

Zeitschrift: Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 74 (1982)
Heft: 3

Artikel: Messung und Überwachung der Verlandung in den Stauhaltungen des Rheins zwischen Basel und Strassburg
Autor: Soyer, Guy
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-941118>

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: 21.01.2026

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

Wasser gespeichert. Durch die Zuflüsse sammeln sich auch hergebrachte Fest- und Schwebstoffe an. Diese Feststoffe, welche vorwiegend von Abflüssen aus vergletscherten Gebieten stammen, werden in den Stauräumen abgelagert und verkleinern somit das Speichervolumen. Ohne Gegenmassnahmen würden die Anlagen mit der Zeit verlanden und damit funktionslos werden. – Nach Vischer sollte diese Tagung Experten aus ganz Europa zusammenführen, um vor allem vier zentrale Fragen zu diskutieren:

- Wie entwickelt sich eine Verlandung?
- Wie wird sie systematisch beobachtet?
- Welches sind ihre Folgen für den Kraftwerksbetrieb?
- Was für Gegenmassnahmen erweisen sich als wirksam?

Spülen bei niedrigem Wasserstand

In den folgenden Referaten zeigten Experten von Kraftwerken und Ingenieurbüros, aber auch wissenschaftliche Forscherteams an praktischen Beispielen oder mit Modellversuchen, welche Massnahmen vorgeschlagen oder getroffen werden, um die Anlagen vor totaler Verlandung zu schützen. Bei den meisten Speicheranlagen werden Spülseinrichtungen eingebaut. Periodische Spülungen bei niedrigem Wasserstand reduzieren die Verlandungen bei den meisten Stauseen derart, dass die Speicheranlagen weiterhin funktionell intakt bleiben. Für die Zukunft sind aber weitere Forschungen notwendig. So werden unter anderem Projekte für die Erstellung von Zwischensperren zur Rückhaltung der Feststoffe oder von Spülstollen zum Abbau der Verlandungskegel untersucht.

Ein weiterer Themenkreis beschäftigte sich mit der Erfassung von genaueren Daten über die Mengen der abgelagerten Fest- und Schwebestoffe. Wurden diese Mengen früher weitgehend nur abgeschätzt, ist es heute dank der fortschreitenden Entwicklung der Messtechnik möglich, die anfallenden Massen sowohl im Modell als auch am Naturobjekt besser zu erfassen. Bei den Messungen im Staubecken werden neuerdings Radar-Echolot-Geräte und moderne Vermessungsinstrumente eingesetzt. Das Volumen der Auflandungen kann so mit der gewünschten Genauigkeit bestimmt werden. Ganz am Rande wurde auch die positive Seite von Verlandungen gestreift. In Stauräumen von Laufwerken bilden sich durch die Verlandung seichte Gewässer, die zum Teil seltenen Vogelarten idealen Brut- und Lebensraum bieten. Am Beispiel des Stausees Klingnau (Reusskraftwerke) wurde gezeigt, dass eine gute und wirkungsvolle Zusammenarbeit zwischen Kraftwerken, Ornithologen und Umweltschützern möglich ist. Die rund 30 Fachvorträge, die während der zwei Tage in deutscher und französischer Sprache gehalten wurden, werden in den «VAW-Mitteilungen» Nr. 53 publiziert und können bei der VAW, ETH-Zentrum, 8092 Zürich, ab Ende Februar 1982 bezogen werden.

Trockener Grimselsee?

Wenn solche Tagungen dazu beitragen, die Speicher zur Produktion von Hydroelektrizität noch auf Generationen hinaus zu erhalten, haben sie sicher einen grossen Dienst für unsere Umwelt und damit auch für unsere Gesellschaft geleistet. Wer denkt schon daran, dass ein Grimselsee oder ein Lac des Dix einmal mit Schwemmaterial aufgefüllt sein könnte! Woher soll dann der Ersatz für diese doch relativ saubere, aber eben auch begrenzte Energie genommen werden? Aufgaben und Entscheidungen, die wir nicht der Zukunft, den nächsten Generationen überlassen dürfen.

Willy Schmid

Messung und Überwachung der Verlandung in den Stauhaltungen des Rheins zwischen Basel und Strassburg

Probleme, die sich bei der Räumung des abgelagerten Materials stellen

Guy Soyer

Zusammenfassung

Es werden die von Electricité de France verwendeten Methoden aufgezeigt zur Überwachung der Entwicklung der Verlandung sowie zur Räumung der Ablagerungen in den Stauhaltungen des Rheins zwischen Basel und Strassburg, damit jederzeit die Hochwasserabführung sowie der normale Querschnitt der internationalen Schifffahrtsrinne gewährleistet werden.

Résumé: Mesure et surveillance des envasements dans les biefs du Rhin entre Bâle et Strasbourg – Problèmes posés par les enlèvements des matériaux

L'auteur expose les méthodes employées par Electricité de France pour surveiller l'évolution des envasements et pour enlever les dépôts dans les biefs du Rhin entre Bâle et Strasbourg, afin que soient garantis en permanence l'écoulement des crues et la section normale du chenal navigable international.

Synopsis: Sedimentation measurement and monitoring in the backwater reaches of Rhine between Basle and Strasburg. Silt removal problems.

The author describes EDF-Methods for monitoring the development of silt deposits in the backwater reaches of Rhine between Basle and Strasburg as well as removal technics designed to insure uninterrupted flow of floodwaters and maintenance of normal cross-section of the international navigable channel.

1. Allgemeine Merkmale der Staustufen am Oberrhein

Der Ausbau des Oberrheins zur Energiegewinnung begann im Jahre 1932 mit der Inbetriebnahme der Staustufe Kembs und ist heute bis und mit der Staustufe Iffezheim, die 1977 in Betrieb ging, fertiggestellt (Bild 1).

Die Kanalisierung des Stromes, die sowohl der Schifffahrt als auch der Energieerzeugung zugute kommt, brachte grundlegende Veränderungen sowohl im Abflussverhalten des Rheins als auch in der Geschiebefracht und der Verlandung. Letztere ereignet sich im wesentlichen in den Bereichen mit geringer oder fehlender Wassergeschwindigkeit, so dass sich im Laufe der Zeit Untiefen bilden. Diese sind unbedingt zu beseitigen, um

- den Regelquerschnitt der Schifffahrtsrinne
- den Mindestquerschnitt in den oberen Wehrbuchten zur Hochwasserabführung

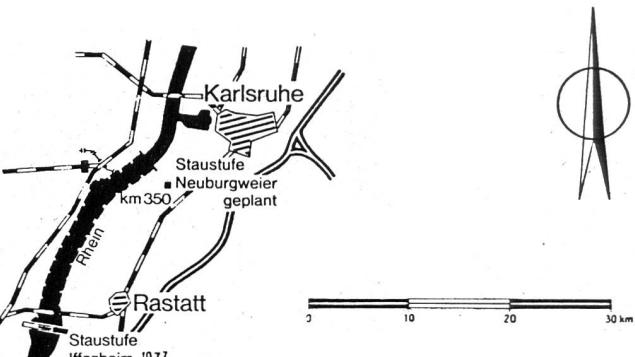
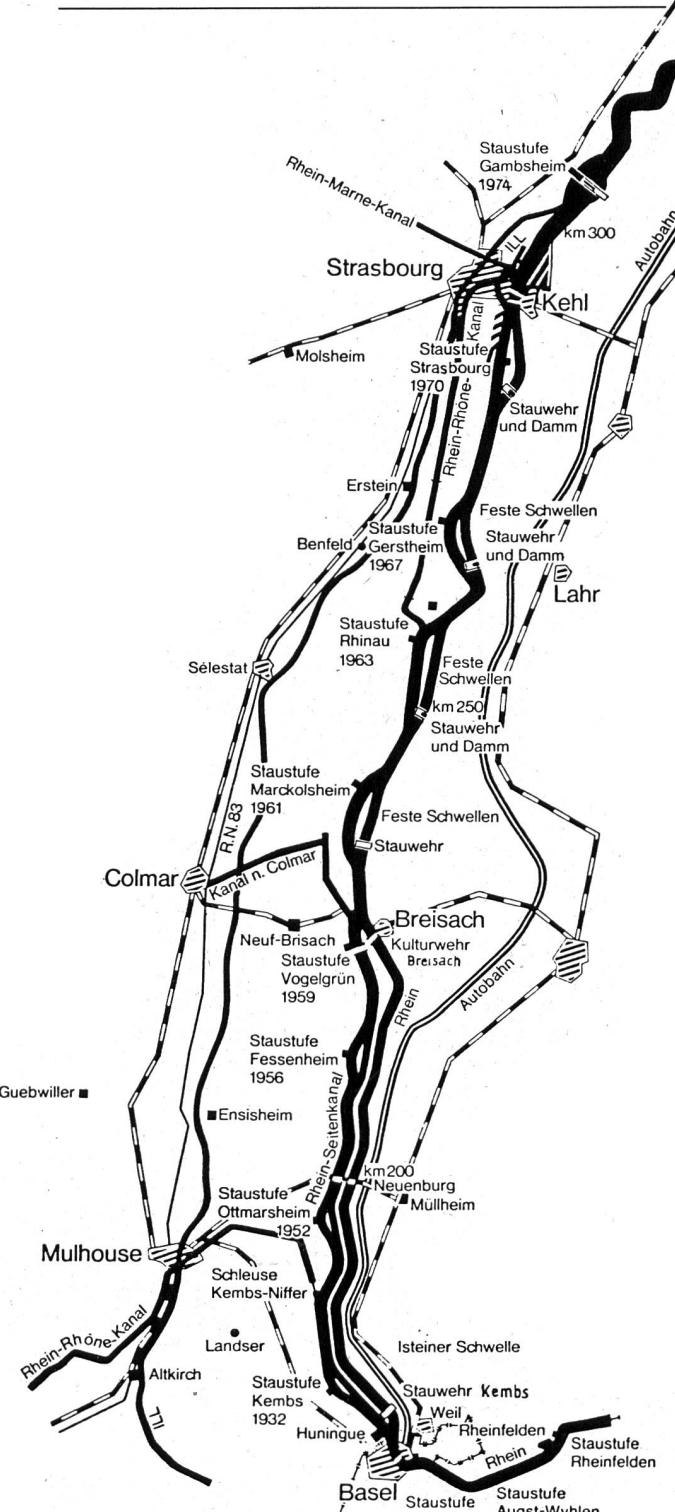
stets zu gewährleisten.

2. Umfang der Baggerungen im Rhein

Als Konzessionsinhaber für die Wasserkraftnutzung ist die Electricité de France verpflichtet, Jahr für Jahr im Stromabschnitt zwischen Basel und Strassburg – mit den acht Stauhaltungen Kembs, Ottmarsheim, Fessenheim, Vogel-

Tabelle 1. Die Verteilung der Baggervolumina auf die Staustufen.

	Baggervolumen insgesamt m ³ (12 Jahre)	Mittlere Jahresmenge m ³ /Jahr	
		Wehre	andere Bauwerke
Kembs	240 000	14 600	5 400
Ottmarsheim	67 200	kein Wehr	5 600
Fessenheim	78 800	kein Wehr	6 560
Vogelgrün	152 400	kein Wehr	12 700
Marckolsheim	275 400	15 800	7 150
Rhinau	147 000	12 250	0
Gerstheim	33 600	0	2 800
Strassburg	12 000	0	1 000
Insgesamt	1 006 400		



grün, Marckolsheim, Rhinau, Strassburg – die erforderlichen Baggerarbeiten durchzuführen.

Die acht genannten Stauhaltungen umfassen insgesamt nachstehende Bauwerke:

- 5 bewegliche Wehre, die im Strombett bzw. auf einer kurzen Umleitung errichtet sind
 - 8 Schleusenbereiche, mit ihren oberen und unteren Verbindungskanälen

– 120 km künstliche Kanäle bzw. kanalisierte Rhein. In den Kanalstrecken entstehen keine besonderen Verlandungsprobleme, da dort die mittleren Wassergeschwindigkeiten relativ hoch sind (bis 1,5 m/s). Demgegenüber sind Verlandungerscheinungen in allen breiteren Abschnitten festzustellen, und zwar in den oberen Wehrbuchtungen sowie in den oberen und unteren Schleusenvorhäfen.

In den über 12 Jahren zwischen 1969 und 1980 wurden rund 1 000 000 m³ Baggergut beseitigt, wovon etwa die Hälfte allein auf die Wehre Kembs, Marckolsheim und Rhinau entfällt.

Die geographische Verteilung sowie die durchschnittlichen Jahresmengen sind in Tabelle 1 aufgeführt.

3. Messung und Überwachung der Verlandung

3.1 Begrenzung der vermessenen Bereiche und Häufigkeit der Kontrollen

Die überbreiten Abschnitte werden in regelmässigen Zeitabständen auf der ganzen Breite vermessen. Diese Abschnitte sind 200 m bis 1000 m lang. Die Gesamtfläche der kontrollierten Bereiche erreicht 520 ha (5 200 000 m²).

Die Häufigkeit der Aufnahmen ist wie folgt festgesetzt:

- für die oberen Wehrbuchtene alle 3 Jahre
 - für die Wendebecken und oberen Vorhäfen der Schleusen alle 2 Jahre
 - für die unteren Vorhäfen und sonstigen

Bereiche im Unterwasser alle Jahre
Diese Vermessungshäufigkeit führt zu einer jährlichen
Kostenzulage von 200,-

Kontrolle von 320 ha.
Die verschiedenen Messbereiche werden durch feste Markierungen am Land in bestimmte Messprofile zerlegt, damit das Messboot jeweils denselben Weg befährt, so dass die Aufnahmen von einem Jahr zum anderen vergleichbar bleiben.

Die Messprofile sind:

- Die Messprofile sind:

 - radial angeordnet bei Kontrollen im Bereich einer Trennmole
 - parallel zueinander angeordnet bei Kontrolle von Kanalstrecken; sie liegen quer zur Strömungsrichtung in Abständen von 10 m bis 50 m.

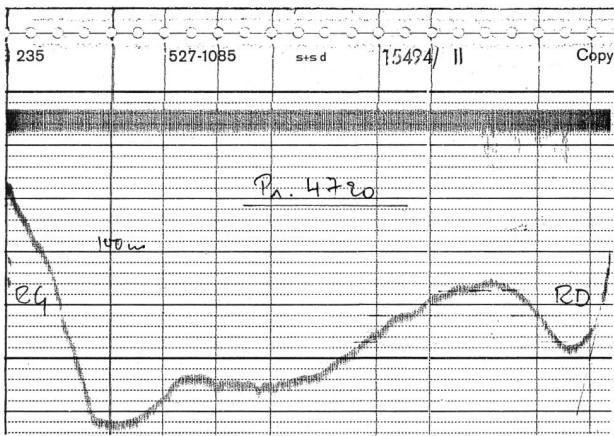


Bild 2. Staustufe Kembs, Oberer Vorhafen der Schleusen. Querprofil bei Kanal-km 4,72, Echolot-Aufzeichnungen. Die Distanz zwischen zwei vertikalen Linien entspricht 10 m. Das Profil ist 10mal überhöht. RG linkes Ufer; RD rechtes Ufer.

3.2 Messverfahren

Aufnahmen mit Messlatten

Dieses Verfahren kommt nur noch selten zur Anwendung, zum Beispiel wenn die Messstelle wegen ungenügender Fahrwassertiefe nicht mehr zugänglich ist oder auch zur Eichung des Sonar-Gerätes.

Ultraschallaufnahmen

Die Electricité de France verwendet üblicherweise die Ultraschallmethode und verfügt dazu über eine Mannschaft von 3 Mann sowie über ein Sonar-Gerät, das in einem Motorboot von 5,70 m Länge und 0,80 m Tiefgang eingebaut ist.

Die Sohlenaufnahmen werden wie folgt abgewickelt:

Das Boot fährt entlang der von den Messprofilen vorgegebenen geraden Fahrlinie, wobei seine Ortung jeweils durch elektromagnetische Messung seiner Entfernung von einem Fixpunkt an Land erfasst wird.

Das Echolot erfasst die Tiefe der Sohle unter dem Wasserspiegel. Die entsprechenden Messungen werden automatisch und zeitfolgerichtig graphisch wiedergegeben, wobei die massstabsgerechte Aufzeichnung durch die

Koppelung zwischen der Geschwindigkeit des Bootes und der Vorschubgeschwindigkeit des Registrierbandes gewährleistet ist.

Das Echolot arbeitet mit einer Frequenz von 210 kHz und kann Tiefen bis zu 250 m messen.

Die Echogramme werden danach von Hand ausgewertet; die aufgezeichneten Sohlenprofile werden mit den Sollprofilen verglichen, so dass man daraus die Volumina der auszubaggernden Ablagerungen ermitteln kann, um das theoretische Sollprofil wiederherzustellen. Die erhaltenen Querprofilaufnahmen können bei Bedarf in Sohlenpläne umgerechnet werden, um einen übersichtlicheren Gesamtblick und eine raschere Beurteilung der Messzone zu gewinnen.

Um eine spätere Untersuchung durchführen zu können, werden alle Aufzeichnungen aufbewahrt.

3.3 Probleme, die sich bei den Aufnahmen stellen – Genauigkeit der Messungen

Das Sonar-Messboot unterliegt Wasserspiegelschwankungen verschiedenartiger Herkunft:

- Füllung und Entleerung der Schleusenkammern
- Schwellbetrieb der Rheinkraftwerke
- Wellenschlag durch das Vorbeifahren der Schiffe.

Ferner kann auch der Wind die Messungen beeinträchtigen durch die Schwankungen, denen das Boot dann ausgesetzt ist, die Richtungsänderungen des Ultraschallsenders hervorrufen können.

Diese zusammenwirkenden Einflüsse stellen die Hauptursachen der Ungenauigkeit der Messungen dar, die 0,50 m erreichen können. Der entsprechende Relativfehler beträgt ca. 15 %, was für die betrieblichen Routinemessungen als annehmbar angesehen werden kann.

3.4 Mögliche Verbesserungen

Um die Messgenauigkeit zu verbessern und auch die Auswertung der Aufnahmen zu beschleunigen, untersucht die Electricité de France derzeit zwei Arten von Verbesserungen:

- Laufende Messung des Wasserstandes am Standort des Messbootes, um die durch die Wasserspiegelschwankungen bedingte Ungenauigkeit zu vermeiden
- Verwendung der neuen Datenverarbeitungssysteme zur:
 - halbautomatischen Steuerung des Messbootes durch Entfernungsmessung mittels Laserstrahl-Peilung in zwei Richtungen
 - Messwertregistrierung auf Kassetten
 - Ergebnisausgabe in Form von Sohlenplänen
 - automatische Berechnung der Volumina

4. Probleme, die sich bei der Räumung der Ablagerungen stellen

Diese Probleme betreffen einerseits die Baggerung und andererseits die Deponie.

4.1 Baggerung

Die zu entnehmenden Sedimente bestehen im wesentlichen aus durch die Wasserauflast verdichtetem Schlamm, der mehr oder weniger mit pflanzlichem Material (Blätter, Äste) vermischt ist und einen kompakten Verlandungskörper bilden, der sich nur sehr schwer mit einem Absauggerät oder mit einem Ketteneimerbagger abbauen lässt.

Das durch Electricité de France angewendete Verfahren beruht auf einem altbewährten System: Die Ablagerungen werden mittels Schalengreifer oder Greifbagger entnommen, auf selbstfahrende bzw. Schleppschuten verladen und bis zur Abladestelle transportiert. Das Entladen der

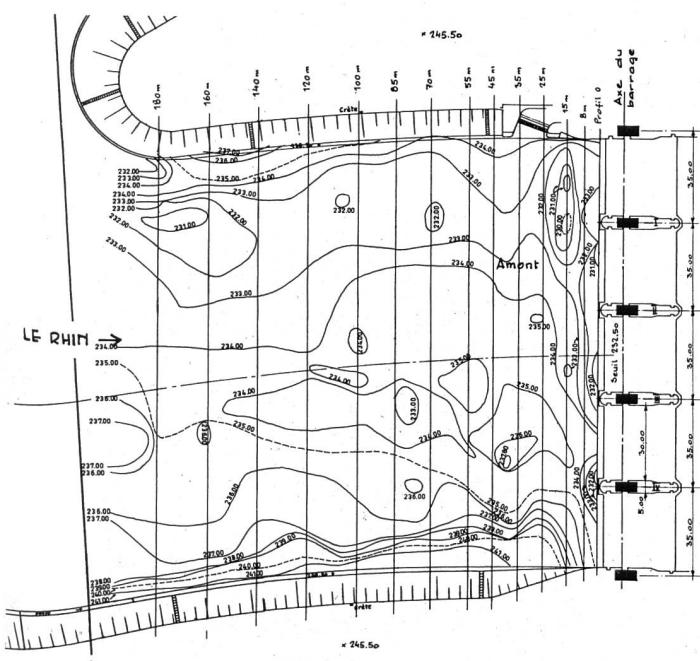




Bild 4. Messboot der Electricité de France, EDF. Am Boden links: Fixpunkt zur Standortbestimmung.

Schuten erfolgt nach zwei verschiedenen Methoden, je nachdem das Baggergut in den Strom verklappt oder auf eine Deponie gebracht wird.

4.2 Deponie

Lagerung im Strombett

Es werden hier Klappschuten verwendet, die das verladene Material direkt in übertiefen Stromabschnitten verklappen. Diese Deponieräume werden zuvor einvernehmlich mit der zuständigen Schifffahrtsverwaltung erkundet. Dabei ist zu betonen, dass diese Art der Endlagerung nur sehr begrenzt zur Anwendung kommt (etwa 10% des Gesamtvolumens).

Lagerung an Land

Diese Methode kommt derzeit am häufigsten zur Anwendung, zumal die Grundstücke der Deponiestandorte im Eigentum der EDF liegen. Das Arbeitsverfahren wird folgendermassen abgewickelt:

Abladen der Schute mit Greiferkran in eine Blechrinne, wo das Baggergut mit Wasser vermischt und somit in verflüssigtem Zustand weiterbefördert wird. Der Wasserstrom wird von einer Hilfspumpe erzeugt. Der Schlamm erreicht dann die Absetzfläche, die durch kleine Dämme abgegrenzt ist.

Nach einigen Wochen entwässert der Schlamm nach und nach durch den breitflächigen Kontakt mit Luft und Boden. Im Endzustand erreicht die Baggergutdeponie die Form einer ebenen, verdichteten Fläche, auf der sich eine üppige Vegetation innerhalb einiger Monate entwickelt, so dass sehr rasch das von Naturschützern geschätzte Landschaftsbild wiederhergestellt wird.

Deutsche Übersetzung von *Georges Metz* der Ausführungen von *Guy Soyer* anlässlich der Internationalen Fachtagung über Verlandung von Flussstauhalden und Speicherseen im Alpenraum. Diese Tagung wurde am 22. und 23. Oktober 1981 von der VAW, vom SWV, vom VSE und vom SNGT im Hauptgebäude der ETH Zürich durchgeführt.

Der Beitrag ist (in französischer Sprache) in den Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie an der ETHZ, Nr. 53, enthalten. Dort finden sich auch alle übrigen an der Tagung gehaltenen Referate.



Bild 5. Das Echolot-Gerät ist im Messboot der EDF eingebaut.

Adresse des Verfassers: *Guy Soyer*, ingénieur, Electricité de France, Groupe régional de production hydraulique Rhin, 2, avenue Roger Salengro, F-68053 Mulhouse Cedex.

Korrosionsschutz durch Anstriche und Beschichtungen im Stahlwasserbau

Günter Kruska und Ingo Wulff

Einleitung

Der sachgemäße Korrosionsschutz von hydroelektrischen Kraftwerkanlagen wie Druckrohrleitungen, Schachtpanzerungen, Grundablässen, Verteilrohrleitungen, Turbinen, Verschlussorganen, Schützen, Dammbalken usw. dient nicht nur der Erhaltung von wertvollen Anlagen, sondern beeinflusst auch direkt oder indirekt die Wirtschaftlichkeit dieser Objekte. So bedingt die Neukonservierung von im Betrieb befindlichen Druckrohrleitungen oder Druckschachtpanzerungen meist eine mehrmonatige Ausserbetriebsetzung des Werkes. Der Energieausfall übersteigt vielfach die Kosten für die Korrosionsschutzarbeiten. Vor allem bei kleineren Druckrohrleitungen entstehen durch Korrosion und die damit verbundenen Rohrrauhigkeiten Druckverluste, die einen Leistungsabfall zur Folge haben.

Es ist deshalb notwendig, bei der Erstellung neuer Kraftwerkanlagen, wie auch beim Unterhalt bestehender Kraftwerke, dem Korrosionsschutz die erforderliche Bedeutung beizumessen. In den angrenzenden Ländern werden in grossen Energieversorgungsunternehmen Spezialisten beschäftigt, die sich ausschliesslich mit allen anfallenden Korrosions- und Korrosionsschutzproblemen befassen, wie Überwachung der bestehenden Anlagen, Vorbereitung und Ausschreibung sowie Überwachung und Abnahme von Korrosionsschutzarbeiten. Allein in der Schweiz entstehen durch Korrosion volkswirtschaftliche Schäden in Milliardenhöhe. Ein nicht unwesentlicher Teil dieser Schäden wäre durch bessere Schulung des Personals, Überwachung der Anlagen sowie rechtzeitige und gezielte Korrosionsschutzmassnahmen vermeidbar.

Rückblick

Bereits 1932 beauftragte der Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke, VSE, die Eidgenössische Materialprüfungsanstalt mit der systematischen Durchführung von Dauerversuchen für den Korrosionsschutz von Stahlwasserbauten. Die Versuche erstreckten sich seinerzeit vor allem auf die Verwendung der Feuerverzinkung und der Spritzverzinkung mit und ohne Anstrich und wurden 1952 im Bulletin des SEV, Heft 24, veröffentlicht. Erwartungsgemäss war

Bild 1. Rohrrauhigkeiten infolge Korrosion in einer Druckrohrleitung.

