

**Zeitschrift:** Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie  
**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband  
**Band:** 40 (1948)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Die maschinelle Reinigung von Rohrleitungen [Schluss]  
**Autor:** Rüfenacht, F.G.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-921603>

### **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:** 09.03.2025

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

Anzahl der Tage mit 1, 2, 3... n Niederschlägen.  
(Summen 1936—1945) Tabelle 8

n	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Jahr	%
1	41	30	33	30	51	40	36	39	33	38	38	33	442	41,6
2	15	11	9	23	30	34	29	24	25	26	16	12	254	23,9
3	7	7	6	16	25	14	18	18	16	21	16	9	173	16,3
4	2	4	1	8	12	9	8	5	15	8	4	4	80	7,5
5	2	—	3	4	9	2	12	7	6	6	1	1	53	5,0
6	1	—	1	1	4	3	4	1	7	—	1	1	24	2,3
7	—	—	—	1	2	3	2	1	1	4	—	1	15	1,4
8	—	—	—	1	3	1	2	—	1	—	—	—	8	0,7
9	—	—	—	—	1	—	2	—	1	—	—	—	4	0,4
10	—	—	—	1	2	1	—	3	—	—	—	—	7	0,6
11	—	—	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	2	0,2
12	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	1	0,1

Abnahme in der Häufigkeit der Zahl der Niederschläge ist ausserordentlich regelmässig (siehe Abb. 1), sie erfolgt angenähert in geometrischer Progression. Mit 12 Niederschlägen pro Tag ist bereits die obere Grenze erreicht; dieser Fall ist übrigens nur einmal vorgekommen<sup>2</sup>. Sehr

<sup>2</sup> Da sich im Tessin ein Niederschlagsfall gelegentlich über mehr als einen Tag erstreckt, ist die Anzahl der Tage, an denen es 1, 2, 3... n Niederschläge hat, kleiner als die Anzahl der Niederschlagstage.

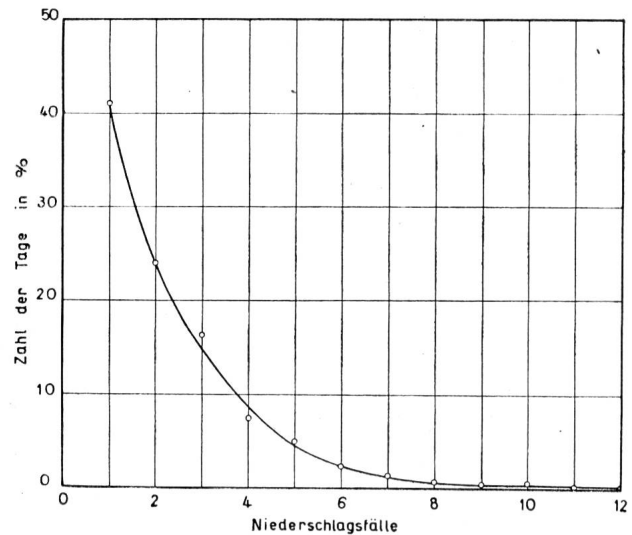


Abb. 1 Zahl der Niederschlagstage, an denen 1, 2 3... n mal Niederschlag fällt.

klar geht auch aus der Tabelle hervor, dass die Tage, an denen der Niederschlag oft einsetzt und wieder aufhört, vorzugsweise vom April bis Oktober und natürlich besonders in den Sommermonaten zahlreich sind.

N.B. Die Zahlen in Klammern beziehen sich auf das Literaturverzeichnis, das am Schlusse des Artikels erscheint.

(Fortsetzung folgt.)

## Die maschinelle Reinigung von Rohrleitungen (Schluss)

Von F. G. Rufenacht, Ingenieur, Zürich

Die gedrungene Bauart der Maschine erlaubt ein Durchfahren von Bogen bis zu 45°. Die ganze Konstruktion ist in Anbetracht der Beanspruchung sehr kräftig, wobei besonders Gewicht darauf gelegt wurde, dass die Maschine auch bei Veränderungen des Rohrdurchmessers in der Leitung absolut zuverlässig arbeitet. Der abgeschlagene Belag wird durch das ständig fliessende Betriebswasser nach vorn weggeschwemmt und am Ende der Leitung abgelassen. Die Leistung der Maschine sei kurz an zwei Beispielen erläutert:

1. Entkalkung der Wasserleitung des Elektrizitätswerks Schwarzsee, Freiburg.

Länge der Leitung: 104 m

Durchmesser der Rohre: 450 mm.

Material: genietetes Stahlblech von 4 mm Dicke.

Belag: eine sehr harte Kalkschicht bis zu 12 cm Dicke (Abb. 7, oberer Teil).

Die Leitung wurde in 20 Tagen vollkommen gereinigt (Abb. 7, unterer Teil), die entfernte Kalkmenge



Abb. 7 Rohrleitung des Elektrizitätswerks Schwarzsee, 450 mm Ø. Im offenen Rohr oben die starke Kalkschicht (120 mm Dicke). Im unteren Teil das ausgefräste, glatte Rohr.

hatte ein Gewicht von 33,8 t. Nach Mitteilung des Werkes wies die Druckleitung nach erfolgter Reinigung eine dreimal grössere Leistung auf.

2. Entkalkung der Werkleitung der Firma F. Reinhardt, Erlenbach (Bern).

Länge der Leitung: 520 m.

Durchmesser der Rohre: oben 450 mm, unten 250 mm.

Material: oben Schleuderbetonrohr, unten Gussrohr.

Belag: eine ziemlich harte Kalkschicht bis zu 6 cm Dicke.

Leistungsverlust: 38 % der Nennleistung bei Inbetriebnahme.

Die Leitung wurde in 12 Tagen vollkommen gereinigt, die entfernte Kalkmenge betrug 23,4 t. Nach Mitteilung der Firma hat die Leitung die ursprüngliche Nennleistung wieder erreicht.

Eine weitere Maschine ist speziell für die Entrostung und Entkalkung von Hochdruckleitungen entwickelt worden (Abb. 8). Bei diesen Rohren ist neben der Reinigung die zusätzliche Forderung zu erfüllen, dass die gesäuberte Oberfläche blank und absolut frei von irgendwelchen Rückständen ist, um den Fließwiderstand möglichst klein zu halten und eine genügende Haftfestigkeit des Schutzanstriches zu erzielen. Um den Anstrich unmittelbar nach der Reinigung ausführen zu können, müssen die Rohre absolut trocken sein. Aus diesem Grunde wird für den Antrieb statt des Wassers ein Elektromotor verwendet. Es wird so gleichzeitig die Bildung von Flugrost vermieden. Die Maschine besteht aus zwei massiven, quer angeordneten Rundstücken, zwischen denen auf Stahlrohren spezielle Rundfräser und Stahlbürsten montiert sind. Die Stahlrohre sind je vierstückweise zu Garnituren zusammengefasst. Auf der Aussenseite ist der Antriebsmotor samt Stufenschaltung exzentrisch angeflanscht. Der Antrieb im Innern erfolgt über Zahnräder, welche die einzelnen Garnituren in verschiedenen Richtungen drehen, so dass die Oberfläche von allen Seiten bearbeitet wird. Auf diese Weise ist es möglich, auch die inneren Kanten bei Überlappungen, Stößen, Nieten usw. absolut einwandfrei zu säubern. Auch bei dieser

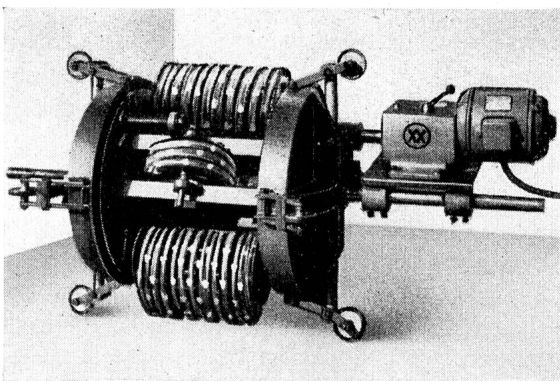


Abb. 8 Entrostungsmaschine TIGER, Typ TE/II/900 mit elektrischem Antrieb. Spezialkonstruktion für die Entrostung und Oberflächenbehandlung von Druckrohren.

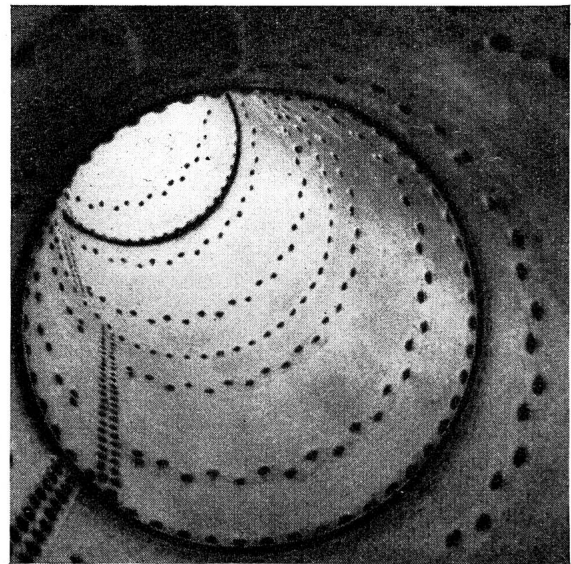


Abb. 9 Bogenstück von 800 mm Ø der Robbia-Leitung, Poschiavo nach erfolgter Entrostung und Oberflächenbehandlung.

Maschine sind alle Teile sehr kräftig dimensioniert und, wo nötig, mit staubdichten Kugellagern ausgerüstet, um ein Maximum an Betriebssicherheit zu garantieren. Die Fräser-Garnituren sind ebenfalls mit automatischen Kupplungen versehen, die ein Hängenbleiben verunmöglichen. Sie sind so angeordnet, dass das Auswechseln der Radfräser und Bürsten in kurzer Zeit möglich ist. Die Ausladung wird durch Feineinstellung reguliert, um eine maximale Arbeitsleistung zu erhalten, ohne die Rohrwand zu verletzen, wobei die Konstruktion wiederum so ausgeführt ist, dass die Maschine bei Durchmesseränderungen (Verjüngung der Leitung) selbsttätig reagiert. Die Zentrierung im Rohr erfolgt durch acht Räderpaare automatisch. Um das gleichzeitige Arbeiten von mehreren Maschinen zu ermöglichen, ist die zentrische Hauptwelle hohl ausgebildet, so dass die Maschinen an der gleichen Winde hintereinander gekuppelt werden können. Auch hier wird der Vorschub bzw. Zug automatisch reguliert. Die Baulänge der Maschine ist so berechnet, dass auch mit diesem Typ Bogen bis zu  $45^\circ$  durchfahren werden können (Abb. 9). Die Leistung der Maschine geht aus folgendem Beispiel hervor.

Entrostung der Robbia-Leitung der Kraftwerke Brusio AG., Poschiavo.

Länge der Leitung: 1544 m.

Durchmesser (von oben nach unten) 850, 800, 750, 700 mm.

Material: teilweise geschweißtes, teilweise genietetes Stahlblech mit starken Überlappungen.

Befund: sehr dichte Rostwarzen, Höhe zwischen 10 und 20 mm, vereinzelt mehr, dazwischen einzelner Rostfrass (Abb. 10).

Druckverlust bei voller Belastung: 12,1 %.

Die Leitung wurde in 65 Tagen gereinigt, die Oberfläche ist nach Spezialbehandlung glatt und blank

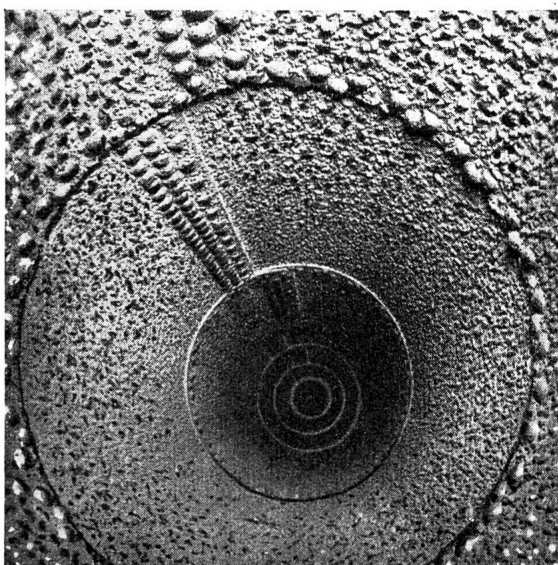


Abb. 10 Druckrohr, 800 mm Ø, der Robbia-Leitung, Poschiavo. Sehr starke und dichte Rostwarzenbildung.

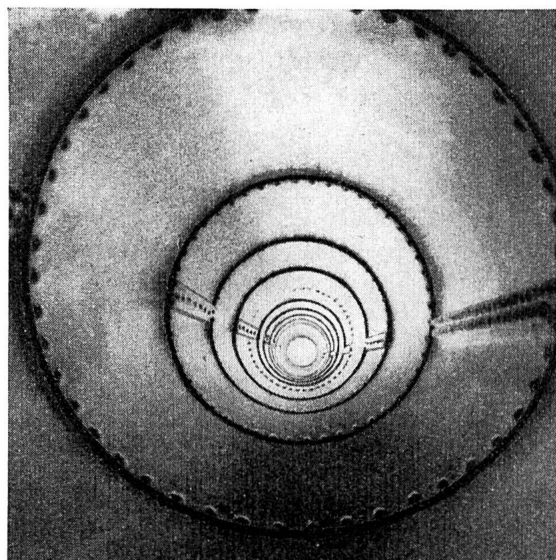


Abb. 11 Druckrohr, 850 mm Ø, der Robbia-Leitung, Poschiavo, nach erfolgter Reinigung und Oberflächenbehandlung. Das Rohr mit Nieten und Ueberlappungen usw. ist vollkommen glatt und blank.

(Abb. 11). Der Energiegewinn beträgt nach Mitteilung des Werkes bei voller Belastung rund 6 % des Nettogefälles, d. h. der durch das Verrosten der Leitung entstandene Druckverlust wurde praktisch zurückgewonnen.

Für den Schutzanstrich, der bei dieser Leitung noch von Hand ausgeführt wurde, ist eine spezielle Maschine entwickelt worden, so dass die gesamte Arbeit nun maschinell ausgeführt werden kann.

Die Wahl der Maschinentypen hängt weitgehend von der Dicke und den physikalischen Eigenschaften des Belages ab. Für harte Beläge werden schnellaufende Maschinen verwendet, die in zwei oder drei Arbeitsgängen, eventuell mehrere Maschinen in Serie gehängt, schichtweise fräsen. Hierbei werden die wasserangetriebenen Maschinen in den Fällen vorgezogen, wo die abgefrästen Belagsmengen so gross sind, dass sie vom Betriebswasser weggeführt werden müssen, um das Rohr nicht zu verstopfen. Mitbestimmend sind ausserdem Länge und Gefälle der Leitung und die Art der Verlegung über oder im Boden sowie die Anordnung der Schieber, Expansionen, Mannslöcher usw. Bei Leitungen, die nur kurzfristig unterbrochen werden können (Wasserversorgung, Kanalisationen, Industrie-

anlagen usw.), wird die Arbeitszeit den vorhandenen Bedingungen angepasst, so dass auch in diesen Fällen eine Reinigung durchgeführt werden kann.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass es heute möglich ist, jede Rohrleitung von 10 bis 200 cm Durchmesser maschinell zu reinigen und damit den durch Verrostung oder Inkrustierungen jeder Art verursachten Leistungsabfall zurückzugewinnen. Im Hinblick auf die Kosten, die z. B. beim Bau von Hochdruckanlagen für die Verminderung der Druckverluste der Gesamtanlage und für die Erhöhung des Wirkungsgrades der Turbinen aufgewendet werden, sollte die periodische Revision der Druckleitungen im Rahmen der Aufwendungen für Unterhalt und Verbesserungen nicht unterlassen werden. Ebenso wichtig ist die maschinelle Reinigung von Leitungen mit kleinen Durchmessern, bei denen die bis heute angewendeten Methoden versagten. Es wird in vielen Fällen möglich sein, teure Anlagen, die heute als ungenügend angesehen werden und ersetzt werden müssten, wieder instand zu stellen. Die Maschinen haben daher in allen an den Problemen der Rohrreinigung interessierten Fachkreisen des In- und Auslandes volle Beachtung gefunden.

## Fortschritte der Energiewirtschaft in Österreich

Die Erzeugung von elektrischer Energie ist gegenüber der Vorkriegszeit bereits wesentlich gehoben worden, doch ist auch der Strombedarf der Wirtschaft und der Haushalte ausserordentlich gestiegen und die volle Befriedigung dieses Bedarfs wäre nur unter Heranziehung aller kalorischen Kraftwerke möglich. Die gegenwärtige einsetzsfähige Kapazität der Dampfkraftwerke beträgt mindestens

220 000 kW. Eine ausreichende Kohlenversorgung vorausgesetzt, könnten diese Kraftwerke bis zu 4,5 Mio kWh pro Tag erzeugen, während sie im Winter 1946/47 im Durchschnitt nur ungefähr 2 Mio kWh erzeugt haben. Der durchschnittliche Tagesverbrauch von Strom betrug etwa 5 Mio kWh. Unter Berücksichtigung der Erzeugung weiterer 3,1 Mio kWh im Tag durch die Wasserkraftwerke, wäre