**Zeitschrift:** Wasser Energie Luft = Eau énergie air = Acqua energia aria

**Herausgeber:** Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

**Band:** 74 (1982)

**Heft:** 3

**Artikel:** Korrosionsschutz durch Anstriche und Beschichtungen im Stahlwasserbau

**Autor:** Kruska, Günther / Wulff, Ingo

**DOI:** https://doi.org/10.5169/seals-941119

**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:** 23.08.2025

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

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 Schiffahrtsverwaltung 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 Flussstauhaltungen 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*

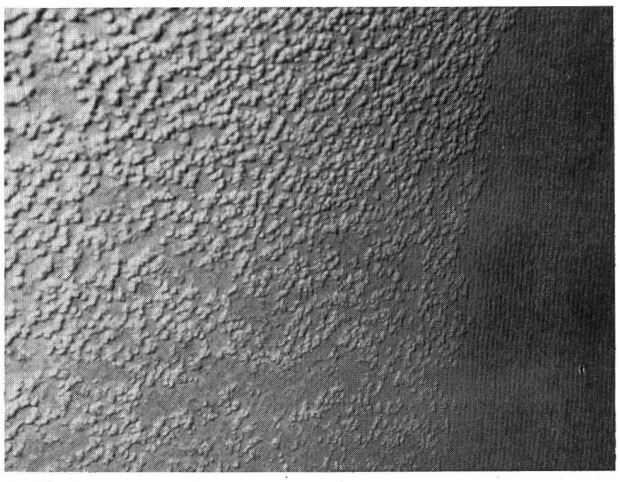
Der sachgemässe Korrosionsschutz von hydroelektrischen Kraftwerkanlagen wie Druckrohrleitungen, Schachtpanzerungen, Grundablässen, Verteilrohrleitungen, Turbinen, Verschlussorganen, Schützen, Dammbalken usw. dient nicht nur der Erhaltung von wertvollen Anlagen, sondern beeinflusst auch direkt oder indirekt 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.

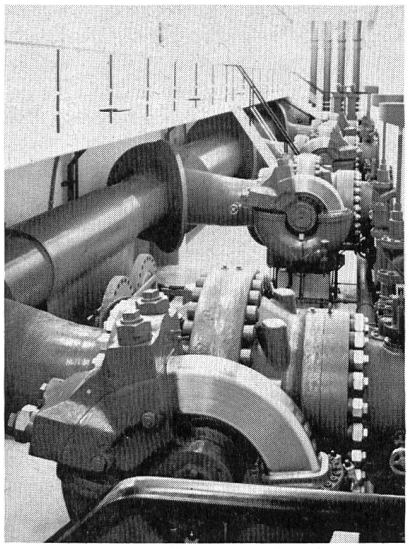
Es ist deshalb notwendig, bei der Erstellung neuer Kraftwerkanlagen, wie auch beim Unterhalt bestehender Kraftwerke, dem Korrosionsschutz die erforderliche Bedeutung beizumessen. In den angrenzenden Ländern werden in grossen Energieversorgungsunternehmen Spezialisten beschäftigt, die sich ausschliesslich 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 Materialprüfanstalt 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.





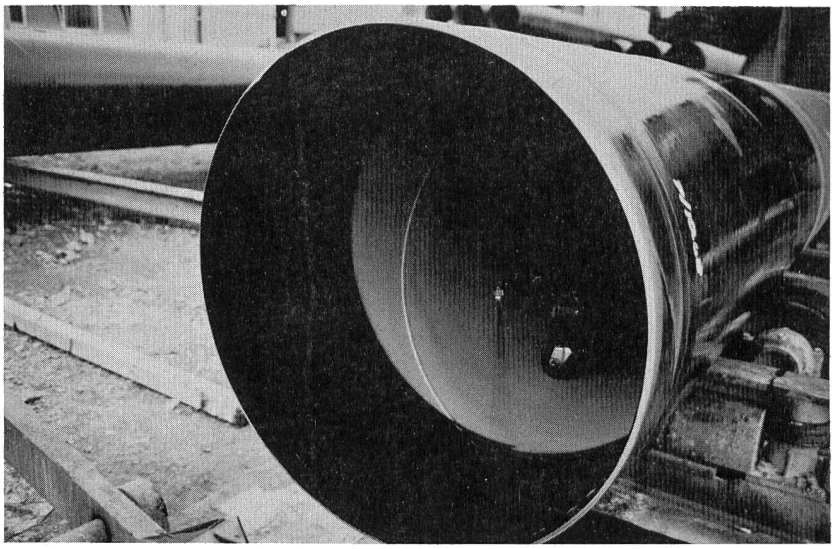


Bild 2, links. Verteilrohrleitung und Kugelschieber eines Hochdruckkraftwerkes mit Chlorkautschuksystem geschützt.

Bild 3, rechts. Rohrinnenbeschichtung im Rohrherstellerwerk mit Teer-Epoxi-Schichtstoff mit automatischer Airless-Spritzanlage. (Werkfoto Romag, Düdingen)

vor allem die Spritzverzinkung ohne Anstrich relativ rasch abgebaut, während sich das System Spritzverzinkung mit Anstrich recht gut bewährte.

Etwa bis zum Jahre 1942 war es üblich, für den Innen- und Aussenanstrich von Druckrohrleitungen, Wehranlagen, Dammbalken usw. zunächst auf handentrostetem, später auf sandgestrahltem Untergrund ohne Spritzverzinkung einen viermaligen Bitumen- oder Teeranstrich anzuwenden. Die der Witterung ausgesetzten Bitumenanstriche erhielten zur Verbesserung der Witterungsbeständigkeit einen Aluminiumzusatz, der sich ausserdem zur besseren Kenntlichmachung der Zwischenschichten bewährte. Aus Gründen des Landschaftsschutzes kamen teilweise grün eingefärbte Bitumenanstriche zum Einsatz. Vereinzelt verwendete man auch für die Innenbeschichtung Heissbitumen.

Nach 1942 wurde auf die metallisch blank sandgestrahlte Oberfläche, nicht zuletzt aufgrund der Dauerversuche durch die EMPA, eine Spritzverzinkung von 200 µm Schichtdicke aufgebracht und durch einen drei- bis viermaligen Bitumenanstrich geschützt. Später setzte man für besonders hoch beanspruchte Objekte wie Turbinen, Drosselklappen und Kugelschieber, aber auch für Druckrohrleitungen und Druckschachtpanzerungen, die einer höheren mechanischen Beanspruchung oder aggressivem Brauchwasser ausgesetzt waren, Chlorkautschuksysteme ein, die auch heute noch, namentlich für Turbinen und Kugelschieber, mit Erfolg angewendet werden.

Das System Spritzverzinkung und Anstrich führte verschiedentlich zu Blasenbildung, die vornehmlich im unteren Teil in Druckrohrleitungen, Druckschächten und in Verteilrohrleitungen auftrat. Durch umfangreiche Versuche konnte festgestellt werden, dass folgende Einflüsse Ursache der Blasenbildung waren:

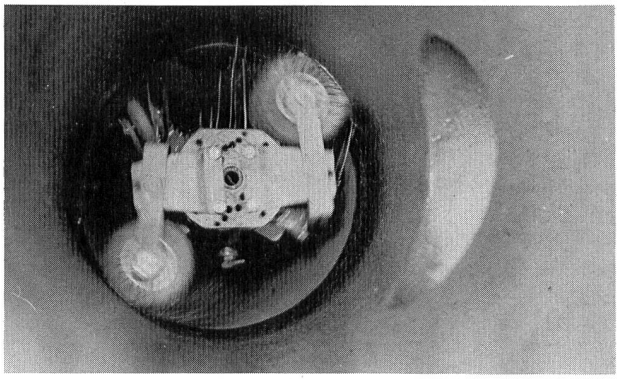
- Höhe des Druckes
- Geschwindigkeit der Druckentlastung
- Aggressivität des Brauchwassers
- Schichtdicke der Spritzverzinkung
- Wahl des Anstrichsystems

Aufgrund der vorgenannten Erkenntnisse sowie arbeitstechnischer und preislicher Vorteile wurden ab 1955 anstelle der Spritzverzinkung oder auch in Kombination mit dieser in zunehmendem Masse Zinkstaubgrundierungen mit Bitumen- oder Chlorkautschuk-Deckanstrichen eingesetzt.

Nach 1972 traten bei den Chlorkautschukanstrichen Probleme auf, als bewährte Weichmacher wegen Verschärfung der Umweltgesetze kurzfristig nicht mehr verfügbar waren. Die angebotenen Ersatzweichmacher führten besonders in der schwammig porösen Spritzverzinkung zu Schäden durch Lösungsmittelretention. Der Dampfdruck der zurückgehaltenen Lösungsmittel bewirkte dann bei Sonneneinstrahlung oder Druckentlastung Blasenbildung im Beschichtungssystem. In der Folge verwendete man im Stahlwasserbau vorwiegend Zweikomponenten-Teer-Epoxi-Schichtstoffe mit oder ohne Zweikomponenten-Zinkstaubgrundierung oder Spritzverzinkung. Diese modernen Beschichtungsmaterialien stellen zwar grössere Anforderungen an den Applikateur, wie Einhaltung der vorgeschriebenen Mindesttemperaturen, einwandfreie Mischung der beiden Komponenten, Auftrag der einzelnen Schichten in engen Zeitintervallen usw., bieten jedoch bei sachgemässer Applikation eine Reihe von Vorteilen. Mit den Teer-Epoxi-Schichtstoffen lassen sich höhere Schichtdicken in weniger Arbeitsgängen erreichen. Die Beschichtungen zeigen eine bessere Abrasionsfestigkeit und sind mechanisch und chemisch widerstandsfähiger.

Es ist zu erwarten, dass unter dem Druck der Umweltschutz-Gesetzgebung in Zukunft vor allem teerfreie Epoxi- und Polyurethan-(PUR-) Systeme zum Einsatz kommen. Bereits jetzt liegen gute Erfahrungen mit diesen Schichtstoffen für die Beschichtung von Trinkwasser-, aber auch von Druckrohrleitungen und Druckschachtpanzerungen vor.

Bild 4. Automatische Röhrenbeschichtung in bestehender Druckrohrleitung mittels Rollerauftragsmaschine. (Werkfoto Entrag, Sissach)



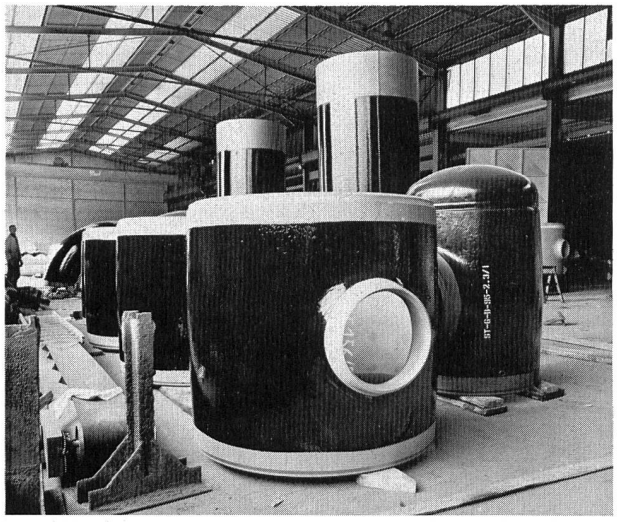


Bild 5. Mit PUR-Teer beschichtete Pipeline-Rohre. (Werkfoto TIB, Mannheim)

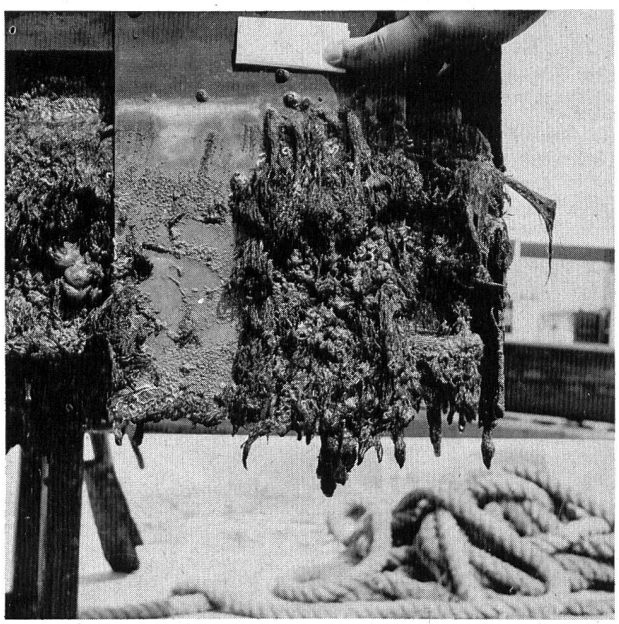
## *Hochdruckkraftwerke*

Druckrohrleitungen und Druckschächte sind die Hauptschlagadern der Hochdruckkraftwerke. Es gilt deshalb bei der Vorbereitung, Ausführung, Überwachung und Abnahme der Korrosionsschutzarbeiten besondere Sorgfalt walten zu lassen. Es ist gründlich abzuklären, ob die Konservierungsarbeiten vollständig bzw. teilweise vor oder erst nach Montage erfolgen sollen. Bei Grossobjekten bietet in der Regel die Beschichtung nach Montage eine grössere Sicherheit. Für kleinere Rohrleitungen ist eine automatische Beschichtung vor Montage vorzuziehen. Die automatische Innenbeschichtung von Rohrleitungen, bei denen entweder der Spritzkopf der Airless-Anlage oder das Rohr rotiert, ergibt sehr gleichmässige, porenfreie Oberflächen.

Auch Rohraussenbeschichtungen können auf diese Weise rationell ausgeführt werden. Sofern es sich nicht um gekuppelte Leitungen handelt, muss der Behandlung der Schweissnähte besonderes Augenmerk geschenkt werden.

An bestehenden sanierungsbedürftigen Druckrohrleitungen mit kleinem Durchmesser lassen sich mit automatischen Entrostungs- und Beschichtungsanlagen, mit Hilfe einer Fernsehüberwachung, einwandfreie Innenbeschichtungen aufbringen. Die schweizerischen Applikationsfirmen, Apparatebau- und Maschinenfabriken leisteten in bezug auf Untergrundvorbehandlung, automatische Beschichtung und Klimatisierung von Druckrohrleitungen und Druckschächten Pionierarbeit.

Bild 6. Bewuchs an beschichteten Musterplatten.



Für die Schutzwirkung spielt nicht nur die Auswahl des Anstrichsystems, sondern auch die gewählte Schichtdicke eine wesentliche Rolle. Erreichte man früher mit dem viermaligen Bitumenanstrich Schichtdicken von 120 µm, so sind heute Schichtdicken von 350 bis 500 µm für den Innenkorrosionsschutz von Druckrohrleitungen und Druckschachtpanzerungen üblich. Während die Schichtdicken für die Deckanstriche erheblich erhöht wurden, hat man diese sowohl für die Zinkstaubgrundierung als auch für die Spritzverzinkung in den vergangenen Jahren wesentlich reduziert.

Bei freiliegenden Leitungen, die starker Sonnenbestrahlung ausgesetzt sind, verzichtet man beim Innenschutz vielfach auf eine Zinkgrundierung, da diese in Verbindung mit Feuchtigkeit und höheren Temperaturen beim Abstellen der Leitung zur Bildung von Wasserstoffblasen führen kann. Bewährt haben sich in diesen Fällen Teer-Epoxi- oder Epoxi-Schichtstoffe mit 400 bis 450 µm Schichtdicke.

Für den Aussenkorrosionsschutz von Druck- und Verteilrohrleitungen müssen Anstriche mit guter UV- und Schwitzwasserbeständigkeit angewendet werden. Geeignet ist hierfür unter anderem ein Anstrichsystem aus Ein- oder Zweikomponenten-Zinkstaubgrundierung mit PVC/Acryl-Eisenglimmer-Dickschicht- oder Chlorkautschuk-Deckfarbe, wobei eine Mindestschichtdicke von 200 µm für diese Korrosionsschutzsysteme nicht unterschritten werden darf.

Für Druckrohrleitungen, die während des Betriebes eine neue Aussenkonservierung erhalten sollen, ist eine besonders sorgfältige Überwachung im Hinblick auf Taupunktunterschreitungen während der Applikation erforderlich. Derartige Arbeiten lassen sich am besten im Spätherbst ausführen, da während der Sommermonate mit zu starker Kondenswasserbildung gerechnet werden muss. Von der Lackindustrie wurden Produkte entwickelt, die auf feuchtem Untergrund appliziert werden können, wobei jedoch auch diesen Materialien auf stark feuchtem Untergrund Grenzen gesetzt sind. Grundsätzlich sollten diese Produkte mittels Pinsel gestrichen werden, damit der evtl. vorhandene Feuchtigkeitsfilm in das Material eingearbeitet wird.

Für erdverlegte Leitungen setzt man vorwiegend aufgeschmolzene Polyäthylenbeschichtungen oder PUR-Teer-Schichtstoffe ein, die mittels Zweikomponenten-Spritzanlage in Schichtdicken von etwa 1500 µm appliziert werden. Diese Beschichtungsmaterialien eignen sich auch in Verbindung mit zusätzlichen Kathodenschutzanlagen. Zur Erhöhung der mechanischen Widerstandsfähigkeit wurden neuerdings aufschäumbare PUR-Deckbeschichtungen entwickelt. Auf die sandgestrahlte Rohrleitung bringt man zunächst eine normale PUR-Beschichtung von ca. 500 µm auf. Anschliessend wird das aufschäumbare PUR-Material in einer Schichtdicke von etwa 1000 µm aufgespritzt, so dass nach Beendigung des Aufschäumvorganges eine Schichtdicke von ca. 5000 µm resultiert. Diese Beschichtung besitzt eine äusserst hohe mechanische Widerstandsfähigkeit.

Rohrleitungen in Stollenbereichen werden heute vorwiegend mit Zweikomponenten-Teer-Epoxi- oder PUR-Teer-Schichtstoffen geschützt. Besonders geeignet sind auch

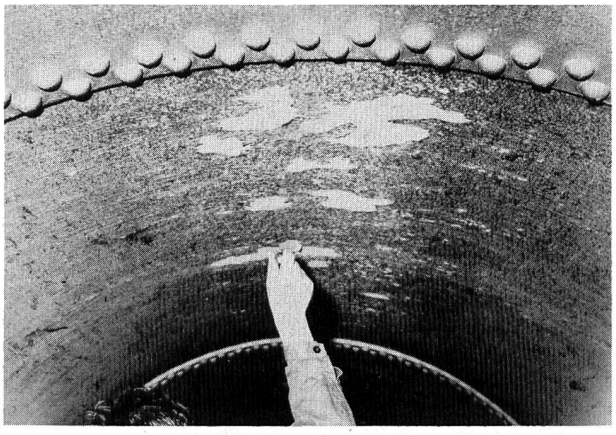


Bild 7. Druckrohrleitung auf 2000 m Höhe. Schäden im Scheitelbereich durch zu hohe Schichtdicken der Zinkstaubgrundierung und starke Erwärmung durch Sonneneinstrahlung während der Stillstandszeiten.

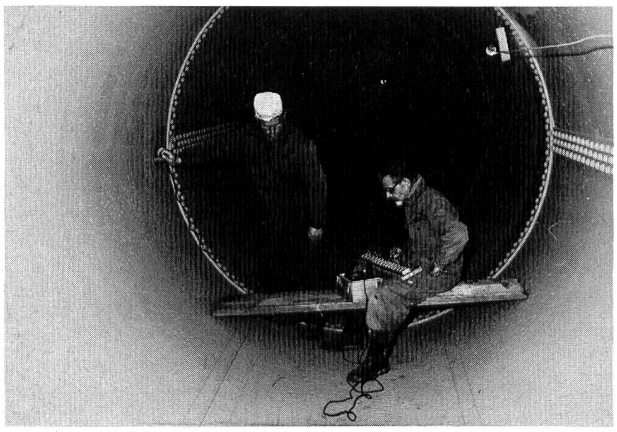


Bild 8. Schichtdickenmessung in Druckrohrleitung.

feuchtigkeitshärtende Einkomponenten-PUR-Teer-Beschichtungsmaterialien.
Für den Korrosionsschutz von Stahlwasserbauten und Pipelines im Meerwasser haben sich ebenfalls Zweikomponenten-Teer-Epoxi- und PUR-Teer-Beschichtungen bewährt.

### *Niederdruckkraftwerke*

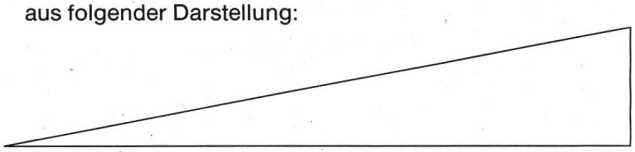
Bei Niederdruckkraftwerken ist der Korrosionsschutz der Wehrverschlüsse und Schleusen häufig einer besonders hohen mechanischen Beanspruchung, wie Geschwemmsel, Eis, aber auch aggressiven Abwässern, Bewuchs usw., ausgesetzt.
Die Beanspruchungszonen werden eingeteilt in:
- Eintauchzone
  (nach DIN Unterwasserzone)
- Wasserwechselzone
- Luftzone
  (nach DIN Oberwasserzone)

Die DIN 55928, Teil 1, sieht zusätzlich eine Spritzwasserzone vor, deren Beginn unmittelbar über der Wasserwechselzone liegt. Teilweise ist es erforderlich, für die Luftzone sowie für die Eintauch- und Wasserwechselzone verschiedene Anstrichsysteme anzuwenden.
Bei kleineren Stahlwasserbauten, die in einem Stück auf die Baustelle transportiert werden, empfiehlt es sich, eine vollständige Beschichtung im Werk aufzubringen und gegebenenfalls einzelne Transport- oder Montageschäden nach Montage sorgfältig auszubessern. Sofern die Montage nicht in Trockenbauweise erfolgt, ist die durch Wassernähe vorhandene hohe Luftfeuchtigkeit und damit verbundene grössere Gefahr einer Taupunktunterschreitung zu beachten. Besonders in den Morgenstunden ist die Stahlkonstruktion stark abgekühlt, und es ist mit einer Kondenswasserbildung zu rechnen. Luft- und Oberflächentemperatur sowie Luftfeuchtigkeit sind deshalb während der Applikationsarbeiten zu überwachen.
Wenn der schwarze Farbton aus Gründen des Landschaftsschutzes nicht stört, werden heute vorwiegend Epoxi-Teer- oder teilweise PUR-Teer-Systeme angewendet. Für Stahlwasserbauten, deren Farbton der Landschaft angepasst werden soll, eignen sich auf Spritzverzinkung oder Zweikomponenten-Zinkstaubgrundierung Zweikomponenten-Epoxi-Eisenglimmer-Deckanstriche. Neuerdings setzt man auch PUR-Eisenglimmer-Deckfarben ein, die eine bessere UV-Beständigkeit besitzen und bei niedrigen Temperaturen einwandfrei aushärten. Ein etwas höherer Preis muss für diese Produkte allerdings in Kauf genommen werden. Gut bewährt haben sich auch Einkomponenten-PVC- oder PVC/Acryl-Dickschicht-Deckfarben.
Die Auswahl des Beschichtungssystems wie auch die Schichtdicke des Anstriches müssen sich nach den zu erwartenden Anforderungen richten. Es ist bekannt, dass Verzinkungen in Flusskraftwerken, die in unmittelbarer Nähe von Zellstoffabriken liegen, durch Einwirkung von Sulfitablauge relativ rasch zerstört werden. Wiederholt wurden Schäden an Stahlwasserbauten beobachtet, die auf Bewuchs durch Algen, Süsswasserschwämme,

Tabelle 1. Zusammenstellung möglicher Schadenverursacher.

| | |
|---|---|
| Ingenieurbüro | Konstruktive Mängel<br>Ausschreibungsfehler<br>Falsche Systemwahl |
| Stahlbauer | Ausführungsmängel (Schweissnähte, Wasserabläufe)<br>Falsche oder mangelhafte Vorbehandlung<br>Montagemängel |
| Montageleitung | Mängel bei der Überwachung<br>Schlechte Arbeitskoordination<br>Nichteinhaltung der Montagevorschriften |
| Anstrichstoffhersteller | Materialfehler<br>Falsche Zusammensetzung<br>Mangelhafte Anwendungsanleitung |
| Applikateur | Mangelhafte Untergrundvorbereitung<br>Falsche Materialvorbereitung<br>Applikationsfehler |
| Betreiber | Änderung oder Nichteinhaltung der Betriebsbedingungen<br>Zu rasche Inbetriebnahme<br>Unterlassung normaler Unterhaltsarbeiten |
| Betriebsbedingungen | Sand, Eis, Geschwemmsel<br>Erosion, Kavitation<br>Temperaturen |
| Höhere Gewalt | Hochwasser<br>Unwetter<br>Steinschlag |
| Schäden durch Dritte | Transportschäden<br>Verunreinigung des Brauchwassers durch Anlieger<br>Streustrom |

Schnecken oder korrosionsfördernde Bakterien zurückzuführen sind. Elektrische Potentialdifferenzen zwischen ungenügend geschützten Wehranlagen und den Betonarmierungseisen führen zu Korrosionsschäden.
Für die mechanische und die chemische Beanspruchung wurde von der Deutschen Bundesanstalt für Wasserbau eine sinnvolle Einteilung eingeführt. Es wird dabei für die mechanische Beanspruchung von Angriffsgrad M I (schwache mechanische Angriffe) bis M IV (sehr starke mechanische Angriffe) und für die chemische Beanspruchung Angriffsgrad C I (schwache chemische Einflüsse) und C II (starke chemische Einflüsse) unterschieden.
Die zunehmende Aggressivität des Wassers ergibt sich aus folgender Darstellung:




Stahlwasserbauten im Meer- oder Brackwasser benötigen einen wesentlich besseren Korrosionsschutz mit höheren Schichtdicken als vergleichbare Objekte im Süsswasser.

## *Planung, Überwachung und Abnahme von Korrosionsschutzarbeiten*

Korrosionsschutzarbeiten müssen sorgfältig geplant werden. Dabei sind der Standort, die Standzeit, die Funktion des zu schützenden Objektes, die Einflussfaktoren, die Verfügbarkeit der Gesamtanlagen, der durch Revision entstehende Energieausfall sowie weitere wirtschaftliche und technische Überlegungen zu berücksichtigen. Zwischen der Planung und Ausführung liegt die Phase der Arbeitsvorbereitung mit der Arbeitsorganisation. Die durch sorgfältige Arbeitsorganisation erzielbaren Zeit- und Kosteneinsparungen können gerade im Kraftwerkbau durch raschere Verfügbarkeit der Anlagen erheblich sein.
Betrachtet man Tabelle 1 über mögliche Schadenverursacher, so wird deutlich, dass der Überwachung und der zuverlässigen Abnahme von Korrosionsschutzarbeiten eine wichtige Bedeutung beigemessen werden muss. Die aufgeführten Schadenursachen erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Bild 9. Porenkontrolle mittels Pin-Hole-Detektor.

Viele Schäden sind durch sorgfältige Überwachung und gewissenhafte Abnahme der Korrosionsschutzarbeiten vermeidbar. Die Überwachung sollte jedoch nicht erst bei der Ausführung der Beschichtungsarbeiten, sondern bereits in der Planungsphase einsetzen. Mängel, die bereits bei der Planung entstehen, können zeitraubend und kostspielig sein, wenn sie nachträglich behoben werden müssen. Die Kontrolle auf Einhaltung der Schichtdicken ist zwar ein wichtiger Bestandteil der Überwachung und der Abnahme, erfasst aber nur einen Bruchteil der möglichen Schadenursachen. Zu hohe Schichtdicken können vor allem bei Zinkstaubgrundierungen zu Schäden führen, weshalb gerade bei diesen Grundierungen auch maximal zulässige Schichtdicken angegeben werden müssen.
Bereits in der Ausschreibung ist klar zu definieren, ob Mindestschichtdicke, mittlere Schichtdicke oder Sollschichtdicke gefordert werden. Die Schichtdickenmessung sollte nach einem festgelegten Phasenablaufplan abgewickelt werden. Die Anzahl der Messungen richtet sich nach der Objektgrösse und beträgt in der Regel:

| Objektgrösse $m^2$ | Anzahl der Messpunkte pro $m^2$ | Anzahl der Messungen min. | max. |
|---|---|---|---|
| 1– 10 | 5 –10 | 10 | 50 |
| 10– 100 | 3 – 5 | 50 | 300 |
| 100–1000 | 2 – 3 | 300 | 3000 |
| über 1000 | 0,5– 2 | 2000 | |

Porenkontrollen sind mindestens stichprobenweise, unter Einbezug besonders kritischer Stellen wie Kanten und Schweissnähten auszuführen. Bei besonders korrosionsanfälligen Objekten wie Stahlwasserbauten im Meerwasser, nicht mehr zugänglichen Teilen und erdverlegten Rohrleitungen ist eine ganzflächige Porenkontrolle angezeigt. Die Wahl des Porensuchgerätes hängt von der Beschichtungsdicke ab. Beschichtungen unter 500 µm sollten keinesfalls mit Hochspannungsprüfgeräten abgefunkt werden, da dies zu Durchschlägen und damit zu Schäden führen kann. Für Beschichtungen unter 500 µm ist besonders der Pin-Hole-Detektor geeignet.
Haftungsprüfungen sind nur in besonderen Fällen stichprobenartig auszuführen. Die entstehenden Verletzungen müssen unverzüglich ausgebessert werden.
Alle Messwerte und Feststellungen sind im Abnahmeprotokoll festzuhalten.

## *Schlussbemerkungen*

Korrosionsschutz beginnt am Reissbrett und darf von keinem der am Bauwerk Beteiligten als Nebensache betrachtet werden, denn gerade im Korrosionsschutz gilt:
«Jede Kette ist nur so stark wie ihr schwächstes Glied.»

Literatur

*Günter Kruska:* Korrosionsschutz im Kraftwerksbau in der Schweiz «Rohre, Rohrleitungsbau, Rohrleitungstransport», Heft 5, Oktober 1970

*Max Hochweber:* Korrosionsschutz im Stahlwasserbau «wasser, energie, luft», Heft 10, 1978

*Ingo Wulff:* Beispiele von Schadenfällen aus der Gutachterpraxis «wasser, energie, luft», Heft 10, 1978

*Günter Kruska:* Korrosionsschutz im Stahlwasserbau «wasser, energie, luft», Heft 12, 1979

Adressen der Verfasser: *Günter Kruska,* Lakorit, im Rigiblick 27, CH-8621 Wetzikon 5, und *Ingo Wulff,* SCE, Surface-Protection Consult Engineering, Speerstrasse 24, CH-8634 Hombrechtikon.