Korrosionen an Wasserbauten, verursacht durch Abwasser

Autor(en): **Kuisel, H.F.**

Objekttyp: **Article**

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

Band (Jahr): **34 (1942)**

Heft 1

PDF erstellt am: **29.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-921689

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

Korrosionen an Wasserbauten, verursacht durch Abwasser

Vortrag von *H. F. Kuisel*, Chemiker der Beratungsstelle der ETH. für Abwasserreinigung und Trinkwasserversorgung, an der Abwasser- und Wasserbau-Tagung vom 28. Juni 1941 in Bern.

Die Beratungsstelle für Abwasserreinigung und Trinkwasserversorgung an der ETH. kam mit Korrosionsproblemen in praktische Beziehung nach Erstellung ihrer Versuchsanlage im Werdhölzli, einer Anlage, die uns viel Geld kostete, und deren Schutz vor Zerstörung durch Abwassereinflüsse uns besonders wichtig wurde. Die Korrosionsprobleme, die uns bei der Erstellung der Versuchsanlage gestellt wurden, beschäftigen uns noch heute. Es ist uns bisher nicht geglückt, unsere Anlage vor den Einflüssen der Abwasserbestandteile so zu schützen, dass sie als korrosionsbeständig gelten kann.

An der ETH. und ihren Annexen wird den Korrosionsfragen grösste Beachtung geschenkt. Es sind zahlreiche Arbeitsstätten, in denen einzelne Gebiete der Korrosion erforscht und nach Abhilfe gesucht wird. Ich erinnere in diesem Zusammenhang kurz an die Untersuchungen und Berichte der Eidg. Materialprüfungsanstalt (EMPA) über Zerstörung von Zementröhren in Meliorationsböden aus dem Jahre 1937, welche die vollständige Aufklärung und Abhilfe für diese dem Kulturtechniker äusserst wichtigen Probleme brachte. Dann sei erinnert an die Korrosionstagung der ETH. vom November 1938, an der das Gesamtgebiet der Korrosion in Vorträgen und einer Ausstellung dem Publikum zugänglich gemacht wurde.

Im Jahre 1940 hat unsere Beratungsstelle in enger Zusammenarbeit mit der EMPA, Abteilung Farben und Lacke, eine Versuchsserie zur Eruierung wasser- und korrosionsbeständiger Anstriche für Wasser- und Abwasserbauten in Angriff genommen. Diese wird ähnlich durchgeführt wie die von der EMPA seinerzeit in Gemeinschaft mit den Elektrizitätswerken und der SBB. in Angriff genommenen anstrichtechnischen Versuchsserien. Der Verband der Lack- und Farbenfabrikanten wurde eingeladen, an Bauteilen unserer Versuchsanlage und weiterer unter unserer Kontrolle stehenden Abwasseranlagen Anstriche zu erstellen, die einer dauernden Prüfung und Kontrolle auf Eignung unterzogen werden. Die Versuchsgrundlagen wurden genau festgelegt und den Fabrikanten bekanntgegeben. Es machen in sehr verdankenswerter Weise eine ganze Anzahl Firmen bei diesen Versuchen mit, und es ist zu hoffen, dass es gelingt, ebenso wie bei den früheren ähnlichen Versuchen, die wichtige Aufgabe der Verhinderung von Zerstörungen an Wasserbauten durch Abwasser einer Lösung näher zu bringen.

Ich versuche hier einen kurzen Abriss über die Einwirkungen von Abwasserstoffen auf Bauteile zu geben.

Korrosionen an Wasserbauten waren von jeher ein unbeliebtes Kapitel in der Tätigkeit unserer Ingenieure. Ich erinnere z. B. an die Stauwehre in Augst und Kembs; bei diesen war schon zwei Jahre nach der Erstellung ein Neuanstrich der grossen Schützen erforderlich. Bei den Abwasserreinigungsanlagen sind die Korrosionen naturgemäss viel stärker als im reinen oder mässig mit Abwasser verdünnten Flusswasser. Wir haben in der Schweiz zahlreiche Beispiele von durch Abwasser zerstörten Abwasserbauwerken (Kläranlagen, Kanalisationen, Bachverbauungen usw.); sie werden jedoch aus leicht erklärlichen Gründen nicht allgemein bekannt gegeben.

Die Zerstörung an Abwasserbauwerken ist äusserst intensiv, da die zerstörenden Einflüsse (Korrosion und Erosion) in der Regel permanent sind; die einmal aufgetretene Zerstörung greift ununterbrochen weiter.

Welche Stoffe im Abwasser sind für die Zerstörung an den Bauteilen verantwortlich? Meine Ausführungen beschränken sich auf die im Wasserbau wichtigsten Baustoffe, nämlich solche aus Eisen und Zement. Auf diese beiden Baustoffe ist der Einfluss des Wassers selbst oder der darin gelösten Stoffe naturgemäss abhängig von deren Konzentration sowie der Temperatur des Wassers, dem Gefälle usw. Schon reines *Regenwasser* hat ein gewisses Lösungsvermögen für Zement und Eisen. Gleiche Eigenschaften weisen die sogenannten *weichen*, d. h. wenig Mineralbestandteile enthaltenden Wasser z. B. aus Granitgegenden auf. Eine wesentliche Rolle bei diesem Angriff von weichem Wasser auf die Bauteile spielt die Kohlensäure.

Gegenüber dem Gleichgewicht der Mineralbestandteile (Härte) erhöhter Kohlensäuregehalt (aggressive Kohlensäure) löst sowohl Eisen auf wie auch Bestandteile aus dem Zement heraus. Ein weiterer Grund für dieses bekannte Verhalten liegt darin, dass von den *weichen* Wassern keine Schutzschichten ausgebildet werden können. Es hat sich nämlich gezeigt, dass *normal zusammengesetzte Wasser* mit einer Härte von 10 bis 30 französischen Härtegraden das Bestreben besitzen, sowohl auf Eisen- wie auch auf Zementbauteilen sogenannte Schutzschichten auszubilden, die vor weiterem Angriff schützen. Beim Eisen ist die Ausbildung einer sogenannten Kalkrostschutzschicht bekannt und im Chemismus des Wassers, das heisst vornehmlich dessen Härte begründet, indem unter dem Einfluss von Sauerstoff und Kalziumbikarbonat eine Schutzschicht ausgebildet wird. Auf Zementbauteilen werden ähnliche Schutzschichten gebildet, bleiben jedoch in

der Regel unbeachtet, weil sie schlecht sichtbar sind.

Harte Wasser dagegen, die eine hohe Konzentration an Mineralstoffen aufweisen, sind zur Ausbildung einer richtigen Schutzschicht nicht mehr befähigt und wirken daher aggressiv. Bei *Zementbauteilen* erfolgt der Angriff mineralreicher Wasser durch Umtausch (interkristalliner Basenaustausch z. B. Magnesium ↔ Kalzium ↔ Aluminium) einzelner Bestandteile. Die Mineralbestandteile im Wasser werden gegen solche im Zement umgetauscht; dabei wird das normale Gefüge zerstört, und die Festigkeit nimmt bis zum Zusammenbruch des Bauwerkes ab. Die Zerstörung von Zementbauwerken durch Säuren (auch Kohlensäure) erfolgt vornehmlich durch Herauslösen des kohlensauren Kalkes aus dem Zement, wodurch wiederum eine Störung des Gefüges und damit der Festigkeit herbeigeführt wird. Freie Alkalien oder Laugen wirken auf Zementbauwerke weniger schädlich als Säuren, doch sind Zerstörungen durch Auslaugung (Peptisation) des kristallinen Baus der Zemente möglich. Diese Vorgänge des Laugenangriffes auf Zement sind noch nicht eindeutig erforscht.

Ueber die Konzentration von einigen wichtigen Stoffen, die im *Abwasser* vorhanden sein können und Korrosionen ausüben, gibt folgende Tabelle Auskunft.

Einwirkender Stoff	wirkt auf Eisen	wirkt auf Zement
	aggressiv in einer Konzentration von	
Freie Säure	weniger als 0,1 ‰ (pH < 5,3)	do.
Chlor (über HOCl)	unter 0,1 ‰	do.
Freie Kohlensäure	wenn aggressiv	do.
Sulfide	1 mg/L	do.
Chloride	500 mg/L	do.
Nitrate	über 400 mg/L	100 mg/L
Sulfate	noch nicht genügend erforscht	300 mg/L
Magnesiumsalze		200 mg/L
Freier Ammoniak		1 mg/L
Oele und Fette		1 mg/L

Normales, häusliches Abwasser kann nur aggressiv wirken, wenn es faulig ist und daher überschüssige, freie Kohlensäure enthält. Bei pH-Wert von 7,6 bis 8,0 und dem Vorhandensein von Sauerstoff (frisches Abwasser) erfolgt kein Angriff. Die überschüssige freie Kohlensäure wird durch die biologische Tätigkeit von Mikroorganismen unter Zersetzung organischer Abwasserstoffe erzeugt. Durch dieselben Organismen kann auch freier Schwefelwasserstoff (Sulfide) erzeugt werden. Zerstörungen durch solche Mikroorganismen-Angriffe sind besonders an Faulgruben und Faulkammern oft zu beobachten.

Industrielle Abwässer sind durch einen oder mehrere der vorgenannten Stoffe angrifflustig, sodass die in der Tabelle aufgeführten Stoffkonzentrationen oft überschritten werden.

Die *Feststellung der aggressiven Natur der Abwasser* ist Sache des Chemikers, der mit Hilfe von pH-Wert-, elektrischen Leitfähigkeits-, Kohlensäure- und Salzbestimmungen oder Bestimmung weiterer in Frage kommender Stoffe in der Lage sein wird, die Natur der Korrosion festzustellen.

Nicht immer liegen die Ursachen der Korrosion durch Abwasserstoffe primär bei diesen. Es sind oft auch sekundäre Umwandlungsprodukte, die grosse Zerstörungen hervorrufen können. Die Auffindung dieser Ursachen ist meist schwierig und erfordert grosse Erfahrung. Dahin gehören die schon erwähnten durch die biologische Tätigkeit von Mikrolebewesen verursachten Schäden. Auch das Auftreten von Korrosionen durch elektrische Lokalelementbildung kann von Abwasserstoffen herrühren. So ist z. B. an Eisenteilen in Faulkammern für häuslichen Schlamm an den dort auftretenden schweren Zerstörungen die Bildung des Lokalelementes Eisensulfid-Eisen massgebend beteiligt.

Zur *Verhinderung der Korrosion* und damit zum Schutze der Bauteile können verschiedene Verfahren in Anwendung kommen. Das Aufbringen von Schutzschichten hat den Zweck, die Angrifflust auf diese relativ billigen und ersetzbaren Schutzschichten auswirken zu lassen; die Lebensdauer des darunter liegenden teuren Bauwerkes soll dadurch vergrössert werden. Alle bekannten Verfahren lassen sich in zwei Hauptgruppen einordnen, nämlich:

a) *Oberflächenbehandlung der Bauteile durch Erzeugung einer sogenannten inerten Schicht in der oberflächlichen Schicht des Materials selbst.*

Dies geschieht z.B. beim Phosphatieren des Eisens und Fluatieren der Zementbauteile. Durch diese Behandlung werden die Oberflächen chemisch (schwer löslich) und physikalisch (dichtes Gefüge) so verändert, dass ein Angriff sehr erschwert wird. Der Nachteil dieser Behandlung liegt in der relativ schwierigen Ausführung (Spezialarbeiten) und den hohen Kosten. Das *Metallisieren* besteht im Aufbringen einer homogenen, porenfreien Metallschicht auf die zu schützende Oberfläche.

b) *Anstriche mit Schutzschichten auf Bitumen-, Kautschuk-, Harz-, Kunstharz-, Leinöl-Basis usw.*

Diese Schutzschichten können durch Zusatz von inerten dispergierten Stoffen (Metalle, Metalloxyde, Graphit usw.) noch verbessert werden. Das Aufbringen von Anstrichen hat den Nachteil, dass ein Schutz nur für eine gewisse Zeit erreicht werden kann, weil durch Quellung und Porenbildung diese Anstriche mehr oder weniger rasch zerstört werden. Die von uns in Gemeinschaft mit der EMPA in Angriff genommenen Versuchsserien haben das Auffinden eines gegenüber den heutigen Anstrichen auch für Abwasserstoffe haltbaren Anstrichs zum Hauptzweck.

Meine Ausführungen sollen zeigen, dass das Problem

der Korrosionen durch Abwasser überaus mannigfaltig ist, und dass es noch starker Anstrengungen zu seiner Lösung bedarf. Durch die angebahnte Zusammenarbeit aller an diesen Fragen interessierten Kreise sollte es möglich werden, den Schutz der durch das Abwasser gefährdeten Bauteile immer mehr zu vervollkommnen.

Die Abwasserfrage und die Ertragsfähigkeit unserer Fischgewässer

Vortrag von Prof. Dr. *W. Fehlmann,* Schaffhausen, an der Abwasser- und Wasserbau-Tagung vom 28. Juni 1941 in Bern.

Als der Verfasser in den Jahren 1912 und 1913 in der «N.Z.Z.», gedrängt durch einige erschreckende Untersuchungsergebnisse, ein paar Feuilletons mit Schilderung der Verunreinigung unserer Gewässer publizierte und zum Aufsehen mahnte, da widerfuhr ihm das ganz Unerwartete, dass es über dieses Unterfangen von allen Seiten Vorwürfe hagelte. Um nur ein paar der kräftigsten Ergüsse zu nennen, seien folgende drei angeführt:

Ein Hygieniker schrie: «Um Gottes Willen, was stellen Sie da an! Sie verursachen ja eine Panik im Publikum, wo wir doch das Trinkwasser für unsere Stadt aus dem See schöpfen.»

Ein Techniker liess ein heftiges Donnerwetter los, weil ich ihm ein aussichtsreiches Kanalisationsprojekt zu verderben drohe, und

ein Beamter überfiel mich in der Bahn zwischen Langenthal und Burgdorf mit dem Rat: «Gehen Sie einmal hinaus ins Ruhrgebiet und schauen sich dort um!! Dort können Sie von Gewässer-Verunreinigung reden! Aber doch nicht bei uns. In unsern nahrungsarmen Gewässern tut es nur gut, wenn die Fische etwas mehr zu fressen bekommen!»

Muss man sich wundern, wenn angesichts solcher Einstellung, solcher Unwissenheit sogar in den *massgebenden* Kreisen noch vor so kurzer Zeit die Ausbreitung der richtigen Erkenntnis der Bedeutung der Gewässer-Verunreinigung allergrössten Schwierigkeiten undWiderständen begegnete und durch viele Jahre begegnen *musste?* Muss man erstaunt sein darüber, dass in den seither verflossenen zirka 30 Jahren die Verunreinigung ein derartiges Ausmass annehmen konnte, dass wir heute fast versucht sein könnten, von einem Landesunglück zu reden? — Wasserlauf um Wasserlauf, See um See sind der Abwasserzuleitung zum Opfer gefallen, unmerklich zuerst, dann aber immer auffälliger bis zu einem Ausmass, dass heute weiteste Volkskreise auf die üble Tatsache aufmerksam geworden sind und sogar Volksversammlungen deswegen stattfinden. Leider zu spät! Denn jetzt, wo der nagende Hunger uns zu bedrohen anfängt, wo wir alles daran setzen müssen, unser Volk mit Nahrung versorgen zu können, heute, wo auch das Wasser seinen vollen Tribut an Fischfleisch für die fleischlosen Tage abliefern sollte, heute stehen wir vor den erschreckenden Folgen dieser Abwassersünden des letzten halben Jahrhunderts und haben in der Heranziehung der Gewässer zur Mitbeteiligung an der Fleischproduktion in vielen Fällen *so gebundene Hände,* dass sogar die besten fachwissenschaftlichen und fischereiwirtschaftlichen Kenntnisse versagen.

Die landläufige Vorstellung, es müssten, wenn ein Abwasser schädlich ist, die toten Fische nur so herumliegen, hat sich leider längst als falsch erwiesen. Auch die oft zu hörende Behauptung, dass gerade an den Abwassereinläufen nicht nur die meisten, sondern auch die grössten Fische gefangen werden können, hat sich wohl in dieser Form vielfach als richtig, in den Begleit- und Folgeerscheinungen aber als äusserst schwerwiegender und nachteiliger Trug herausgestellt. Die Fischereifachleute stehen heute sogar auf dem Standpunkt: Geradezu ein Glück ist es, wenn bei einer Abwasserzuleitung ein umfangreiches Fischsterben eintritt. Dann ist nämlich der Sünder meist zu fassen, der Schaden springt auch für den Laien in die Augen und ist durch entsprechende Massnahmen *definitiv behebbar.* Es sind also *gerade nicht* die akuten Fischsterben, die als verderblichste Folge von Abwasserzuleitungen zu betrachten sind, sondern die *andern,* die nicht augenfälligen Erscheinungen, die auf Jahre sich ausdehnenden, schleichend das Wasser und die Fische beeinflussenden und in zahlenmässig nicht fassbaren Grössen wirkenden Zuläufe. Es sind also diejenigen Faktoren, die sich in folgenden Erscheinungen auswirken:[1]

1. vertreibend,
2. Fortpflanzung schädigend,
3. Krankheiten erregend,
4. Ernährung verschlechternd,
5. wertvermindernd,
6. fangerschwerend.

Wie man sieht, handelt es sich also um Einflüsse und Wirkungen, die, vielleicht mit Ausnahme des Auftretens augenfällig kranker Fische, für den Bummler am Wasser, überhaupt für den Nichtfischer, gar

[1] Vgl. hiezu: Fehlmann W., «Die fischereiwirtschaftlichen Interessen und die sich daraus ergebenden Anforderungen an die Abwasserreinigung in der Schweiz » in «Technische Hygiene», Beilage z. «Schweiz. Zeitschrift für Strassenwesen», 3. Jahrg., Heft 1 und 2, Solothurn, 1933.