

DWA-Themen

Technische Maßnahmen zur Behandlung von erhöhten Mischwasserabflüssen in der Kläranlage

August 2016 · T3/2016



DWA-Themen

Technische Maßnahmen zur Behandlung von erhöhten Mischwasserabflüssen in der Kläranlage

August 2016 · T3/2016



Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasser- und Abfallwirtschaft 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 Regelsetzung, Bildung und Information sowohl der Fachleute als auch der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 14 000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

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: info@dwa.de
Internet: www.dwa.de

Satz:

DWA

Druck:

Siebengebirgsdruck, Bad Honnef

ISBN:

978-3-88721-284-1 (Print)
978-3-88721-338-1 (E-Book)

Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 2015

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

Vorwort

Der vorliegende Themenband wurde von der DWA-Arbeitsgruppe KA-6.9 „Erhöhte Mischwasserbelastung“ erstellt.

Die Arbeitsgruppe KA-6.9 wurde von dem DWA-Fachausschuss KA-6 „Aerobe biologische Abwasserreinigungsverfahren“ gegründet, um verschiedene Frage- und Problemstellungen hinsichtlich erhöhter Mischwasserzuflüsse zu beantworten.

Hintergrund ist die in Deutschland bis zum Erreichen des Prognosewerts der Trockenwetterabflüsse und -frachten häufig vorliegende Abweichung zwischen den Bemessungswerten gemäß den Arbeitsblättern ATV-DVWK-A 131 und ATV-DVWK-A 198 und den tatsächlich vorhandenen Abflüssen bzw. Frachten. Die Anteile des mitbehandelten Mischwassers entsprechen bei dem festgelegten maximalen Mischwasserzufluss in diesen Fällen nicht den üblichen Faktoren, sondern sind z. T. deutlich höher als die in Bild 1 des Arbeitsblatts ATV-DVWK-A 198 genannten Werte des Faktors $f_{s,QM}$.

Die von der Arbeitsgruppe untersuchten Aspekte, Fragestellungen und Lösungsansätze sind im vorliegenden Themenband zusammengefasst. Schwerpunkt bildet die Zusammenstellung der sinnvollen technischen Maßnahmen zur optimierten Mischwasserbehandlung in Kläranlagen.

Der Bericht erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern stellt zielgerichtet einige der bisher großtechnisch umgesetzten und betrieblich praktikablen Verfahren dar. Sollten Verfahren unerwähnt geblieben sein oder Anmerkungen zu den dargestellten Verfahren vorliegen, dankt die Arbeitsgruppe im Voraus für entsprechende Mitteilungen.

Verfasser

Der Themenband wurde von der DWA-Arbeitsgruppe KA-6.9 „Erhöhte Mischwasserbelastung“ im DWA-Fachausschuss KA-6 „Aerobe biologische Abwasserreinigungsverfahren“ erarbeitet.

Der DWA-Arbeitsgruppe KA-6.9 „Erhöhte Mischwasserbelastung“ gehören folgende Mitglieder an:

ALEX, Jens	Dr.-Ing., Magdeburg
ALT, Klaus	Dipl.-Ing., Düsseldorf
ARMBRUSTER, Martin	Dr.-Ing., Dresden
BAUMANN, Peter	Dr.-Ing., Pforzheim
HENNERKES, Jörg	Dr.-Ing., Essen
KÜHN, Volker (Obmann, Sprecher)	Dr.-Ing., Dresden
SEGGELKE-KREBS, Katja	Dr.-Ing., Dresden
SVARDAL, Karl	Ass. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn., Wien

Als Gäste haben mitgewirkt:

ERBE, Volker	Dr.-Ing., Wuppertal
GÜNTHER, Norbert	Dipl.-Ing., Dresden

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

WILHELM, Christian	Dr., Hennef Abteilung Wasser und Abfallwirtschaft
--------------------	--

Inhalt

Vorwort	.....	3
Verfasser	.....	4
Bilderverzeichnis	.....	6
Tabellenverzeichnis	.....	6
Abkürzungsverzeichnis	.....	7
Indices	.....	8
1	Einleitung	9
2	Erfahrungen mit der Bemessungspraxis nach ATV-DVWK-A 198 (2003)	10
2.1	Zulässiger Mischwasserzufluss nach ATV-DVWK-A 198 (2003).....	10
2.2	Konsequenzen des veränderten Mischwasserzuflusses für die Bemessung nach Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 131 (2000).....	10
2.3	Beurteilung der Ansätze nach Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 198 (2003).....	11
3	Auswirkungen von Mischwasserzuflüssen	12
3.1	Vorbemerkung.....	12
3.2	Auswirkungen auf die Kohlenstoffelimination.....	13
3.3	Auswirkungen auf die Nitrifikation.....	13
3.4	Auswirkungen auf die Denitrifikation.....	13
3.5	Auswirkungen auf die Phosphorelimination.....	14
3.6	Auswirkungen auf den Feststoffrückhalt.....	14
4	Technische Maßnahmen	15
4.1	Vorbemerkung.....	15
4.2	Betriebliche Lösungen mit Automatisierungskonzepten.....	15
4.2.1	Übersicht.....	15
4.2.2	Optimierung der Nitrifikation.....	16
4.2.2.1	Maximierung der potenziell verfügbaren Nitrifikantenpopulation.....	16
4.2.2.2	Anpassung des aeroben Belebungsbeckenvolumens im Mischwasserfall.....	16
4.2.2.3	Minimierung der NH ₄ -N-Stoßbelastung im Mischwasserfall.....	17
4.2.3	Verhinderung von Schlammabtrieb.....	17
4.2.3.1	Übersicht.....	17
4.2.3.2	Verbesserung des Schlammhaushaltes.....	18
4.2.3.3	Absetzen im Belebungsbecken durch Abschalten von Belüftungselementen.....	18
4.2.3.4	Chemisch/physikalische Lösungen.....	19
4.2.4	Denitrifikation und biologische Phosphor-Entfernung.....	20
4.2.4.1	Optimierung der vorgeschalteten Denitrifikation.....	20
4.2.4.2	Optimierung der biologischen P-Elimination.....	20
4.3	Konstruktive Verbesserung der Absetzwirkung.....	20
4.3.1	Planerische Optimierung der Nachklärung.....	20
4.3.2	Gestaltung des Einlaufbauwerks.....	21
4.4	Bypass eines Mischwasserteilstroms in die Nachklärbecken.....	21
4.4.1	Beschreibung und Funktionsweise.....	21
4.4.2	Bemessung.....	22
4.4.3	Varianten und Auswirkungen.....	23
4.4.4	Praxiserfahrungen.....	25

4.5	Speicherung des Mischwassers im Zulauf der Kläranlage	25
4.6	Dynamische Zuflussbewirtschaftung	26
4.6.1	Zielsetzung und Anforderungen	26
4.6.2	Regelungskonzept	27
4.6.3	Anwendungsbeispiele	28
5	Rechtliche Aspekte	29
6	Zusammenfassung und Ausblick	30
Anhang A	Vergleichende Bewertung technischer Maßnahmen an einem simulierten Fallbeispiel	32
A.1	Vorbemerkung	33
A.2	Beispielanlage	33
A.3	Simulation regelungstechnischer Maßnahmen	36
A.4	Verfahrenstechnische Maßnahmen	37
A.5	Zusammenfassung	40
Anhang B	Ausgewählte Umsetzungsbeispiele	42
Literatur	.....	44

Bilderverzeichnis

Bild 1:	Vorhandener Faktor $f_{S,QM}$ gemäß Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 198 bezogen auf die Einwohnerwerte gemäß der Auslegungsbelastung bei 45 Kläranlagen in Deutschland	11
Bild 2:	„ATS“ nach Nielsen et al. (2000)	19
Bild 3:	Schematische Darstellung des Bypassverfahrens	22
Bild 4:	Änderungen der Volumenstromverhältnisse	24
Bild 5:	Skizze eines integrierten Steuerungssystems	27
Bild 6:	Simulationsergebnisse des Schlammhaushaltes	35
Bild 7:	Ammonium-Konzentrationen für die einfache bzw. die verbesserte Betriebsführung der Anlage (Ablauf Nachklärung)	36
Bild 8:	Stickstoffkonzentrationen (anorganisch, Nanorg) für die einfache bzw. die verbesserte Betriebsführung der Anlage (Ablauf Nachklärung)	36
Bild 9:	Bewirtschaftung Ausgleichsbecken	38
Bild 10:	Ammoniumkonzentrationswerte mit Ausgleichsbecken	38
Bild 11:	Bewirtschaftung Bypass und Schlammhaushalt	39
Bild 12:	NH ₄ -N-Konzentrationen im Ablauf der Belebung mit Bypass (ab $Q_{zu} = 48.000\text{m}^3/\text{d}$)	39

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Anlagen- und Betriebskenngrößen	34
Tabelle 2:	Regelungstechnische Optionen	36
Tabelle 3:	Verfahrenstechnische Maßnahmen	37
Tabelle 4:	Maßnahmenbewertung	40
Tabelle 5:	Umsetzungsbeispiele	42

Abkürzungsverzeichnis

Kurzzeichen	Erläuterung	Einheit
A	Fläche	M ² ; ha
BSB ₅	Biochemischer Sauerstoffbedarf, gemessen nach 5 Tagen	M·L ⁻³ z. B. mg/L
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB _{UV} : aus SAK ermittelt)	M·L ⁻³ z. B. mg/L
C _x	Konzentration von X in der homogenisierten Probe	M·L ⁻³ z. B. mg/L
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt	
DOC	Dissolved organic carbon, gelöster organischer Kohlenstoff	M·L ⁻³ z. B. mg/L
EW	Einwohnerwert (EW = EZ + EGW), je nach Parameter gegebenfalls verschiedene EW	E
EZG	Einzugsgebiet	
f _c	Stossfaktor für die Kohlenstoffatmung	-
f _N	Stossfaktor für die Ammoniumoxidation	-
f _{s,QM}	Faktor zur Berechnung des Schmutzwasserabflusses bei Q _M	-
ISV	Schlammindex	[l/kg] , [ml/g]
KA	Kläranlage	
MSR	Mess-, Steuer- und Regelung	
N	Stickstoff	
NH ₃ -N	Ammoniak-Stickstoff	M·L ⁻³ z. B. mg/L
NH ₄ -N	Ammonium-Stickstoff	M·L ⁻³ z. B. mg/L
NO ₃ -N	Nitrat-Stickstoff	M·L ⁻³ z. B. mg/L
O ₂	Sauerstoff	M·L ⁻³ z. B. mg/L
P	Phosphor	M·L ⁻³ z. B. mg/L
PO ₄ -P	Phosphat-Phosphor	M·L ⁻³ z. B. mg/L
q _A	Flächenbeschickung der Nachklärung	[m/h]
q _{sv}	Schlammvolumenbeschickung, bezogen auf A _{NB}	[l/(m ² ·h)]
Q	Zufluss, Durchfluss, Volumenstrom	[m ³ /h]
Q _F bzw. Q _f	Fremdwasserabfluss (Q _f alte Bezeichnung)	l/s
Q _M bzw. Q _m	Mischwasserabfluss zur Kläranlage (Q _m alte Bezeichnung)	l/s
Q _S bzw. Q _s	Schmutzwasserabfluss (Q _s alte Bezeichnung)	l/s