

DWA- Regelwerk

Merkblatt DWA-M 211

Schutz und Instandsetzung von Betonbauwerken in kommunalen Kläranlagen

April 2008

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) ist in Deutschland Sprecher für alle übergreifenden Wasserfragen und setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasserwirtschaft ein. Als politisch und wirtschaftlich unabhängige Organisation arbeitet sie fachlich auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz.

In Europa ist die DWA die mitgliederstärkste Vereinigung auf diesem Gebiet und nimmt durch ihre fachliche Kompetenz bezüglich Normung, beruflicher Bildung und Information der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 14.000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

Der Schwerpunkt ihrer Tätigkeiten liegt auf der Erarbeitung und Aktualisierung eines einheitlichen technischen Regelwerkes sowie der Mitarbeit bei der Aufstellung fachspezifischer Normen auf nationaler und internationaler Ebene. Hierzu gehören nicht nur die technisch-wissenschaftlichen Themen, sondern auch die wirtschaftlichen und rechtlichen Belange des Umwelt- und Gewässerschutzes.

Impressum

Herausgeber und Vertrieb:

DWA Deutsche Vereinigung für
Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef, Deutschland
Tel.: +49 2242 872-333
Fax: +49 2242 872-100
E-Mail: kundenzentrum@dwa.de
Internet: www.dwa.de

Satz:

DWA

Druck:

DCM • Druckcenter Meckenheim

ISBN:

978-3-940173-56-0

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 2008

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Merkblattes darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen werden.

Vorwort

Bauwerke in kommunalen Kläranlagen bestehen zum überwiegenden Teil aus Stahlbeton. Sie sind den unterschiedlichsten Witterungseinflüssen, mechanischen und chemischen Beanspruchungen, Angriffen aus dem Grundwasser, dem Boden und nicht zuletzt dem mehr oder weniger aggressiven Abwasser ausgesetzt.

Die hieraus resultierenden Schädigungen und Schädigungsgrade erfordern unterschiedliche Instandsetzungsmaßnahmen. In vielen Fällen ist jedoch die Kenntnis, welche Maßnahmen zur Instandsetzung geeignet sind, bei den verantwortlichen Betreibern und Ingenieurbüros nicht ausreichend. Es besteht oftmals Ratlosigkeit in Anbetracht der Vielzahl der Angebote auf dem Instandsetzungsmarkt.

Vor Beginn der Umsetzung von Instandsetzungsmaßnahmen ist zu untersuchen, ob eine Sanierung oder Renovierung den nötigen Erfolg bringt oder ob vielmehr langfristig nicht eher ein Neu- oder Umbau aus Kostengründen angestrebt werden muss. Hierbei spielen dann Alter, Restbuchwert, neue technische Anforderungen, Verfahrensänderungen, Umweltaspekte, Objektmfeld mit angedachten Erneuerungen usw. eine entscheidende Rolle.

Neben der Instandsetzung werden auch Maßnahmen zur Instandhaltung (Schutz vor Schäden) aufgezeigt.

Verfasser

Das Merkblatt DWA-M 211 wurde von der DWA-Arbeitsgruppe KA-11.1 „Bautechnik“ im DWA-Fachausschuss KA-11 „Technische Ausrüstung und Bau von Kläranlagen“ erstellt.

Der DWA-Arbeitsgruppe gehören folgende Mitglieder an:

DILLMANN, Rolf	Prof. Dr.-Ing., Essen
HEINEMANN, Peter	Dipl.-Ing., Hagen
KAMPEN, Rolf	Dipl.-Ing., Beckum
KLEEN, Eugen	Dipl.-Min., Bottrop
LEHMANN, Klaus	Dipl.-Ing., Duisburg
LOHAUS, Ludger	Prof. Dr.-Ing., Hannover
POHL, Richard	Dipl.-Ing., Köln
REINHARDT, Manfred	Dr.-Ing., Hannover (Sprecher)

Projektbetreuerin in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

THALER, Sabine	Dipl.-Biol., Hennef Abteilung Abwasser und Gewässerschutz
----------------	--

Inhalt

Vorwort	3
Verfasser	3
Bilderverzeichnis	5
Tabellenverzeichnis	5
Benutzerhinweis	6
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Einwirkung und Widerstand	8
2.1 Allgemeines	8
2.2 Einwirkungen auf Beton- und Stahlbetonbauwerke	9
2.2.1 Karbonatisierung (Expositionsklassen XC)	9
2.2.2 Frost- und Frost-Taumittelwiderstand, Chloride (Expositionsklassen XF und XD) sowie Meerwasser (Expositionsklasse XS)	9
2.2.3 Chemischer Angriff (Expositionsklassen XA)	10
2.2.4 Biogene Schwefelsäurekorrosion (Expositionsklasse XBSK)	10
2.2.5 Verschleiß (Expositionsklassen XM)	10
2.3 Widerstand von Stahlbetonbauwerken	11
2.3.1 Allgemeines	11
2.3.2 Betondeckung	11
2.3.3 Qualität der Betondeckung	11
2.3.4 Risse	11
2.4 Besonders beanspruchte Bauteile	11
2.4.1 Räumlerlaufbahnen/Wandkronen	11
2.4.2 Abgedeckte Behälter	11
2.4.3 Faulbehälter	11
3 Schutz und Instandsetzung	12
3.1 Allgemeines	12
3.2 Anforderungen an den Untergrund	13
3.3 Anforderungen an Bewehrung und Einbauteile	14
3.4 Risse	14
3.5 Instandsetzungsbetone und -mörtel	14
3.6 Oberflächenschutz	15
3.6.1 Allgemeines	15
3.6.2 Ständig wasserbelastete Bauteile	15
3.6.3 Wasserwechselzone und rückseitig durchfeuchtete Bauteile, Bauteilflächen im Gasraum abgedeckter Becken oder Behälter	16
3.6.4 Nicht wasserbelastete Bauteile	16
3.7 Oberflächenschutzsysteme bei der Expositionsklasse XBSK	16
3.7.1 Allgemeines	16
3.7.2 Alkalisilikatmörtelsysteme	16
3.7.3 Entkoppelte Oberflächenschutzsysteme	16
3.7.4 Montagesysteme	16
3.7.5 Weitere Systeme	16

4	Besonders beanspruchte Bauteile	17
4.1	Räumerlaufbahnen	17
4.2	Abgedeckte Anlagen und Behälter	17
4.2.1	Allgemeines	17
4.2.2	Schutzmaßnahmen für neue abgedeckte Anlagen und Behälter.....	17
4.2.3	Nachträglich abgedeckte Anlagen und Behälter	17
4.2.4	Abgedeckte Anlagen und Behälter mit vorhandener Beschichtung	18
4.3	Fugen.....	18
4.4	Abfüllflächen nach Wasserhaushaltsgesetz (WHG)	18
5	Ausführung	18
5.1	Allgemeines	18
5.2	Äußere Bedingungen	18
5.3	Nachbehandlung.....	18
6	Anforderungen an ausführende Unternehmen	19
6.1	Allgemeines	19
6.2	Anforderungen an das Personal	19
6.2.1	Qualifizierte Führungskraft.....	19
6.2.2	Bauleiter des Unternehmens	19
6.2.3	Baustellenfachpersonal.....	19
6.3	Geräteausstattung	19
6.4	Eigen- und Fremdüberwachung.....	19
7	Wartungskonzepte	20
Anhang A	Abkürzungen	20
Literatur	21

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Abhängigkeit der Karbonatisierungs- und Korrosionsintensität von der relativen Luftfeuchte	9
Bild 2:	Ablaufdiagramm der Instandsetzung	13

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Anwendungsbereiche der Rissfüllstoffe.....	14
------------	--	----

Benutzerhinweis

Dieses Merkblatt ist das Ergebnis ehrenamtlicher, technisch-wissenschaftlicher/wirtschaftlicher Gemeinschaftsarbeit, das nach den hierfür geltenden Grundsätzen (Satzung, Geschäftsordnung der DWA und dem Arbeitsblatt DWA-A 400) zustande gekommen ist. Für dieses besteht nach der Rechtsprechung eine tatsächliche Vermutung, dass es inhaltlich und fachlich richtig ist.

Jedermann steht die Anwendung des Merkblattes frei. Eine Pflicht zur Anwendung kann sich aber aus Rechts- oder Verwaltungsvorschriften, Vertrag oder sonstigem Rechtsgrund ergeben.

Dieses Merkblatt ist eine wichtige, jedoch nicht die einzige Erkenntnisquelle für fachgerechte Lösungen. Durch seine Anwendung entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln oder für die richtige Anwendung im konkreten Fall; dies gilt insbesondere für den sachgerechten Umgang mit den im Merkblatt aufgezeigten Spielräumen.

Einleitung

Die wichtigste Voraussetzung zur Vermeidung von Schäden ist, dass bei Planung und Ausführung die allgemein anerkannten Regeln der Technik konsequent beachtet und angewendet werden. Zielsetzung einer ingenieurmäßigen Planung ist demnach die Vermeidung von Verhältnissen, die zu Schäden führen können. Bereits bei der Planung sind soweit wie möglich, künftige bauliche oder betriebliche Veränderungen zu berücksichtigen.

Bei einer entsprechend konstruktiven Planung der Bauteile sowie fachgerechter Zusammensetzung, Verarbeitung und Nachbehandlung des Betons in kommunalen Kläranlagen ist ein zusätzlicher Oberflächenschutz i. d. R. nicht erforderlich [24]. Wenn jedoch nach der Fertigstellung Fehler und Mängel, z. B. in Form unzureichend dicker und/oder dichter Betondeckung, festgestellt werden, können Oberflächenschutzsysteme einen oft nur zeitlich begrenzten Schutz bieten. Bei Vorliegen besonderer Randbedingungen (Sulfidprobleme) können besondere Oberflächenschutzmaßnahmen (Abschnitt 3.7) erforderlich werden.

Grundsätzlich ist zu vermeiden, dass in Kläranlagen für Menschen, Umwelt und Bauwerke schädliche Gase, wie Schwefelwasserstoff entstehen. Einzelheiten hierzu enthält DIN EN 752 [2]. Dennoch sind in der Praxis solche Verhältnisse anzutreffen. Vermeidung oder Verhinderung schädlicher oder unzumutbarer Gerüche, die in letzter Zeit häufiger in Abwasseranlagen aufgetreten sind, werden im Merkblatt ATV-DVWK-M 154 [19] näher beschrieben.

Sulfide und damit Schwefelwasserstoff (H_2S) in Abwasseranlagen können:

- zu Geruchsbelästigungen,
- zu Arbeitssicherheitsproblemen,
- zur Korrosion zementgebundener und metallischer Bau- und Werkstoffe sowie
- zu Schwierigkeiten bei der Abwasserreinigung verbunden mit Umweltbelastungen führen.

Geruchsprobleme:

Abwassergerüche stören Anlieger von Abwasseranlagen empfindlich. Geruchsbelästigungen sind besonders unangenehm, wenn Abwasser Schwefelwasserstoff enthält. Damit Geruchsprobleme im Bereich von Kläranlagen nicht auftreten, sind ggf. Maßnahmen zur Erfassung und Reinigung der Abluft erforderlich.

Arbeitssicherheit:

Schwefelwasserstoff ist eine Gefahr für das in Abwasseranlagen arbeitende Personal. Er entweicht spontan aus anaerobem Abwasser, wenn dieses zuflussbedingt mit einem frischen, warmen oder sauren Abwasser vermischt wird. Dadurch können plötzlich lebensgefährliche Gaskonzentrationen auftreten.

Korrosion von Bau- und Werkstoffen:

Entweicht Schwefelwasserstoff aus dem Abwasser, entsteht im Gasraum auf der Oberfläche von Abwasserbauteilen elementarer Schwefel. Dieser ist ein Substrat für Schwefel-(Thio-)bakterien. Wenn die Lebensbedingungen für die Spezies *Thiooxidans* gegeben sind, kann der pH-Wert bis auf pH 1 fallen. Damit ist ein starker Säureangriff auf Zementmörtel und Beton sowie auf viele metallische und nicht metallische Bau- und Werkstoffe möglich.

Betriebsprobleme:

Mit der Sulfidentwicklung verbunden ist ein übermäßiges Wachstum fadenförmiger Mikroorganismen im belebten Schlamm. Dadurch kommt es in Nachklärbecken von Kläranlagen zu Störungen bei der Schlammsedimentation.

Hauptgründe für die Zunahme der Sulfidprobleme sind:

- die Zentralisierung der Abwasserentsorgung mittels langer Freispiegel- und insbesondere Druckleitungen,
- die Überdimensionierung von Abwasserleitungen und -kanälen,
- der oft zu hoch eingeschätzte Abwasseranfall aus Gewerbe und Industrie,
- der rückläufige Wasserverbrauch der Bevölkerung,
- die geringer werdende Abwassermenge aufgrund der Versickerung von Niederschlag und
- die Umstellung von Mischwasser- auf Regen- und Schmutzwassersysteme.

Sulfidprobleme können von den verschiedensten Bauwerken der Abwassererfassung, -ableitung und -reinigung ausgehen. Sie entstehen durch direkte Einleitung sulfidhaltiger Abwässer, am häufigsten jedoch unter ungünstigen abwassertechnischen Verhältnissen, weil Abwasser ein „leicht verderbliches Gut“ ist und in den anaeroben Zustand übergehen kann. Maßgebend für Sulfidprobleme ist der Schwefelwasserstoffgehalt des Abwassers und/oder der Kanalluft bzw. der Abluft. Besonders gefährdet sind:

- Bereiche, in die Abwässer mit stark Sauerstoff zehrenden Stoffen sowie sulfat-, sulfid- und sulfidhaltige Abwässer direkt eingeleitet werden,
- Kanäle mit geringem Gefälle, geringer Teilfüllung und langen Abwasseraufenthaltszeiten,
- Bereiche mit anaerobem Abwasser, in denen starke Turbulenzen im Abwasserstrom auftreten,
- Bereiche, in denen sulfidhaltiges mit saurem, warmem oder frischem Abwasser zusammenfließt,
- Saugräume in Pumpstationen,
- Dükerober- und -unterhäupter,
- Ausmündungen von Druckleitungen und
- Rückstaustrrecken.

Planung, Bau und Betrieb von Abwasseranlagen sollten so ausgerichtet sein, dass von ihnen keine Sulfidprobleme ausgehen bzw. möglichst vermieden werden. Aufgabe einer ingenieurgerechten Arbeit ist es deshalb, die Einleitung problematischer Abwässer und die Entwicklung anaerober Verhältnisse in den Abwasseranlagen zu verhindern, zumindest aber auf ein bestimmtes Maß zu begrenzen. Es gibt keine Einzelmaßnahme, die das Erreichen dieser Zielsetzung garantiert. Dennoch leiten sich aus praktischen Erfahrungen generelle Leitlinien ab, welche grundsätzlich helfen, Sulfidprobleme zu reduzieren. In der Regel ist in der Praxis eine Kombination mehrerer Maßnahmen erforderlich.

Diese Zusammenhänge sind zu bedenken, wenn Schutz- oder Instandsetzungsmaßnahmen geplant werden.

1 Anwendungsbereich

Das Merkblatt richtet sich vornehmlich an Kläranlagenbetreiber und Planungsbüros für Abwasseranlagen. Es behandelt den Schutz und die Instandsetzung von Betonbauwerken in kommunalen Kläranlagen und bezieht sich ausschließlich auf die dort vorkommenden Bauwerke und die dort anzutreffenden Umgebungsbedingungen. Hinweise zu besonders beanspruchten Bauteilen wie Räumerlaufbahnen, Faulbehältern oder abgedeckten Klärbecken werden ebenso gegeben wie Erläuterungen zur Planung und Ausführung von Schutz- und Instandsetzungsmaßnahmen, zu Anforderungen an die ausführenden Unternehmen und zu Wartungskonzepten.

Es wird vermieden, die Inhalte bereits bestehender Regelwerke zu wiederholen. Stattdessen wird auf die richtige Anwendung der Regelwerke eingegangen und es werden Auswahlkriterien festgelegt, welches Instandsetzungsprinzip in einem speziellen Schadensfall angezeigt ist. Stahlteile sind nicht Gegenstand des Merkblattes. Hierzu gibt es das Merkblatt ATV-DVWK-M 263 „Empfehlungen zum Korrosionsschutz von Stahlteilen in Abwasserbehandlungsanlagen durch Beschichtungen und Überzüge“ [20].