

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 113/114 (1939)
Heft: 23

Artikel: Das Wesen der Umlauf-Kesselreinigung
Autor: Goldstern, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-50507>

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: 22.02.2026

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

INHALT: Das Wesen der Umlauf-Kesselwasserreinigung. — Die neuen Metadyne-gesteuerten Gleichstrom-Triebwagen der Londoner Untergrundbahn. — Ideen-Wettbewerb für ein Gewerbeschulhaus, Basel. — Mitteilungen: Verbände der Spenglermeister und Installateure und der Centralheizungsindustriellen. Eidg. Technische Hochschule. Kugelschie-

ber mit Gummischlauch-Abdichtung. Erweiterungsbau des Radio-Studio Zürich. Die verbreiterte Wettsteinbrücke in Basel. — Nekrologe: Jules Couchepin. Henri Demierre. — S.I.A.-Fachgruppe der Ingenieure für Brückenbau und Hochbau und Schweiz. Verband für die Materialprüfungen der Technik.

Band 113

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Nr. 23

Das Wesen der Umlauf-Kesselwasserreinigung

Von Dipl. Ing. W. GOLDSTERN, London

In den letzten Jahren findet eine neue Methode der Wasserreinigung für Dampfkessel eine ausgedehnte Verbreitung, die sich von den früher gebräuchlichen grundsätzlich unterscheidet. Man kennt die Entwicklung der chemischen Prozesse auf diesem Gebiete, die zur Verwendung von immer wirksameren Stoffen führte, wie Trinatriumphosphat und Basenaustauschstoffen. Diesen ist das Eine gemeinsam, dass das in die Kessel zu speisende Wasser vorher aufbereitet, d. h. insbesondere bezüglich seiner Härte in den gewünschten Zustand gebracht wird (sog. «Vorreinigungsanlagen»). Man stellt also als Ergebnis dieser Aufbereitung z. B. eine Enthärtung des Speisewassers auf etwa 1 bis 2° Härte (je nach dem verwendeten Chemikal, der Wassertemperatur usw. auch mehr oder etwas weniger) fest und führt dieses Wasser dem Dampfkessel zu. — Die neueren Forschungen über das Wasser im Kesselbetriebe rücken demgegenüber stärker den Zustand des Kesselwassers selbst in den Vordergrund, als unmittelbar verantwortlich für die im Kessel auftretenden Erscheinungen. Dieser Zustand ist nicht nur von den Eigenschaften des gespeisten Wassers abhängig, sondern noch von einer Anzahl anderer Faktoren, so von der Menge des abgeschlammten Wassers, vom Salzgehalt des Kesselwassers, von dem im Kessel zurückbleibenden Schlamm u. a.

Durch die im folgenden prinzipiell dargestellte Wasserreinigungsmethode wurde es erstmals möglich, unmittelbar und wirksam auf das Kesselwasser selbst einzuwirken. Das Wesen dieser Methode, die in der Praxis (vor allem auch in schweizerischen Betrieben) unter dem Namen «Dejektor» bekannt geworden ist, unterscheidet sich von den Vorreinigungsanlagen grundsätzlich durch die drei Hauptelemente, auf denen ihre Wirkung beruht: 1. Wasserumlauf zwischen Dampfkessel und Dejektor; 2. mechanische Trennung von Schlamm und Wasser; 3. chemische Enthärtungsprozesse im Kessel.

Abb. 1 stellt einen Anwendungsfall des Dejektors an einem beweglichen Kessel dar. Man ersieht hieraus die Größenordnung des Apparates, die sich wesentlich von allen anderen Wasserreinigungsanlagen unterscheidet, und erkennt die Möglichkeiten für den Einbau des Dejektors bei verschiedenen Dampfkesseln.

Die Wirkungsweise des Dejektors soll kurz an einer schematischen Zeichnung (Abb. 2) erklärt werden. Der Dampfkessel 1 wird durch das Speiserohr 2 mit Rohwasser versorgt. Durch den Dejektor wird dauernd ein bestimmter chemischer Zustand des Kesselwassers eingehalten, sodass die Härtebildner, aus denen sonst der Kesselstein entsteht, als Schlamm ausgeschieden werden, der sich im untersten Teil 3 des Kessels ansammelt. Von hier wird das schlammhaltige Wasser nun dauernd durch eine dünne Rohrleitung entnommen, und zwar zunächst durch eine Steigleitung 4 hochgeführt. In den Fallstrang 5 ist der Dejektor 6 selbst eingebaut, in dessen unterem Teil der Schlamm durch ein System von Schikanen 7 vom zirkulierenden Kesselwasser getrennt wird. Aus der Chemikalienhaube 8 im oberen Teil des Apparates wird dem Wasser eine genau geregelte Menge von Chemikal zugeetzt, bevor es durch die Leitung 9 wieder in den Kessel zurückkehrt.

Die Zirkulation des Kesselwassers durch die Rohrleitungen,

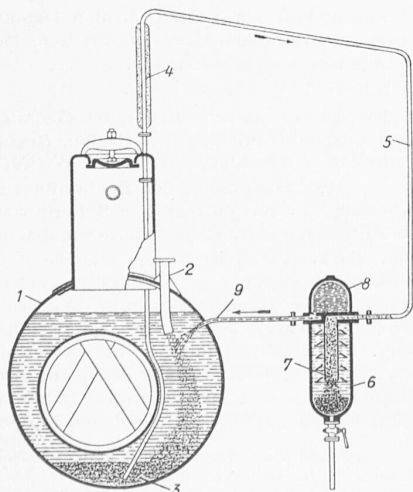


Abb. 2. Schema der Kesselwasserreinigung

die den Dejektor mit dem Kessel verbinden, erfolgt durch Schwerkraftwirkung (Thermosiphon). Das Prinzip des Kreislaufs des Wassers, das im Steigstrang wärmer und daher leichter gegenüber dem kälteren Wasser im Fallstrang ist, wird ja technisch vielfach angewandt, so bei Warmwasserheizungen und in Dampfkesseln, aber auch beim Autokühler und andern Einrichtungen der Wärmetechnik. Während aber die Zirkulation hier nicht nur durch die Wärme bewirkt wird, sondern auch zu ihrer Uebertragung dient, ist die zwangsweise damit verbundene Wärmebewegung beim Dejektor eine Nebenwirkung und muss als Energieaufwand zur Erzielung der Zirkulation angesehen werden. Bei der Einschaltung einer Pumpe wäre nicht nur der Aufwand an Energie wesentlich grösser, sondern diese Lösung kommt vor allem auch deshalb weniger in Frage, weil es sich hier um die Beförderung von sehr schlammhaltigem und alkalischem Wasser handelt.

Für die einwandfreie Wirkung eines Dejektors ist es von grösster Bedeutung, dass eine kräftige Zirkulation erreicht wird. Zum besseren Verständnis der Zirkulation wird im Folgenden eine *grundsätzliche Berechnung* durchgeführt. Allgemein ist die Zirkulationskraft P gleich dem Unterschied der Gewichte der Wassersäulen im fallenden und steigenden Rohrstrang, also $P = G_f - G_s$ kg.

Daraus erhält man bei einem Rohrquerschnitt F m² das Zirkulationsdruckgefälle

$$p = \frac{G_f - G_s}{F} \text{ kg/m}^2 \text{ bzw. mm WS}$$

Da andererseits das Gewicht $G = F h \gamma$ ist, so kann man, gleichbleibendes spezifisches Gewicht γ pro Rohrstrang vorausgesetzt, auch schreiben $p = h_f \gamma_f - h_s \gamma_s$

In der Zirkulationsleitung des Dejektors ist aber in jedem Punkt die Temperatur und damit auch das spezifische Gewicht γ anders, sodass die Gleichung streng genommen lauten muss:

$$p = \int \gamma_f d h_f - \int \gamma_s d h_s$$

Für die praktische Berechnung ist es ausreichend, in den einzelnen Rohrstücken, in denen keine wesentlichen Aenderungen des spezifischen Gewichtes auftreten, mit gleichbleibenden Mittelwerten zu rechnen.

Um die mühsame Arbeit der Rechnung zu vermeiden und auch zur besseren Uebersicht wird ein *graphisches Verfahren* vorgeschlagen, das allgemein zur Untersuchung der Zirkulation in Schwerkraftsystemen geeignet sein dürfte. Trägt man als Abszisse die einzelnen Höhen auf und als Ordinaten die zugehörigen Werte des spezifischen Gewichtes des umlaufenden Wassers, so kennzeichnen die Flächen, bzw. die Flächendifferenzen unmittelbar die entstehenden Zirkulationsdruckgefälle.

Im einfachsten Fall, mit konstanter Wassertemperatur t_w im Steig- und t_k im Fallstrang, wobei die gleiche Wärmemenge Q

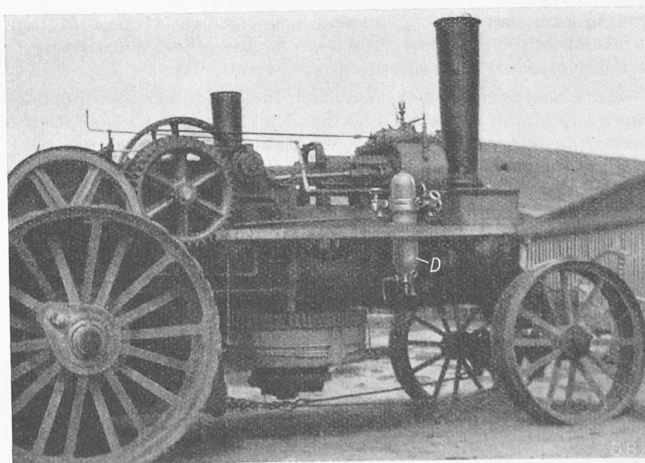
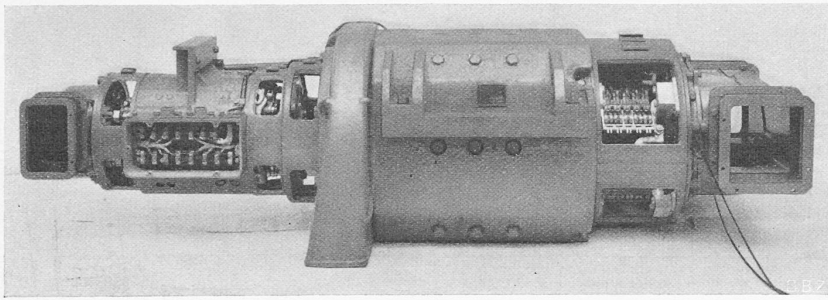


Abb. 1. Dejektor (D) am Kessel eines Dampflokomotivs



Erreger Anwurfmotor Metadyne

Abb. 1. Metadyne-Umformer der Londoner Untergrundbahn-Triebwagen

eine einfache Einrichtung zur Klärung und Filterung des verwendeten Rohwassers. Ueberall dort, wo man überhaupt auf chemischem Wege eine Enthärtung des Speisewassers erreichen kann, ist auch die Möglichkeit gegeben, die Reinigung mittels des Dejektors durchzuführen.

Damit kommen wir zum dritten Element der Dejektorwirkung, zum *chemischen Enthärtungsprozess* im Kessel. Grundsätzlich lassen sich durch das Dejektorverfahren die selben chemischen Reinigungsprozesse bewirken, wie durch beliebige andere Vorreinigungsmethoden, bei denen chemische Stoffe dem Speisewasser ausgesetzt werden³⁾. Dabei können verschiedene Chemikalien nacheinander Verwendung finden ohne irgend welche Aenderungen an der Anlage selbst. Eine derartige Anpassungsfähigkeit ist natürlich mit Vorreinigungsmethoden nicht zu erreichen.

Diese Eigenschaft wird ergänzt durch die einfache, aber sehr genaue *Regeleinrichtung* für die Zugabe des Chemikals. Geregelt wird die Menge, die dem zum Kessel zurückfliessenden, gereinigten Wasser zugesetzt wird. Ein einfaches Nadelventil ist zu diesem Zweck im Zulaufkanal von der Chemikalienhaube angeordnet. Da es bei der Dejektorwirkung nicht auf die Menge des zugesetzten Chemikals ankommt, sondern vielmehr auf den Zustand des Kesselwassers, ist auch eine sehr einfache und wirksame Ueberprüfung der Regelung möglich durch Feststellung der Alkalität des dem Dejektor zufließenden Wassers, das gleichbedeutend ist mit dem Kesselwasser selbst. Um eine sichere Enthärtung des Wassers zu gewährleisten, wird dauernd ein geringer Alkalienüberschuss im Kesselwasser eingehalten. Eine einfache Tropfenprobe wird zu diesem Zweck einmal täglich durchgeführt und das Regelventil evtl. entsprechend dem Ergebnis verstellt, bis die gewünschte Alkalität erreicht ist.

Das Dejektorverfahren hat gegenüber den Vorreinigeranlagen noch den weiteren Vorteil, dass es nach fehlerhafter Chemikalienzugabe eine wirksame Korrektur erlaubt. Selbst wenn im Kessel bereits Kesselstein entstanden ist, kann man durch zeitweise erhöhte Alkalität — am besten mittels eines Natriumphosphates — diesen nachträglich wieder auflösen. In zahlreichen Fällen wurden Dejektoren sogar an ganz oder teilweise ungereinigten Kessel angeschlossen, und sie haben in jedem Fall den alten Stein aus dem Kessel entfernen können; eine Eigenschaft, die die Verwendung des Dejektors besonders auch für vernachlässigte oder schwer zu reinigende Kessel sehr bedeutungsvoll macht.

Die *chemischen Vorgänge* selbst unterscheiden sich prinzipiell nicht von den bei den bekannten Vorreinigungsverfahren allgemein angewandten Reaktionen. Fast in 90 % aller Fälle ist das gewöhnlich billigste Chemikal, Soda, durchaus genügend. Soda scheidet aber nur die bleibende Härte aus und zwar durch Umwandlung in Glaubersalz Na_2SO_4 , das in Lösung bleibt und in CaCO_3 , das als Schlamm abgesondert wird. Die vorübergehenden Härtebildner, die Bikarbonate, dagegen zersetzen sich in bekannter Weise unter dem Einfluss der Temperatur, und zwar ebenfalls unter Ausscheidung von CaCO_3 in Form von Schlamm. Schon daraus ergibt sich, dass der Verbrauch an Chemikalien beim Dejektorverfahren kleiner sein muss, als bei allen anderen, die auch zur Beseitigung der vorübergehenden Härte einen Zusatz von irgendwelchen Chemikalien — meist Kalk — benötigen. Aber auch die Ausscheidung der bleibenden Härte wird mit geringstem Verbrauch an Soda o. ä. durchgeführt, da der Alkalienüberschuss im Kessel — einmal eingestellt — nicht weiter erhöht zu werden braucht. Bei den Vorreinigungsanlagen bedarf es hingegen schon im Speisewasser eines Uberschusses an Chemikalien, der dann im Kessel selber eine stets ansteigende Kon-

³⁾ H. Riemer: Betriebserfahrungen mit dem Wasserreiniger «Dejektor». «Die Industrie», Nr. 2 vom 7. Januar 1938.

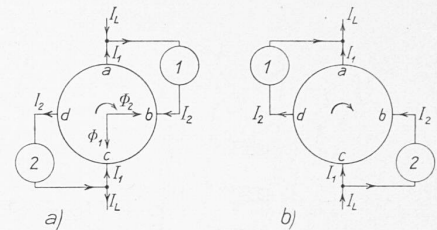


Abb. 2. Prinzip-Schema der Metadyne

zentration zur Folge hat. Darum ist hier nicht nur der direkte Chemikalienverbrauch grösser als beim Dejektorverfahren, sondern es bedingt dies auch ein häufiges Erneuern des Kesselwassers.

Schliesslich mag noch erwähnt werden, dass bei Rohwasser mit natürlicher Alkalität auf den Zusatz von Chemikal überhaupt verzichtet und der Dejektor als reiner Entschlummer benützt werden kann. In Betrieben, die bereits mit Vorreinigungsanlagen ausgerüstet sind, erfüllt der Dejektor vielfach die Aufgabe, das Enthärtungsergebnis zu verbessern. Man gibt z. B. durch die Vorreinigung Kalk und Soda zu und scheidet die Resthärte dann vollständig durch Zusatz von Trinatriumphosphat mittels des Dejektors aus. Derartige Korrektivverfahren⁴⁾ wurden für ungünstige Wasserverhältnisse in verschiedenster Zusammenstellung ausgebildet.

Zusammenfassend kann man daher sagen, dass der Dejektor durch seine eigenartige Wirkungsweise nicht nur eine sehr einfache und sichere Wasserreinigung möglich macht, sondern gerade auch zur Lösung schwieriger Fragen auf diesem Gebiet hervorragend geeignet ist. Die günstigen Ergebnisse, die in über 4000 Kesselanlagen erzielt wurden, stimmen mit den neueren Erkenntnissen der Wasserreinigungs-Wissenschaft sehr gut überein, die die Beeinflussung des Kesselwassers selbst als entscheidenden Faktor festgestellt hat.

Die neuen Metadyne-gesteuerten Gleichstrom-Triebwagen der Londoner Untergrundbahn

Die übliche Regelung von Gleichstromfahrzeugen durch Vor-schalten von Widerständen, Serie-Parallelschaltung und Feldschwächung der Motoren hat gewisse Nachteile: mangelhafte Energieausnutzung, stossweises und langsames Anfahren. Es fehlt daher nicht an Versuchen, durch Vielstufenschalter wenigstens bei Strassenfahrzeugen mittlerer Leistung grössere Beschleunigungen zu erzielen. Neue Wege beschritt die Metropolitan-Vickers Co. mit dem Metadyne-Umformer von Prof. Pestarini. Wir entnehmen dem Novemberheft 1938 der «M. V. Gazette» folgende interessanten Angaben über eine Lieferung von 131 Triebwagenzügen an die Londoner Untergrundbahn, die mit solchen Maschinen ausgerüstet wurden.

Der Metadyne-Umformer, Abb. 1, ermöglicht grundsätzlich die Umwandlung konstanter Spannung in konstanten Strom und wird wie ein Survolteur-Dévolteur in den Stromkreis der Triebmotoren eingefügt. Trotz der umlaufenden Maschine wird der Wirkungsgrad bei grösseren Anlasshäufigkeiten höher sein als bei Widerstandschaltung, während die Fahrzeuge Beschleunigungen von 2 m/s² und Bremsverzögerungen mit Stromrückgewinnung von 3 m/s² erreichen.

Das Prinzip der Metadyne sei anhand der schematischen Skizzen Abb. 2 erläutert. In Abb. 2a deuten 1 und 2 zwei gleiche Gleichstrom-Motoren an, der grosse Kreis die Metadyne, d. h. einen gewöhnlichen, zweipolig gewickelten Gleichstrom-Anker mit Kollektor, der in einem ihn umschliessenden Eisenmantel rotiert. a, c und b, d sind zwei Paare diametraler Bürstenreihen. Zwischen a und c ist die Netzspannung angelegt. Der Ankerstrom I_2 der beiden Motoren wird teilweise aus dem Netz, teilweise von der Metadyne gespeist: $I_2 = I_L + I_1$. Beim Durchgang durch die Ankerwicklung der Metadyne erzeugt I_2 ein im Raume festes magnetisches Feld Φ_2 , dessen Axenrichtung in Abb. 2a eingezeichnet ist. Die EMK, die durch Schneiden dieses Feldes in den jeweils zwischen c und a geschalteten Stäben der Metadyne-Wicklung erzeugt wird, hat der Netzspannung, von Spannungsabfällen abgesehen, Gleichgewicht zu halten. Da diese EMK mit I_2 vermöge des magnetischen Kreises der Metadyne umkehrbar eindeutig zusammenhängt, ist sonach der «Magnetisierungsstrom» I_2 im Wesentlichen allein durch die Netzspannung, unabhängig von der Drehzahl der Triebmotoren 1 und 2, bestimmt:

⁴⁾ R. Stumper: Speisewasser und Speisewasserpflege. Berlin 1931, Verlag von J. Springer, (S. 123 ff.).