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

Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband

Band: 70 (1978)

Heft: 10

Artikel: Einfluss von Flora und Fauna des Wassers auf die Korrosion metallischer Werkstoffe

Autor: Vater, Wolfgang

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-941095

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: 18.08.2025

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

Der zweite Teil der Garantieklausel legt die Garantiedauer fest, während der der Bauherr Mängel rügen kann.
In den letzten Jahren hat sich bei den massgeblichen Bauherren und Projektbearbeitern eine Garantiefrist von 5 Jahren durchgesetzt. Teilweise mit und teilweise ohne Neubeginn des Fristenlaufes.
Nachdem nun Fachleute der Ansicht sind — die Praxis bestätigt dies immer wieder —, dass die falsche Wahl eines Anstrichsystems oder unsachgemässe Arbeitsausführung meist innerhalb eines Jahres, spätestens nach zwei Jahren sichtbar wird, sollte man sich überlegen, ob die Formulierung der Garantiefrist mit Neubeginn des Fristenlaufes und Verjährungsklausel gemäss der SIA-Norm 118 nicht auch für die Korrosionsschutzarbeiten übernommen werden könnte.
Wird eine Anfragedokumentation nach diesem hier vorgestellten Schema erarbeitet, so erhält der Offertsteller für seine Preiskalkulationen die notwendigen Informationen und Bedingungen für den erforderlichen personellen und technischen Aufwand.
Der daraus resultierende Preis sollte dadurch realistisch sein und die erforderlichen Leistungen vollumfänglich abdecken, so dass die Bauherrschaft demzufolge mit weniger Unvorhergesehenem behelligt werden dürfte.

3. Die Vergebungsphase

Je umfassender eine Anfragedokumentation ist, desto problemloser geht die Vergebung vonstatten. Nur eine unzulängliche Spezifikation gibt in dieser Phase zu vielen Diskussionen Anlass und eine Vergabe wird zum Problem. Sind dagegen bei einer ausführlichen, informativen und bedingungstellenden Spezifikation in den Angeboten die allgemeinen, technischen sowie die kommerziellen Daten erfüllt, entscheidet für eine Vergebung im Prinzip der angebotene Preis. Die Evaluation der Angebote kann in solch einem Fall schnell und korrekt durchgeführt werden. Alle Offertsteller konnten auf der gleichen Informationsbasis anbieten.
Wurden die Angebotsauswertung durchgeführt und die vielleicht noch notwendigen, klärenden Gespräche mit dem einen oder anderen Offertsteller abgeschlossen, so kann der Projektverfasser der Bauherrschaft seinen Bericht und Antrag für die Vergabe der Arbeiten abgeben. Im Vergebungsantrag dieses Berichtes sollte dem Bauherrn vom Projektverfasser eine Firma für die Übernahme der Arbeiten vorgeschlagen werden.
Hat die Bauherrschaft die Vergebung beschlossen, so kann der Vertrag aufgestellt werden.
Als Vertragsdokument kann die durch ein Vertragsformular erweiterte bereinigte Anfragespezifikation verwendet werden.

4. Die Phase der Gewährleistung

Wie eingangs erwähnt, soll die Durchführung der Arbeiten als dritte Realisierungsphase, nämlich als Phase der Gewährleistung bezeichnet werden. Während dieser Phase soll nun das, was in den vorgängigen Phasen festgelegt und abgemacht wurde, in die Tat umgesetzt werden, d. h. die Gewährleistung einer erfolgreichen Arbeit von allen Beteiligten erbracht werden.
Sind die Applikationsarbeiten abgeschlossen, so kann die provisorische Abnahme erfolgen. Mit der provisorischen Abnahme sind die Arbeiten abgeliefert, und die Garantiefrist für Mängelrechte des Bauherrn beginnt zu laufen.

Adresse des Verfassers: Werner Roth, Stahlbauing., Motor Columbus Ingenieurunternehmung AG, Parkstrasse 27, CH-5401 Baden.

Einfluss von Flora und Fauna des Wassers auf die Korrosion metallischer Werkstoffe

Wolfgang Vater[1])

Das Wasser gehörte seit Aristoteles zu den vier Elementen: Erde, Feuer, Luft und Wasser. Erst vor etwa 200 Jahren lernte man, dass Wasser kein unteilbares Element, sondern die chemische Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff ist (*Cavendish 1783*). Die Anschauung unserer Vorfahren ist nicht verwunderlich, wenn man bedenkt, dass das Wasser mit zu den stabilsten Verbindungen zweier Elemente gehört, die uns bekannt sind. Es gehören grosse Energiemengen dazu, Wasser in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff zu zerlegen. Andererseits vereinigen sich beide Elemente bei Anwesenheit einer Zündquelle spontan unter Erzeugung erheblicher Energie (Knallgas).

Als Stoff ist Wasser geruchlos, farblos und geschmacklos. Wasser besitzt einige ungewöhnliche Eigenschaften im Vergleich zu anderen Flüssigkeiten. Es ist eine der wenigen Substanzen, die in flüssiger Form schwerer sind als in der festen. Bei +4 °C in der flüssigen Phase erreicht es seine höchste Dichte. Es ist ein hervorragendes Lösungsmittel, besonders für anorganische Stoffe. In der Natur kommt es kaum rein vor, erst sein Gehalt an gelösten Salzen und Gasen ermöglicht die Existenz einer sehr umfangreichen Flora und Fauna.

[1]) Gekürzte und überarbeitete Fassung des Vortrages gehalten anlässlich der «Internationalen Fachtagung Korrosionsschutz im Stahlwasserbau» vom 2. und 3. März 1978. Die Fachtagung wurde vom Südwestdeutschen und vom Schweizerischen Wasserwirtschaftsverband durchgeführt.

Wenn man vor der Auswahl eines geeigneten Korrosionsschutzes im Stahlwasserbau steht, zieht man im allgemeinen die Wasseranalyse, die zu erwartenden mechanischen und chemischen Angriffe in Betracht. Die in der Zukunft möglichen Änderungen der Wasserzusammensetzung und die zum Teil daraus resultierende Biologie des Wassers werden in den meisten Fällen nicht berücksichtigt. Dies kann zu unliebsamen Überraschungen führen.
Unsere Oberflächengewässer sind weitgehend abhängig von ihren Einzugsgebieten. Diese bestimmen die Zusammensetzung des Wassers und seine Eigenschaften im Hinblick auf die zu erwartende Fähigkeit der Selbstreinigung oder ihrer Unfähigkeit hierzu.
Namentlich die Überfütterung mit Nährstoffen aller Art kann zum Umkippen des Wassers führen. Dies kann sich besonders bei stehenden oder abgesperrten Gewässern sehr unangenehm auswirken. Aus diesem Grunde sollte man die nachfolgenden Punkte bei der Auswahl einer geeigneten Beschichtung oder von metallischen Werkstoffen, die aus Funktionsgründen nicht beschichtet werden können, beachten:

1. Mechanische Angriffe

Geschwemmsel, Sand, Geröll, festes Treibzeug und Eis erzeugen mit der Strömung und mit dem Wellenschlag Abrieb und vermindern oder verhindern damit eventuell mögliche Schutzschichtbildungen. Beschichtungen sollen und müssen diesem Abrieb auf lange Zeit widerstehen.

2. Chemischer Angriff

Sowohl Süsswasser als auch Meerwasser enthalten Salze und Gase; diese greifen unedle Metalle an. Flusswasser kann Abwässer aus Haushaltungen und Industrie führen. Diese Abwässer führen je nach Einzugsgebiet oft sehr aggressive Chemikalien mit sich. Diese verursachen in der Regel korrosive Angriffe, die eine gute Beschichtung der metallischen und auch der mineralischen Werkstoffe erfordern.

3. Biologische Angriffe

Das Wasser ist Lebensraum vieler Mikroorganismen und höherer pflanzlicher und tierischer Lebewesen. Deren Ausscheidungen und Verwesung produzieren Stoffe, die ungeschützten Werkstoffen gefährlich werden. In Abhängigkeit vom Sauerstoffgehalt des Wassers findet entweder eine aerobe Verwesung oder eine anaerobe Fäulnis statt, so dass ein biologisch verursachter Angriff auf metallische Werkstoffe in den Vordergrund treten kann.

Da die unter den Punkten 1 und 2 genannten Angriffe in der Fachliteratur und in entsprechenden Vorschriften schon ausführlich behandelt worden sind, soll nachfolgend auf Punkt 3 ausführlicher eingegangen werden.

In unseren Breiten bietet das Oberflächenwasser zum grossen Teil leider nicht die Voraussetzung für eine ideale Lebensgemeinschaft, welche ihrerseits Voraussetzung dafür wäre, dass wir mit der Qualität des Wassers kaum Sorgen hätten. Die Biozönose im Biotop Wasser würde im Fall des biologischen Gleichgewichts dem Schema (Bild 1) entsprechen. Dieses biologische Gleichgewicht hat die biologische Selbstreinigung von Oberflächengewässern zur Folge, die man aus den energetischen Bedingungen der Lebensgemeinschaften sehen muss. Der begrenzende Faktor dieser Selbstreinigung ist der Sauerstoffgehalt.

Die Realität unserer Gewässer sieht leider anders aus. Durch die Abwässer der Industrie und der Haushalte werden die Gewässer verschmutzt, so dass die Ökologie mehr oder weniger stark gestört wird. Fällt sehr viel Schmutzwasser in einem Gewässer an, dann stockt die biologische Selbstreinigung, weil für die Zersetzungstätigkeit aerober Bakterien nicht genügend Sauerstoff vorhanden ist. Bei Sauerstoffmangel setzt die Tätigkeit von Bakterien und Pilzen ein, die ohne Sauerstoff, d. h. anaerob leben können.

Die Endprodukte einer normalen Ökologie des Wassers sind Kohlensäure, Wasser und Sauerstoff, während die Endprodukte einer gestörten Lebensgemeinschaft zu Methan, Ammoniak und Schwefelwasserstoff führen. Diese Gase reichern sich in den Gewässern an und wirken vergiftend auf viele Lebewesen. Grüne Pflanzen können nicht mehr existieren, die meisten Tiere gehen ein.

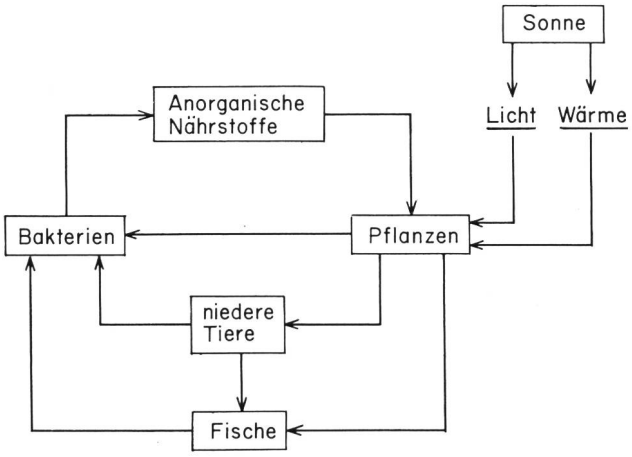

Bild 1. Schematische Darstellung der Biozönose im Biotop Wasser bei biologischem Gleichgewicht.

Diese Stoffwechselprodukte führen dann zu biologisch verursachten Korrosionen, die örtlich durchaus neben anderen Angriffen überwiegen können. Im allgemeinen werden sie zuerst an ungeschützten Metallen bemerkt, die aus Funktionsgründen nicht beschichtet wurden oder werden konnten.

Diese Korrosionsvorgänge kann man wie folgt unterteilen:

a) Unmittelbare Beeinflussung durch Bewuchs, Berührungskorrosion.

b) Mittelbare Beeinflussung durch Stoffwechselprodukte, Fäces und Pseudofäces bei Muscheln.

c) Bakteriogene Korrosion, Abbau organischer Schichten auf Metallen; Endprodukte sind, wie schon erwähnt, Ammoniak, Kohlensäure, Phosphate und Schwefelwasserstoff.

Das organische Material wird durch Bakterien zersetzt und führt zu Korrosionen, z. B. sulfatreduzierende Bakterien erzeugen Schwefelwasserstoff, und dieser setzt Eisen zu Schwefeleisen um; an Chrom-Nickel-Stählen kann eine selektive Korrosion unter Bildung von Nickelsulfid erfolgen.

d) Direkte Umsetzungen korrosiver Art, die zur Energiegewinnung dienen.

e) Pilze beteiligen sich ebenfalls in dieser Weise.

Bisher hat man festgestellt, dass eine Korrosion nach Bildung einer dichten Schicht von Mikroorganismen beginnt. Es siedeln sich aerobe und anaerobe Pilze und Bakterien an, die auf den vom Wasser berührten Flächen einen biologischen Rasen bilden. Dieser Rasen ist die Voraussetzung für das Entstehen von Lösungen, die den elektrochemischen Vorgang der Korrosion hervorrufen. Die Korrosion durch elektrochemische Vorgänge kann auch in Verbindung mit anderen Arten von Ablagerungen entstehen. Das Grundglied bilden also immer zahlreiche Bakterienarten. Sie leben in dem mit organischen und anorganischen Abfallstoffen angereicherten Wasser in ungeheuer grosser Anzahl. Damit dürfte verständlich sein, dass ungeschützte metallische, aber auch mineralische Werkstoffe bei dieser Art des Angriffs Wirkung zeigen.

Nicht nur das, es gibt auch Beschichtungsstoffe, die diesem Angriff der Organismen nicht genügend widerstehen; sie bilden in manchen Fällen sogar einen ausgezeichneten Nährboden für die angesiedelten Organismen.

Die Erfahrungen haben gezeigt, dass z. B. von hundert Lebewesen neunundneunzig auf einer teerhaltigen Beschichtung nicht gedeihen, aber das hundertste Lebewesen setzt sich an und bildet damit den Grundstock weiteren Bewuchses.

Dieser Bewuchs gefährdet im allgemeinen die Schutzwirkung der Beschichtungsstoffe nicht, es sei denn, dass auf ihm bestimmte Lebewesen gedeihen, die in die Beschichtung hineinwachsen und diese vom Untergrund abheben.

In vielen Fällen der Praxis hat sich ergeben, dass sich der Bewuchs von einem gut geeigneten Beschichtungsstoff ohne grosse Schwierigkeiten entfernen lässt, wobei der Beschichtungsstoff so widerstandsfähig sein muss, dass er bei dieser mechanischen Beanspruchung keinen Schaden erleidet. Es sind Fälle bekannt, wo langzeitig bewährte Beschichtungsstoffe versagten, weil sich der Gehalt an Salzen und Gasen im Wasser und seine Biologie durch Umwelteinflüsse verändert hatten.

Diese Ausführungen sollen dazu anregen, die Biologie im Wasser nicht zu vergessen. Sie spielt doch eine wichtige Rolle, besonders dann, wenn im Bereich verschmutzter und stehender Gewässer Korrosionsschutz durchgeführt werden soll.

Literatur

Dr. Heinrich Kühl: Die Bewuchsforschung in Deutschland. «Schiff und Hafen», Jahrg. 15, Heft 5/1963 mit 67 Literaturangaben.

Julius Grim, Sipplingen: Die Wasser des Bodensees im Luftbild. «GWF» S. 787—790, Jahrg. 1962.

Justus Bonzel und Fr. W. Locher: Über das Angriffsvermögen von Wässern, Böden und Gasen auf Beton. «Betontechnische Berichte, Beton» 10—68, S. 401—404 und 11—68, S. 443—445.

C.K. Dittmer: Corrosion of polyethylene — coated iron by sulphate-reducing bacteria. 1st Internat. Conf. on Internal & External Protection of Pipes, Durham (1975), Paper B 1, 10 pp — World Surface Coatings Abstracts 50 (1977) Nr. 419, S. 581.

Ernst Kruse und Dieter Blume: Das Leben. Bd. 2, Ernst Klett Verlag. Dieter Blume und Gerhard Fels: Das Leben, Bd. 3, Ernst Klett Verlag. R.V. Tait: Elements of Marine Ecology.

Prof. Dr. W. Engelhardt: Umweltschutz, Bayerischer Schulbuch-Verlag, München.

Adresse des Verfassers: Wolfgang Vater, Chemie-Ingenieur, Mühldelle 12, D-6148 Heppenheim/Bergstrasse.

Polyäthylen (PE) — Gleitleisten als Bauwerkschutz im Wasser- und Hafenbau

Rainer Taprogge

1. Korrosion und Verschleiss durch mechanische Beanspruchung

Korrosionsschutz im Wasserbau bedeutet nicht nur Schutz der Oberflächen gegen Einwirkung korrosiver Flüssigkeiten und Medien, sondern auch Schutz gegen mechanische Beanspruchung und Beschädigung der Oberflächenbeschichtungen. Eine noch so sorgfältig aufgebrachte Oberflächenbehandlung und -beschichtung ist wirkungslos, sobald sie durch äussere mechanische Beanspruchung beschädigt oder zerstört wird. Im Stahlwasserbau lassen sich zahlreiche Beispiele anführen, bei denen rauhe Betriebsbedingungen vorliegen und beim Aufprall von Stahl auf Stahl durch stossartige oder schleifende Berührung der Oberflächen Korrosionsschutzschichten aufgerissen oder zerstört werden. Derartige Stellen sind Ausgangspunkte beschleunigter Korrosion und führen damit häufig zu vorzeitigem Versagen der betreffenden Bauteile oder der gesamten Konstruktion. Beispiele sind hierzu alle im Stahlwasserbau vorkommenden Bauteile, bei denen Schiffswände mit Uferbefestigungen, Kaianlagen, Fenderschürzen, Schleusenwänden, Leitwerken usw. in Berührung kommen können und beim Anlegen oder Manövrieren durch Reibung und Schiffsstoss Beschädigungen der Korrosionsschutzschichten entstehen. Weiter sind zu nennen alle beweglichen Bauteile im Stahlwasserbau wie Schleusentore mit ihren Gleit- und Dichtkanten, Drehsegmenttore bei Wehren und Überläufen mit ihren Dicht- und Anschlagleisten sowie Kanten und Führungen bei Schiebetoren.

Die Stahloberflächen sind bei den erwähnten Beispielen ohne besondere Massnahmen einem erhöhten mechanischen Verschleiss und chemischer Korrosion unterworfen.

2. Kunststoff-Gleitleisten aus Polyäthylen als Schutz gegen mechanische Beanspruchung und Korrosion

Als Schutz gegen Stoss und Abrieb haben sich seit etlichen Jahren im Stahlwasserbau Gleitleisten aus Polyäthylen bewährt, mit denen die Oberflächen von Stahlkonstruktionen an besonders gefährdeten Stellen abgedeckt werden. Gegenüber den früher als Schutzleisten üblicherweise eingesetzten Holzbalken bieten Kunststoffprofile aus extrudiertem Polyäthylen zahlreiche Vorteile. Hier sind zu nennen:

— Äusserst niedrige Reibungskoeffizienten von $\mu = 0{,}2$ bis 0,25 bei Reibung gegen Stahl, daher hervorragende Gleiteigenschaften

— Äussere Kräfte können nicht durch Kraftschluss zur Überbeanspruchung der tragenden Stahlkonstruktion führen wie z. B. beim Anlegevorgang von Schiffen

— Hohe Verschleissfestigkeit durch hohen Abriebwiderstand

— Hohe Verformungsfähigkeit von Polyäthylen auch bei stossartiger Beanspruchung

— Beständigkeit gegen Witterungseinflüsse durch UV-Strahlen sowie tiefe und hohe Umgebungstemperaturen

— Hohe chemische Beständigkeit, kein Angriff von See- und Süsswasser oder anderer aggressiver Medien, kein Quellen oder Auslaugen beim Einsatz im Wasser

— Hohe mechanische Festigkeit und Schlagzähigkeit

In Tabelle 1 sind einige physikalische und mechanische Eigenschaften von Polyäthylen mittlerer Dichte zusammengestellt.

Gleitleisten aus Polyäthylen werden im Extrusionsverfahren aus der Schmelze homogen in verschiedenen Querschnitten und Längen hergestellt und können in ihren Abmessungen dem jeweiligen Anwendungsfall entsprechend angepasst werden. Üblich sind Rechteck-Vollprofile von 50 x 100 mm Kantenlänge bis zu Querschnitten von 200 x 300 mm, jedoch können abweichende Profile ohne hohen Aufwand hergestellt werden. Die Produktionslängen der einzelnen Leisten betragen normalerweise maximal 5 m. Sie können mit herkömmlichen Bearbeitungsverfahren durch Sägen und Hobeln zugeschnitten, abgelängt und bearbeitet werden. Bohren und Fräsen ist ebenfalls ohne Schwierigkeiten möglich.

Die hohe Lebensdauer dieser robusten Werkstoffgruppe ermöglicht den Einsatz auch unter rauhesten Betriebsbedingungen. Betriebsunterbrechungen der damit ausgerü-

Gleitleisten aus Polyäthylen mittlerer Dichte — Physikalische und mechanische Eigenschaften

Eigenschaft	Kurzzeichen	Messmethode	Wert	Dimension
Rohdichte	ϱ	DIN 53 479	0,92 bis 0,94	g/cm³
Zugfestigkeit	σ_B	DIN 53 455	17,0 bis 23,0	N/mm²
Reissdehnung	ε_R	DIN 53 455	> 800	%
Schlagzähigkeit	a_n; a_k	DIN 53 453	ohne Bruch	Nmm/mm²
Kugeldruckhärte	H_{A10}	DIN 53 456	18 bis 25	N/mm²
Elastizitäts-Modul	E_o	DIN 53 457	ca. 300	N/mm²
Einsatztemperaturbereich	δ	—	—40 bis +80	°C