Die maschinelle Reinigung von Rohrleitungen

Autor(en): **Rüfenacht, F.G.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie**

Band (Jahr): **40 (1948)**

Heft 1

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-921594

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

demnächst in Angriff genommen werden soll. Dazu gehören folgende Speicherwerke: Lucendro, Rossens, Cleuson (Erweiterung der Dixence), Palü, Handeck II, Ritom (Erweiterung), Salanfe, Veytaux, und folgende Laufwerke: Plessur III, Rusein, Plons-Mels, Lavey, Luchsingen II, Julia, Wassen, Rabiusa-Realta, Fätschbach, Massaboden, Les Clées, Ernen, Wildegg-Brugg, Birsfelden, Châtelot.

Der Referent setzt voraus, dass die rechtlichen Schwierigkeiten bei der Konzessionierung von Wildegg-Brugg und Veytaux behoben werden können. Durch den Bau der genannten Wasserkraftwerke steigt die mittlere Produktionsmöglichkeit von 3750 Mio kWh im Winterhalbjahr 1946/47 auf beinahe 5000 Mio kWh im Winterhalbjahr 1952/53 und die Produktionsmöglichkeit bei sehr schlechter Wasserführung in der gleichen Periode von 3000 auf beinahe 4000 Mio kWh. Bei mittlerer Wasserführung beträgt bis zum Winterhalbjahr 1952/53 das Manko 250 Mio bis Null kWh, bei schlechter Wasserführung etwa 1000 Mio kWh. Dabei sind Verschiebungen in der Verteilung des Energiekonsums auf die einzelnen Verbraucherkategorien möglich. Zur Deckung des Bedarfes steht aber noch thermische und aus dem Ausland importierte Energie zur Verfügung. Die mögliche thermische Energieerzeugung betrug im Winterhalbjahr 1946/47 rund 200 Mio kWh, sie kann mit den von den Nordostschweizerischen Kraftwerken erstellten thermischen Anlagen in der Beznau und in Weinfelden bis zum Winter 1949/50 auf 350 Mio kWh gesteigert werden. Der mögliche Energieimport betrug im Winter 1946/47 rund 30 Mio kWh, er wird im Winter 1949/50 dank dem Resia-Vertrag auf 150 Mio kWh gesteigert werden können. Zusammen stehen also aus thermischen Kraftwerken und der Energieeinfuhr vom Winterhalbjahr 1946/47 bis 1952/53 und weiter 230 bis 500 Mio kWh zur Verfügung. Dadurch kann das Energiemanko bei mittlerer Wasserführung ganz beseitigt und bei schlechter Wasserführung bis zum Winterhalbjahr 1952/53 auf etwa 500 Mio kWh reduziert werden. Der Energiebedarf steigt aber nach 1952/53 weiter an, der Referent macht zudem darauf aufmerksam, dass thermische Energieerzeugung und Energieeinfuhr zum Teil nur als eine Überbrückung des Mangels betrachtet werden können und die Energieversorgung der Schweiz nach Möglichkeit auf den eigenen Wasserkräften aufgebaut werden müsse. Die baldige Inangriffnahme von einem oder zwei grossen Speicherwerken ist daher ein dringendes Erfordernis, und man darf hoffen, dass es bei gutem Willen aller Beteiligten möglich sein werde, in der Ost-, Zentral- oder Westschweiz bald mit dem Bau beginnen und damit unser Land von der chronischen Energienot befreien zu können.

Die maschinelle Reinigung von Rohrleitungen

Von *F. G. Rüfenacht*, Ingenieur, Zürich

Bei der Projektierung und beim Bau von Kraftwerken, Wasserkraftanlagen, Wasserleitungen usw. bemüht man sich, alle Teile, die mit dem Wasser in Berührung kommen, in der Linienführung und der Rauhigkeit so zu gestalten, dass die an sich unvermeidlichen Druckverluste infolge Reibung möglichst gering werden. Ebenso hat die Industrie von jeher ihr Augenmerk darauf gerichtet, die Rauhigkeit im Leitungsinnern durch Verwendung geeigneter Materialien und Schutzanstriche möglichst klein zu halten. Es ergibt sich nun in der Praxis, dass bei allen Wasser führenden Leitungen nach kürzerer oder längerer Betriebsdauer Veränderungen an der inneren Oberfläche der Rohre durch Rost- oder Kalkansatz festzustellen sind. Eine grundlegende Veröffentlichung hierüber, die sich speziell mit Druckrohren befasst, findet sich im Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, Jahrgang 1942, Nr. 16: H. Oertli, Bern, «Betriebserfahrungen über das Rosten und den Rostschutz von Druckleitungen in der Schweiz». (Bericht für den Kongress 1939, Rom, der Union Internationale des Producteurs et Distributeurs d'Energie électrique U.I.P.D.). Der Bericht Oertli stützt sich auf die Ergebnisse einer Umfrage der Bernischen Kraftwerke AG. bei den schweizerischen Kraftwerken, die Druckleitungen besitzen. Die eingegangenen Antworten betreffen 40 Kraftwerke, deren Mitteilungen über das Rosten und den Rostschutz der inneren Oberfläche der Druckleitungen hier zusammengefasst werden.

Merkmale der Anlagen:

Die Gefälle betragen 20 m bis 1750 m. Die Druckleitungen haben Innendurchmesser von 500 mm bis 3000 mm, und Wandstärken von 5 mm bis 47 mm. Bei 15 Werken sind ein oder mehrere Rohrstränge aus genieteten Rohren zusammengesetzt. Die älteste dieser Rohrleitungen ist seit 1894, die neueste seit 1918 im Betrieb. Bei 8 Werken bestehen nur die oberen Teile der Druckleitungen aus genieteten Rohren, diese Druckleitungen wurden 1911 bis 1928 in Betrieb gesetzt. Bei 27 Kraftwerken sind Druckleitungen aus (wassergas-, autogen oder elektrisch) geschweissten

Rohren, ihre Inbetriebsetzung erfolgte 1908 bis 1937. Die ersten aus elektrisch geschweissten Rohren zusammengesetzten Druckleitungen kamen 1927 in Betrieb. Soweit nähere Angaben zu erhalten waren, bestehen die Druckleitungen aus Flußstahlblech. In den meisten Fällen handelt es sich um Siemens-Martin Flussstahl von ungefähr 35 bis 42 kg/mm² Festigkeit bei einer Mindestdehnung von ungefähr 25 bis 22 %. Eine Ausnahme macht eine Gruppe von 7 Kraftwerken, bei denen die unteren Teile der Druckleitungen, die unter höherem Druck stehen, aus Flußstahl von 41 bis 47 kg/mm² Festigkeit und mindestens 23 % Dehnung hergestellt sind.

Veränderungen der inneren Rohroberfläche:

Es liegen Beobachtungen an den Druckleitungen von 37 Kraftwerken vor. Fünf ältere Werke, die vor 24 bis 44 Jahren in Betrieb gesetzt worden waren, melden, dass ihre Druckleitungen inwendig keinen Rost aufweisen. Die Mennige und die Kalkschicht bilden zusammen den Rostschutz. Sieben neuere Werke berichten, dass ihre Druckleitungen (Inbetriebsetzungen von 1910 bis 1930) keinen oder nur unbedeutenden Rost aufweisen. Als Gründe für das günstige Verhalten des Rohrinnern werden angegeben: Haltbarkeit des Schutzüberzuges, Qualität des Wassers, Schutzwirkung des Kalkansatzes.

Im übrigen sind, abgesehen von den Werken mit kurzer Betriebsdauer, die meisten Druckleitungen innen mehr oder weniger dicht mit Rostwarzen besetzt, manche Leitungen gleichmässig auf ihrer ganzen Ausdehnung, andere nur auf bestimmten Abschnitten. Die beobachteten Rostwarzen waren etwa ein bis mehrere Millimeter hoch, in verschiedenen Fällen bis 10 mm und mehr, die entsprechenden Anfressungen im Eisen waren einige Zehntelsmillimeter bis zu 2 mm tief, in vereinzelten Fällen bis 5 mm und mehr. Eine gefährliche Schwächung durch Rostanfressungen wurde nirgends festgestellt, hingegen kamen in einem Fall durch Rostlochfrass Undichtheiten vor, und in verschiedenen Fällen gaben die Rostanfressungen Anlass zu Reparaturen mit elektrischer Schweissung sowie zu vollständiger Reinigung der Druckleitungen und zur Erneuerung des Rostschutzes.

Allgemein stärkere Rostbildung wird von den Werken zurückgeführt auf: die Beschaffenheit des Wassers, die Blechqualität, rauhe, blätterige Walzoberfläche, mangelhafte Anstriche und besonders Poren im Anstrich.

Das weniger günstige Verhalten einzelner Abschnitte in der gleichen Druckleitung wird erklärt durch: verschiedene Blechqualität, weniger gute Rostschutzüberzüge, stärkere mechanische Beanspruchungen des Rostschutzüberzuges, in einem Falle durch Schlammablagerungen.

Acht Werke melden bis zu 20 mm dicke Kalkschichten im Innern ihrer Druckleitungen, bei drei Werken haben die Druckleitungen ausserdem innen Rostwarzen, in drei Fällen scheint der innere Kalküberzug der Rohre das Weiterrosten zu verhindern, in andern Fällen war die Schutzwirkung des Kalküberzuges wieder zweifelhaft. Aus den Mitteilungen der Kraftwerke und aus eigenen Erfahrungen zieht Oertli folgende Schlüsse:

Die Bedeutung der inneren Schutzüberzüge ist bei den verschiedenen Werken sehr verschieden gross, offenbar besonders wegen des verschiedenen Wassers und der verschiedenen Stahloberfläche. In weitaus den meisten Fällen sind innere Schutzüberzüge nützlich, sie schützen vor Rostfrass und vermeiden, dass Rostgebilde die Rohre rauh machen und dadurch zusätzliche Druckverluste erzeugen. Die meisten Werke bezeichnen den Druckverlust, der dem Rost, dem Kalkansatz und der Verschmutzung zuzuschreiben ist, als unbekannt, unbedeutend oder verschwindend klein. Wahrscheinlich sind diese Verluste aber in verschiedenen Fällen grösser als angenommen wird; dies ist aus genauen Messungen bei einem Werk zu schliessen.

Das von Oertli hier berührte Problem der Messung und Berechnung der Druckverluste in Rohrleitungen ist schon mehr als hundert Jahre alt. Zahlreiche empirische Formeln wurden aufgestellt, bevor es vor bald zwei Jahrzehnten Nikuradse gelang, in Laboratoriumsversuchen mit künstlich rauh gemachten Rohrleitungen diese Fragen weitgehend abzuklären. Für die Berechnung des Druckabfalles in Rohrleitungen der Praxis, die infolge Verrostungen und Kalkablagerungen oft eine sehr unregelmässige Rauhigkeit aufweisen, konnten die Untersuchungen der Versuchsanstalt für Wasserbau an der ETH bzw. der von ihr geleiteten Druckverlustkommission des Schweiz. Ingenieur- und Architektenvereins an Druckleitungen schweizerischer Kraftwerke die erforderlichen Unterlagen schaffen. (E. Hoeck: Druckverluste in Druckleitungen grosser Kraftwerke. Verlag AG. Gebr. Leemann & Co., Zürich 1943.) Es ist hauptsächlich dieses Werk, auf das sich die nachfolgenden Betrachtungen stützen.

Für moderne geschweisste Rohrleitungen ist die Berechnung der Druckverluste, solange die Wandungen glatt bleiben, mit genügender Sicherheit möglich. Mit zunehmendem Alter wächst aber infolge Rostbildung oder Kalkablagerungen auch der Fliesswiderstand. Druckleitungen älterer Kraftwerke haben heute zum Teil einen Zustand der Verrostung oder Kalkablagerung erreicht, der eine Revision als sehr wünschenswert erscheinen lässt. Es mag deshalb angezeigt sein, einige grundsätzliche Betrachtungen über die Grössenordnung des durch eine Revision erzielbaren Energiegewinnes anzustellen.

(Fortsetzung folgt)