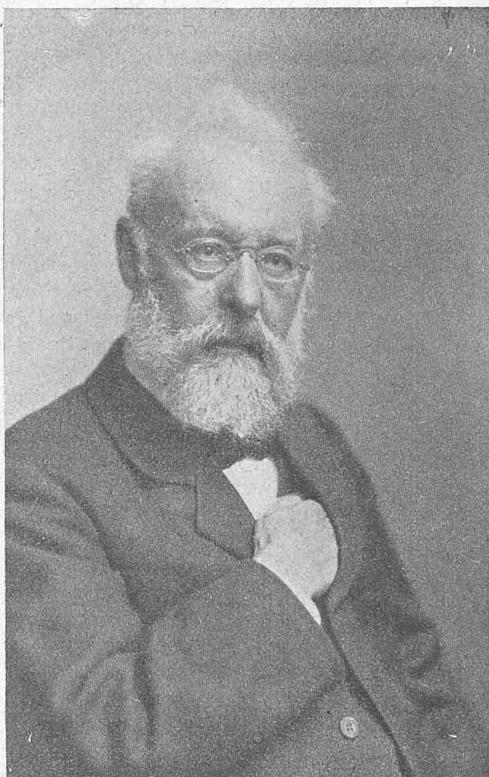
Von einem Schlaganfall, den er im März letzten Jahres erlitt, konnte er sich nur langsam und leider nicht vollständig erholen; dessen Folgen ist er nun nach mehrwöchigem Krankenlager schliesslich erlegen.

Von jehher und bis in die letzten Zeiten nahm sich v. Tscharner aller künstlerischen Bestrebungen, die seiner engen Heimat galten, an, wenn auch, seinem innerlich veranlagten Wesen nach, meist im Stillen wirkend. Seinen Kollegen und näheren Bekannten steht der liebenswürdige Mann in freundlicher Erinnerung.

† J. Classen. Am 28. Januar starb in Hamburg, in seinem 72. Lebensjahr, der Direktor der dortigen Baupolizei, Johannes Classen. Im Jahre 1846 zu Hamburg geboren, hat Classen von 1864 bis 1867 die Ingenieurschule an der Eidg. Technischen Hochschule in Zürich absolviert, worauf er in den öffentlichen Baudienst Hamburgs eintrat. Dort arbeitete er zunächst am Stau- und Hafenbau, dann an der Elbbrücke; später hat er beim Bau der Köln-Mindener und der Weimar-Geraer Eisenbahn mitgewirkt. 1879 trat er in den hamburgischen Staatsdienst, wo er sich zunächst beim Ingenieurwesen betätigte, schliesslich aber zur Baupolizei überging, zu deren Direktor er 1907 ernannt wurde.

Miscellanea.

Ueber die Ermüdung von Maschinenteilen. Die Berechnung eines auf zentrischen Zug oder (knickfreien) Druck beanspruchten Körpers erfolgt in der Regel unter Annahme einer gleichmässigen Beanspruchung aller Flächenelemente des Querschnitts, jene eines



a. Prof. J. J. Stambach
Ingenieur

16. April 1843

18. Februar 1918