

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 103 (1985)  
**Heft:** 33/34

**Artikel:** Baubegleitende Korrosionsschutzüberwachung: Stellenwert des Korrosionsschutzes in der Kläranlage Werdhölzli  
**Autor:** Wulff, T. / Kruska, G.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-75862>

#### 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:** 14.01.2026

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

## Softwarekontrollen, Trocken- und Nasstest

Bei den gedrängten Inbetriebnahmetests der Kläranlage Werdhölzli kommt einer sorgfältigen Softwarekontrolle hohe Bedeutung zu. Die auf Basis von Prozessablaufplänen - ein Hilfsmittel zur Darstellung der prozesstechnischen Abläufe, der Bedienungs- und Informationsphilosophie - erstellte Software wird auf Simulationsbasis durch den Elektroingenieur im Beisein der Programmierer auf die Richtigkeit der Funktionen überprüft. Diese Kontrolle bietet Gewähr dafür, dass für den nachfolgenden Trocken- und Nasstest eine in hohem Maße funktionell fehlerfreie Software zur Verfügung steht. Bei den bereits erfolgten Inbetriebnahmen zeigte sich deutlich, dass es sich lohnt, der

Softwarekontrolle genügend Zeit einzuräumen, um eine kurze Trocken- und Nasstestphase zu gewährleisten.

Der Trockentest auf der Anlage dient der Überprüfung der elektrischen Verdrahtung und des Zusammenspiels aller elektrischen und elektromechanischen Einrichtungen ohne Medium. Der Zeitaufwand dafür hängt weitgehend von der Anzahl Fehler in der Feld-, Schaltschrank- und Rangierverteilerverdrahtung ab und ist somit auch ein Mass für die Ausführungsqualität der elektrischen Installationen.

Der Nasstest umfasst das Festlegen und das Einstellen aller prozessrelevanten Parameter wie Schaltpunkte, Zeiten, Regelparameter usw. und die letzte vollständige funktionelle Prüfung aller Anlageteile mit Sauberwasser. Dank des modularen, übersichtlich konzipierten Aufbaus aller elektrischen Ein-

richtungen und der Anwendung speicherprogrammierter Steuerungen neuester Technologie konnten bis heute sehr kurze Trocken- und Nasstestzeiten erreicht werden.

Adressen der Verfasser: René Schmidlin, dipl. El.-Ing. ETH, und Dieter Bühler, dipl. El.-Ing. ETH, c/o Karl Schweizer AG, Ingenieurbüro für Prozessautomatisierung, Elektro-, Mess-, Steuer- und Regeltechnik, Baumackerstrasse 42, 8050 Zürich.

### Literatur

- [1] Charwat, H.-J.: Karlsruhe. Prozess/Rechner-Bedienung. Regelungstechnische Praxis 1982, H. 2
- [2] Wiesmann, J. und Steiner H.R.: (1984). Kläranlage Werdhölzli, Erweiterung 1980/85; Der Betrieb. Schweizer Ingenieur und Architekt 103 (1985) H. 33/34, S. 786
- [3] Weidlich, S., Prutz, G.: Frankfurt a.M. Auswahlkriterien für den Einsatz digitaler dezentraler Automatisierungssysteme. Regelungstechnische Praxis 1982, H. 5

# Baubegleitende Korrosionsschutzüberwachung

## Stellenwert des Korrosionsschutzes in der Kläranlage Werdhölzli

Von I. Wulff und G. Kruska, Hombrechtikon

**Wertvolle Bausubstanz unterliegt den Angriffen aggressiver Medien, sofern sie nicht dagegen geschützt wird. Zweckmässige Korrosionsschutzsysteme sind bekannt, jedoch nur wirksam, wenn sie baubegleitend überwacht werden.**

### Einleitung

Die Erweiterung der Kläranlage Werdhölzli erfordert Investitionen von etwa 300 Mio. Fr., um den Bedürfnissen der Abwasserreinigung der Stadt Zürich gerecht zu werden. Dabei gelangen zwei wesentliche Werkstoffarten, nämlich mineralische und metallische, zur Anwendung. Beide werden sowohl durch Umwelteinflüsse als auch durch die Betriebsbedingungen angegriffen. Um der Zerstörung wertvoller Bausubstanz entgegenzuwirken, sind Schutzmassnahmen notwendig, die unter dem Begriff Korrosions- und Oberflächenschutz bekannt sind. Nur die konsequente Durchführung solcher Massnahmen verspricht der Betriebsleitung geringe Unterhaltskosten.

Die Stadtentwässerung Zürich hat sich entschlossen, alle Korrosionsschutzarbeiten der Lieferanten und Unternehmen von einer neutralen Stelle überwachen zu lassen. Dieser Entschluss erwuchs aus dem Bedürfnis, vom Steuerzahler finanzierte Bauwerke sachgerecht, sorgfältig und dauerhaft gegen die bekannten Angriffe zu schützen.

### Aufgaben der Korrosionsschutzüberwachung

In der Kläranlage Werdhölzli untersteht die Korrosionsschutzüberwachung als Stabsfunktion der Projektleitung und steht allen Bauleitungen und Beratern sowie Projektverfassern zur Lösung von Korrosionsproblemen zur

| Auszumessende Flächen     | Anzahl Messpunkte | Anzahl Messpunkte mind. max. |
|---------------------------|-------------------|------------------------------|
| bis 10 m <sup>2</sup>     | 5 - 10            | 10 50                        |
| 10 - 100 m <sup>2</sup>   | 3 - 5             | 50 300                       |
| 100 - 1000 m <sup>2</sup> | 2 - 3             | 300 2000                     |
| über 1000 m <sup>2</sup>  | 0,5 - 2           | 2000                         |

Tabelle 1. Wahl der Messpunktzahl

Verfügung. Das Aufgabengebiet teilt sich wie folgt auf:

- Ausarbeiten von Korrosionsschutzrichtlinien und Ausschreibungen,
- Revidieren von Korrosionsschutzrichtlinien,
- Prüfen von Offerten über Korrosionsschutzarbeiten (Zweckmässigkeit, Preisgestaltung),
- Prüfen von Ausführungsplänen hinsichtlich Korrosionsschutz,
- Prüfen der Materialauswahl,
- Beurteilen von Oberflächenvorbereitungen für Korrosionsschutzarbeiten im Lieferwerk oder auf der Baustelle,
- Überwachen der Beschichtungsarbeiten im Werk und auf der Baustelle mittels sporadischer Inspektionen,
- Ad hoc-Diskussion unvorhergesehener Korrosionsprobleme,
- Beurteilung der Durchführbarkeit von Korrosionsschutzmassnahmen,
- Durchführen von Abnahmekontrollen zum Nachweis der offerierten Leistungen (Schichtdickenmessungen, Oberflächenaspekt, Porenfreiheit, Farbton, Aushärtung, Verträglichkeit),
- Auswerten von Messergebnissen,
- Beurteilen von Schadenfällen,
- Beurteilen von Sanierungsmassnahmen,
- Ausarbeiten von Reinigungskonzepten für Oberflächen, die beim Betrieb der Anlage verschmutzt werden.

Zum Erfüllen der Korrosionsschutzüberwachung steht ein beträchtliches Inventar an Mess- und Kontrollinstrumenten zur Verfügung. Personell werden die Arbeiten im Büro, auf der Baustelle und im Lieferwerk von einem dipl. El.-Ing., einem dipl. Lacktechniker und einer Sekretärin betreut.

## Praktische Arbeiten

Zu Beginn der Überwachungstätigkeit standen Korrosionsschutzrichtlinien zur Verfügung, die bei ähnlichen Arbeiten auf einer grossen schweizerischen Baustelle als Basis dienten. Diese Richtlinien mussten zunächst für die Bedürfnisse der Kläranlage Werdhölzli modifiziert werden.

Da bereits einige Werkverträge aufgrund der ursprünglichen Korrosionsschutzrichtlinien abgeschlossen worden waren, bestand eine weitere Aufgabe darin, die nach alter Richtlinie begonnenen Korrosionsschutzarbeiten auf die Verwendung in der Kläranlage Werdhölzli hin zu untersuchen. Dabei waren sowohl technische und wirtschaftliche als auch betriebliche Aspekte zu untersuchen.

Grosses Gewicht wurde – soweit noch möglich – bei der Ausführung von Stahlkonstruktionen auf die Einhaltung von konstruktiven Regeln des Korrosionsschutzes gelegt. So wurden z. B. nicht durchgezogene Schweißnähte, Poren in den Schweißnähten, rauhe Schweißnähte, scharfe Kanten, schlechte Zugänglichkeit für späteren Unterhalt usw. gerügt.

Der Oberflächenvorbereitung von Stahl- und Betonflächen wurde besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Betonflächen wurden vor Ausführung der Beschichtung sandgestrahlt und gespachtelt. Stahlflächen wurden fast durchwegs im Strahlverfahren entzündet und entrostet. Der verlangte Reinheitsgrad von Sa 2½ gemäss SIS 05 59 00 wurde eingehalten. Walzfehler im Stahl, die erst nach dem Strahlen sichtbar wurden, wurden gerügt.

Während der Korrosionsschutzarbeiten wurden die klimatischen Bedingungen (relative Luftfeuchtigkeit, Lufttemperatur) sowie die Oberflächentemperatur in unregelmässigen Abständen gemessen. Die daraus errechnete Differenz zwischen Oberflächentemperatur und Taupunkttemperatur musste stets grösser als 3 °C sein. Lag sie darunter, wurden die Arbeiten eingestellt. Ebenso wurden sie unterbrochen, wenn die Oberflächentemperatur +30 °C über-

stieg (zu rasche Verdampfung von Lösungsmitteln, Gefährdung der Haftung der Anstriche).

Nach Beendigung der Beschichtungsarbeiten auf Stahl erfolgte die Kontrolle auf Porenfreiheit des Korrosionsschutzfilmes.

## Spezielle Arbeiten

Der Schichtdickenmessung an den Anstrichfilmen wurde besonderes Augenmerk gewidmet. In der Korrosionsschutztechnik werden meist folgende Schichtdickenbezeichnungen definiert, welche spezifiziert werden müssen:

### Mindest-Schichtdicke

Diese Schichtdicke darf an keiner Stelle unterschritten sein. Alle Stellen, die weniger als die Mindestschichtdicke aufweisen, werden markiert und müssen nachgebessert werden.

### Soll-Schichtdicke

Die Soll-Schichtdicke nach DIN 55 928, Teil 5, Abs. 5.1 eines Korrosionsschutzsystems ist erreicht, wenn höchstens 5% der Messwerte den Sollwert der Schichtdicke um höchstens 20% unterschreiten. Diese Messart ist praxisfremd, da sich bei grossen Bauwerken (Gesamtobjekt) die Schichtdickenmessung über mehrere Tage oder Wochen hinzieht.

### Mittlere Schichtdicke

Diese hat als arithmetisches Mittel aus allen Messwerten nur kommerziellen Charakter.

### Maximale Schichtdicke

Es handelt sich um den höchsten Wert einer Schichtdickenmessung. Er ist nur für wenige Beschichtungen von Bedeutung, z. B. Silikatzinkstaubfarben. Diese zeigen Mängel bei Schichtdicken von über 140 µm.

Die Erfahrung lehrt, dass sich die minimalen zu den mittleren zu den maximalen Schichtdicken etwa wie 1 : 2 : 4 verhalten. Die Häufigkeiten der Schichtdickenmessungen folgen ungefähr einer Gauss-Verteilung. Nur die Mindestschichtdicke schützt die Oberfläche. Sie muss technisch vernünftig festgelegt werden. Daraus lassen sich die mittlere Schichtdicke (kommerzielle Bedeutung) und die maximale Schichtdicke abschätzen.

Voraussetzung für zuverlässige Aussagekraft der Schichtdickenmessung ist eine genügend grosse Anzahl von Messwerten. So hat sich die Wahl der Zahl



Bild 1. Verzinkungsfehler, die in der Verzinkerei nicht gesehen, von der Korrosionsschutzüberwachung auf der Baustelle jedoch entdeckt wurden

der Messpunkte gemäss der Tabelle 1 gut bewährt. Die grössere angegebene Zahl der Messpunkte pro m<sup>2</sup> soll für die kleinere Fläche angewandt werden und umgekehrt.

## Grenzen der Korrosionsschutzüberwachung

Aus wirtschaftlichen Gründen erfolgt die Korrosionsschutzüberwachung sporadisch, d. h. den Unternehmen bleibt grosse Selbständigkeit und Verantwortung für ihre Leistungen.

Anderseits sind Methoden bekannt, mit welchen Unsorgfältigkeiten der Arbeitsausführung auch nach deren Beendigung nachgewiesen werden können. Bereits das Wissen um eine Korrosionsschutzüberwachung spaltet die Unternehmer zu Qualitätsarbeit an.

Zwischen der Abnahme von Korrosionsschutzarbeiten und Inbetriebsetzung folgt in manchen Fällen die Montage weiterer Anlageteile. Solche Montagearbeiten können mechanische Verletzungen der Beschichtungen verursachen. Zudem werden dabei die geschützten Oberflächen immer schwerer zugänglich für Ausbesserungsarbeiten.

Teilweise sind mechanische Verletzungen weder von Auge sichtbar noch mit entsprechenden Geräten nachweisbar. Erst die harten Betriebsbedingungen, z. B. während der Inbetriebsetzungsphase, lassen solche Mängel in Erscheinung treten. Daher ist es zweckmäßig, z. B. Stahl-Wasserbaukonstruktionen nach der Inbetriebsetzung nochmals zu inspizieren. Dabei festgestellte Schäden sind zu markieren und auszubessern.

Adresse der Verfasser: I. Wulff, dipl. Ing. ETH/SIA/ASIC, und G. Kruska, dipl. Lacktechniker HTL, SCE Surface-Protection Consult Engineering, 8634 Hombrechtikon.