

Behandlung mit Oxidationsmitteln

# Desinfektion von Kläranlagenabläufen

Dr.-Ing. Jörg STRUNKHEIDE

Innovative Technologien im Test: Risiken der bakteriologisch-hygienischen Belastung der Gewässer erfolgreich bekämpfen.

Prinzipiell ist davon auszugehen, dass häusliche und kommunale Abwässer sowie Abwässer aus bestimmten Industriezweigen (z. B. Schlachthöfe, Futtermittelindustrie) ein infektiöses Potenzial darstellen. Daher kann bei Einleitung derartiger Abwässer die Nutzung und Funktion der Gewässer in folgenden Bereichen beeinträchtigt werden:

- ! Trinkwassergewinnung
- ! Brauchwassergewinnung – z. B. Industrie und Landwirtschaft
- ! Freizeit und Erholung – Baden, Wassersport, Angeln
- ! Lebensraum Wasser – Krankheiten bei Fischen, Amphibien und Vögeln.

## Gesetzliche Anforderungen

Für Abwassereinleitungen in Oberflächengewässer sind Emissionsgrenzwerte für verschiedene chemische Kenngrößen aufgestellt worden (§ 7a WHG). Für bakteriologische Parameter gibt es derartige Emissionsgrenzwerte nicht. Lediglich für bestimmte infektiöse Abwässer gelten Vorschriften nach dem Bundesseuchengesetz (BSeuchG), das zum Jahreswechsel 2000/2001 durch das Infektionsschutzgesetz (IfSG, 2001) ab-

**Mikrobiologische Parameter der EG-Badegewässerrichtlinie** Tab. 1 und "Auflagewerte" für die UV-Anlagen zur Abwasserdesinfektion an der Isar (Bayern) /14/

EG-Richtlinie über die Qualität der Badegewässer vom 8.12.1975 (76/160 EWG)				UV-Anlagen (Isar)
Mikrobiologische Parameter	Vol.	Grenzwert	Leitwert	Auflagewert
Gesamtcoliforme Bakterien	100 ml	10.000 (95)	500 (80)	50
Fäkalcoliforme Bakterien	100 ml	2.000 (95)	100 (80)	10
Streptococcus fascialis *)	100 ml	–	100 (90)	10
Salmonella*)	1 l	0 (95)	–	–
Enterovirus*)	pfu <sup>1)</sup> /10 l	0 (95)	–	–

Die Ziffern in Klammern geben die Probenanzahl in Prozent an, bei denen die Werte nicht überschritten werden dürfen. Der Probenahmeabstand beträgt 14 Tage, bei negativem Befund im Vorjahr 4 Wochen.

\*)Diese Parameter müssen nicht routinemäßig untersucht werden.

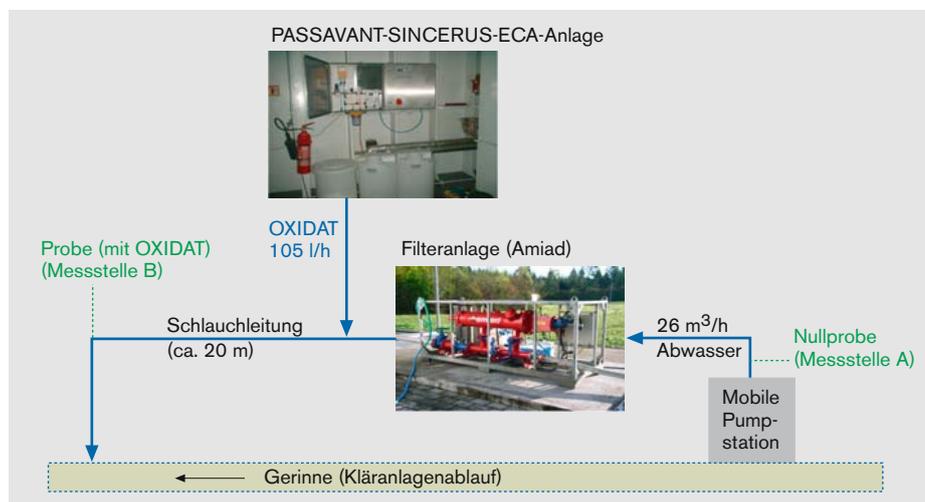
Wert muss im **80-Perzentil** am Ablauf der UV-Anlage eingehalten werden.

gelöst wurde. Die Desinfektion von Abwasser vor Einleitung in die Kanalisation oder in ein Gewässer ist nur für bestimmte Herkunftsbereiche vorgeschrieben, wie z. B. bei der Behandlung von Abwässern

- ! mit biologischen Arbeitsstoffen ab Schutzstufe 2 (BioStoffV, 1999)
- ! aus Tuberkuloseheilstätten (RKI, 1997)

- ! aus gentechnischen Anlagen ab Sicherheitsstufe 2 (GenTSV, 1995)
- ! aus der Tierkörperbeseitigung (TierKBV, 1976).

Es gibt jedoch in EG-Richtlinien festgeschriebene nutzungsorientierte Immissionsstandards über die Qualität von Wasser für Badegewässer /1/, die Trinkwassergewinnung aus Oberflächengewässern /2/, den menschlichen Gebrauch bzw. aus der Trinkwasserverordnung (TrinkwV von 2003). Ferner gibt es eine DIN-Norm für die Beregnung von Freilandkulturen (DIN 19650). Die EG-Richtlinie 76/160 wurde in mehreren Bundesländern, z.B. in Bayern /3/, in nationales Recht umgesetzt (Tabelle 1). Erste Initiativen zur Überarbeitung der EG-Badegewässerrichtlinie begannen bereits im Jahr 1994, als die Kommission einen ersten Vorschlag für eine Revision vorlegte. Mittlerweile hat die Europäische Union ihre Wasserpolitik gründlich umstrukturiert. Dies erfolgte durch Verabschiedung der Wasserrahmenrichtlinie, mit der kohärente Rahmenbedingungen für sämtliche Rechtsvorschriften der EU im Zusammenhang mit der Wasserpolitik geschaffen wurden. Es war daher auch erforderlich, die Bestimmun-

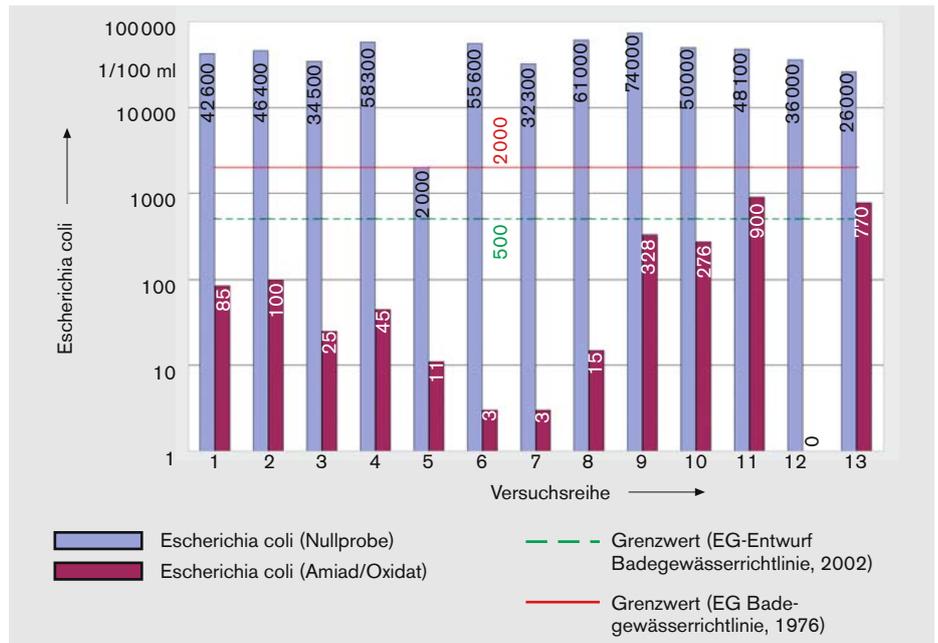


**SCHEMA:** Versuchsanlage mit Probenahmestellen

Bild 1

gen der Badegewässerrichtlinie in diesen Rahmen entsprechend einzupassen. Im Oktober 2002 wurde von der Kommission ein Vorschlag für eine Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates über die Qualität der Badegewässer vorgelegt. Die Kommission schlägt in der neuen Richtlinie eine drastische Verringerung der Parameter von 19 auf lediglich 2 mikrobiologische Kernparameter vor, die durch visuelle Kontrollen (Algenblüte, Öl) und Messungen des pH-Werts in Süßwasser ergänzt werden. Hiernach sollen für die Konzentrationen von Darmenterokokken und Escherichia coli in Badegewässern rechtlich verbindliche Werte für „gute Qualität“ und Leitwerte für „ausgezeichnete Qualität“ gemäß Tabelle 2 gelten.

Der Entwurf enthält statt der Fäkalstreptokokken den Parameter Darmenterokokken und statt der Fäkalcoliformen den Parameter Escherichia coli. Die unterschiedlichen Bezeichnungen ergeben sich im Wesentlichen aus den unterschiedlichen Nachweismethoden, wobei die Bewertung aber weitgehend analog erfolgt. Escherichia coli und Darmenterokokken sind im Prinzip ausschließlich auf Verunreinigungen durch Fäkalien menschlicher und tierischer Herkunft zurückzuführen und signalisieren mit hinreichender Sicherheit ein Infektionsrisiko. Auf den Parameter Gesamt-



**VORHER-NACHHER-VERGLEICH:**

**Reduktion der Escherichia coli in den durchgeführten Versuchsreihen**

Bild 2

terokokken sind im Prinzip ausschließlich auf Verunreinigungen durch Fäkalien menschlicher und tierischer Her-

kunft zurückzuführen und signalisieren mit hinreichender Sicherheit ein Infektionsrisiko. Auf den Parameter Gesamt-

**EarthTech**  
A Tyco International Ltd. Company

# Alles klar?

Wir sind Ihr Partner, wenn es um sauberes Wasser geht, ob Trink- oder Brauchwasser, Prozess-, Kreislauf- oder Abwasser. Als spezialisierter Anlagenbauer entwickeln und errichten wir Kläranlagen und Trinkwasserwerke, deren filterfeine Reinigungskraft Sie überzeugen wird.

Unser Erfolg basiert auf einzigartigen Lösungen, wie:

- Filtration (DynaSand®-Filter)
- Sedimentation (Lamella®)
- Membranbiologie
- Räum- und Krählwerke
- Rechen- und Siebanlagen
- Sandfänge
- Schneckenförderer

**EarthTech. Klare Sache.**

Besuchen Sie uns auch auf der IFAT, Halle A2, Stand 226!

EarthTech Umwelttechnik Neuss  
Forumstraße 24, 41468 Neuss  
Telefon 021 31-31 06-0 • Fax 021 31-31 06-10  
umwelttechnik@eu.earthtech.com

EarthTech Klärtechnik Laatzen  
Ulmer Straße 2, 30880 Laatzen  
Telefon 05 11- 59 09 15-0 Fax 05 11-59 09 15-10  
info@earthtech-kt.de

www.earthtech-uwf.de  
www.earthtech-kt.de

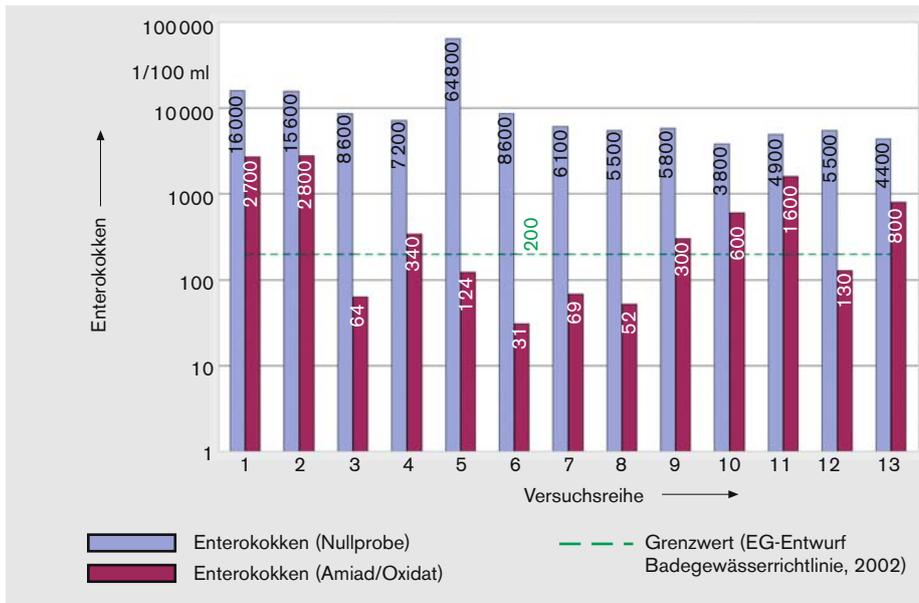


Bild 3

**VORHER-NACHHER-VERGLEICH:**  
**Reduktion der Enterokokken in den durchgeführten Versuchsreihen**

coliforme soll künftig verzichtet werden. Im Positionspapier der ATV-DVWK-Arbeitsgruppe GB – 5.8 „Hygiene“ (Januar 2004) wird über den Vorschlag der Kommission hinaus sogar eine Absenkung des Leitwertes (Ausgezeichnete Qualität) für die Darmenterokokken auf 50/100 ml postuliert.

**Desinfektion von Kläranlagenabläufen**

In konventionellen Kläranlagen erfolgt bereits je nach Reinigungsstufe/Verfahrenstechnik eine teilweise, bis nahezu vollständige Entfernung hygienisch relevanter Mikroorganismen.

- **Nachklärbecken:** Nach der Adsorption an Schlammflocken wird in Nachklärbecken eine (Teil-)Entfernung von Mikroorganismen bewirkt.
- **Filtration:** In Einschicht- oder Mehrschichtfilteranlagen zur weitergehenden Abwasserreinigung werden Feinstsuspenda (Partikel, Schlammflocken, Phosphatfällungsprodukte) abgetrennt, wodurch eine Reduktion der mikrobiologischen Belastung stattfindet (ATV-Fachausschuss 2.8, 1997; ATV-Arbeitsgruppe 2.1.6, 1997).
- **Membrananlagen:** Es liegen heute weltweit und auch in Deutschland Erfahrungen mit Membranfiltrationsanlagen als Ersatz der Nachklärung vor, die eine nahezu vollständige Partikelentfernung aufweisen /4/,5/.

Die Desinfektion von Kläranlagenabläufen wird bislang nur an besonders empfindlichen Gebieten – z. B. an Badestränden von Nord- und Ostsee – durchgeführt /6/,7/, wobei eine flächendeckende Desinfektion aller Kläranlagenabläufe und insbesondere der Über-

läufe von Regenüberlaufbecken allein aus Kostengründen nicht realisierbar erscheint. Das Bayerische Landesamt für Wasserwirtschaft wählte die Obere Isar für das „Pilotvorhaben“ zur Wiederherstellung der Badegewässerqualität an einem Fließgewässer aus, weil hier die Belastung mit Fäkalbakterien hauptsächlich aus Kläranlagen stammt. In Bad Tölz, an der Oberen Isar, ging im August 2000 die erste UV-Anlage zur Abwasserdesinfektion an einem Fließgewässer in Deutschland in Betrieb /8/. Seitdem werden am Kläranlagenablauf die Leit- und Grenzwerte der EG-Badegewässerrichtlinie und „Auflagewerte“ (Tabelle 1) sicher eingehalten. Mittlerweile sind an der Oberen Isar weitere Kläranlagen mit UV-Anlagen ausgerüstet worden. Als zweiter Fluss in Bayern soll demnächst die Würm desinifiziert werden /9/. Die grundlegenden Verfahren der Abwasserdesinfektion auf Kläranlagen sind im ATV-Merkblatt M 205 /10/ beschrieben. In Tabelle 3 sind die Verfahren einschließlich Bewertung und Kosten nach heutigem Stand einander gegenüber gestellt.

In den letzten Jahren hat sich bei der Abwasserdesinfektion die UV-Desinfektion durchgesetzt /11/. Zurzeit befindet sich eine weitere inno-

vative Technologie in der praktischen Erprobung zur Desinfektion von Abwässern. Es handelt sich hierbei um die Verfahrenskombination Feinfilter (Amiad)/ Diaphragmalyse (PASSAVANT-SINCERUS-ECA-Verfahren). Das PASSAVANT-SINCERUS-ECA-Verfahren wurde u. a. bei der Hygienisierung gewaschener Sande erfolgreich eingesetzt /12/. Das Diaphragmalyse-Verfahren bewirkt die elektrochemische Aktivierung von Wasser und Kochsalm und führt zur Bildung des Oxidationsmittels OXIDAT, das aufgrund der Inhaltsstoffe freies Chlor, Ozon, Wasserstoffperoxyd und Sauerstoff eine stark desinifizierende Wirkung (Redoxpotenzial ca. 1200 mV) besitzt. Der vorgeschaltete Amiad-Filter ist ein automatischer Rückspülfilter, der mit verschiedenen Typen von Filtersieben betrieben werden kann. Im Bereich der Abwassertechnik wird dieser Filter mit einer Feinheit 50 Mikron betrieben.

**Verfahrenskombination Feinfilter/Diaphragmalyse**

**Projektziele**

- Zielsetzung dieses Projektes war, zu untersuchen,
- inwieweit durch die Verfahrenskombination Feinfilter/Diaphragmalyse eine Desinfektion des Ablaufs von Kläranlagen möglich ist
  - inwieweit durch die Verfahrenskombination Feinfilter/Diaphragmalyse im Vergleich zu den am Markt platzierten Verfahren – insbesondere der UV-Desinfektion – Kosten eingespart werden können und
  - wie die Verfahrenskombination Feinfilter/Diaphragmalyse hinsichtlich der Umweltverträglichkeit zu bewerten ist.
- Die Untersuchungen erfolgten exemplarisch am Beispiel der Kläranlage Moosburg a.d. Isar. Das Gemeinnützige Institut Wasser und Boden e. V. (IWB) Bonn – Sankt Augustin – Siegen war von der Firma Sincerus Global Watertreatment (Roetgen) beauftragt worden, die wissenschaftliche Begleitung wahrzunehmen. Das Forschungsprojekt wurde von der Deutschen Bundesstiftung Umwelt (DBU) finanziell unterstützt /13/.

Mikrobiologische Parameter gemäß Vorschlag der EU-Kommission vom Oktober 2002			Tab. 2
Mikrobiologische Parameter	ausgezeichnete Qualität (Leitwert)	gute Qualität (verpflicht. Wert)	
Darmenterokokken (D.E.) in cfu/100 ml	100	200	
Escherichia coli (E.C.) in cfu/100 ml	250	500	

## Methodik

Die Untersuchungen mit der Verfahrenskombination Feinfilter (Fa. Amiad)/Diaphragmalyse (PASSAVANT-SINCERUS-ECA-Verfahren) liefen auf der Kläranlage Moosburg a. d. Isar im großtechnischen Maßstab im Zeitraum 20. Oktober bis 4. November 2004. Das zu desinfizierende Abwasser (26 m<sup>3</sup>/h) wurde mit einer mobilen Pumpstation direkt aus dem Ablaufgerinne (nach den Nachklärbecken) entnommen (Bild 1) und der Amiad-Filtereinheit zugeführt. Der eingesetzte Filter hatte eine Maschenweite von 50 µ. Das mit der PASSAVANT-SINCERUS-ECA-Anlage hergestellte Produkt OXIDAT wurde mit Hilfe einer Schneckenpumpe zur Dosierstelle unmittelbar nach dem Filter gefördert. Die Dosiermenge wurde auf 105 l OXIDAT/h festgelegt, so dass bezogen auf den Abwasservolumenstrom (26 m<sup>3</sup>/h) ein Dosierverhältnis von 1:250 vorlag. Die Probenahme erfolgte in jeder Versuchsreihe nach einer Zeit von 30 min an den folgenden Messstellen:

- Messstelle A: als Nullprobe vor dem Filter
- Messstelle B: filtrierte und mit OXI-

DAT behandelte Probe nach der Verfahrenskombination Feinfilter (Fa. Amiad) und PASSAVANT-SINCERUS-Technologie.

Zum Nachweis der Wirkung der Verfahrenskombination Feinfilter (Fa. Amiad) und PASSAVANT-SINCERUS-Technologie auf die Mikrobiologie wurden die mikrobiologischen Parameter Escherichia coli, Enterokokken und Coliforme an den Messstellen A und B untersucht.

Zur Beurteilung der Umweltverträglichkeit wurden die chemischen Parameter Trichlormethan, Bromdichlormethan, Dibromchlormethan, Tribrommethan und AOX in das Analysenprogramm mit einbezogen.

## Ergebnisse

### Reduktion der mikrobiologischen Parameter

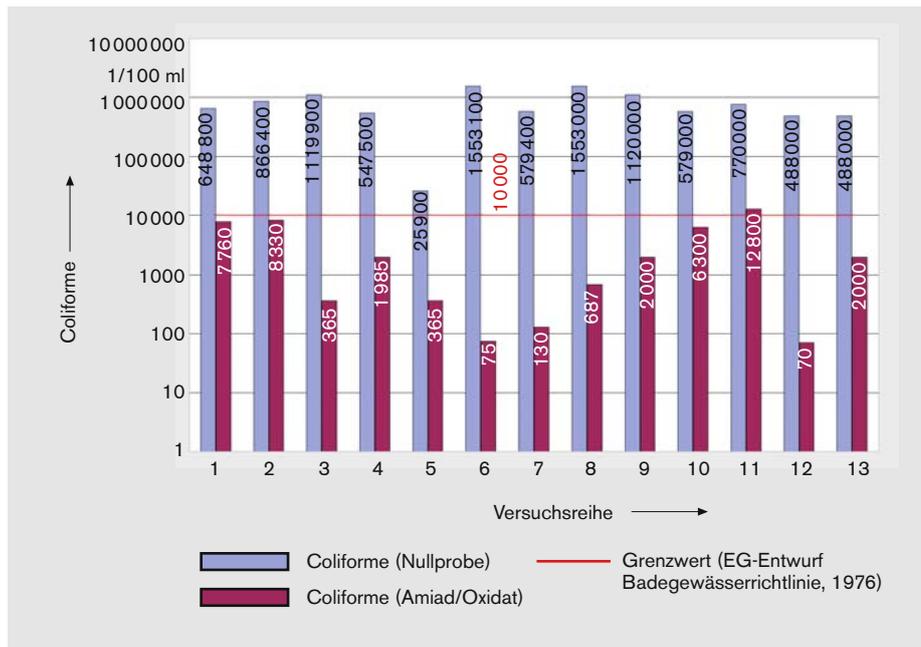
Die Escherichia coli-Werte (Bild 2) lagen in der behandelten Probe insgesamt mit einem deutlichen Sicherheitsabstand unterhalb des Grenzwerts 2.000 (1/100 ml), der von der Richtlinie des Rates über die Qualität von Badegewässern

**Aktuell  
für Sie im Internet!**

[www.bau-fachbuch.de](http://www.bau-fachbuch.de)

**Bücher, Software  
und mehr!**

(EG, 1976) vorgegeben ist (Tabelle 1). Auch konnte der im EG-Entwurf der Badegewässerrichtlinie (2002) vorgeschlagene Escherichia coli-Grenzwert (Tabelle 2) von 500 (1/100 ml, „gute Qualität“) in 84,6 % der Fälle eingehalten werden. Der in diesem Entwurf vorgeschlagene Leitwert („ausgezeichnete Qualität“) in Höhe von 250 (1/100 ml) konnte in 69 % der Fälle eingehalten werden.



**VORHER-NACHHER-VERGLEICH:**  
Reduktion der Coliforme in den durchgeführten Versuchsreihen

Bild 4

Der im EG-Entwurf der Badegewässerrichtlinie (2002) vorgeschlagene Grenzwert für den Parameter Enterokokken (Tabelle 2) in Höhe von 200 (1/100 ml) („gute Qualität“) konnte in 46,2 % der Fälle eingehalten werden (Bild 3). Der in diesem Entwurf vorgeschlagene Leitwert („ausgezeichnete Qualität“) in Höhe von 100 (1/100 ml) konnte in 30,8 % der Fälle unterschritten werden. In der Richtlinie des Rates über die Qualität von Badegewässern (EG, 1976) ist für den Parameter Enterokokken kein Grenzwert vorgegeben.

Die Coliforme-Werte (Bild 4) lagen in der behandelten Probe – bis auf eine Ausnahme – mit einem deutlichen Sicherheitsabstand in 92,3 % der Fälle unterhalb des Grenzwertes von 10.000 (1/100 ml), der von der Richtlinie des Rates über die Qualität von Badegewässern (EG, 1976) vorgegeben ist. Im EG-Entwurf der Badegewässerrichtlinie (2002) wird für den Parameter Coliforme

kein Grenzwert mehr vorgegeben (Tabelle 2).

### Umweltverträglichkeit

Der Maximalwert der Trihalogenmethane in den durchgeführten Versuchsreihen lag bei 9,0 µg/l. Dieser Wert ist als umweltverträglich und damit als unbedenklich einzustufen, auch vor dem Hintergrund der Trinkwasserverordnung (TrinkwV, 2003), wonach ein Grenzwert für die Trihalogenmethane von 50 µg/l einzuhalten ist.

Der Maximalwert des Parameters AOX lag in den durchgeführten Versuchsreihen bei 0,13 mg/l und damit deutlich unter den gesetzlichen Anforderungen, die aus der Abwasserverordnung (AbwV, 2002) resultieren. Beispielsweise wird bei der Einleitung von Sickerwässern im Anhang 51 der AbwV nach dem Stand der Technik ein AOX-Grenzwert von 0,5 mg/l gefordert. Die AOX-Werte in den durchgeführten Versuchsreihen zur

### LITERATUR

- /1/ EG 1976: Richtlinie des Rates vom 08.12.1976 über die Qualität von Badegewässern (76/160/EWG), Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, Nr. L 31, S. 1-7 vom 05.02.1976
- /2/ EG 1975: Richtlinie des Rates vom 16.06.1975 über die Qualitätsanforderungen an Oberflächenwasser für die Trinkwassergewinnung in den Mitgliedsstaaten (75/440/EWG), Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften, Nr. L 194, S. 34-39 vom 25.07.1975
- /3/ BayBadegewV 1998: Verordnung über die Qualität der Badegewässer, Bayerische Badegewässerverordnung - BayBadegewV vom 20.07.1998, GVBl., 1998, Nr. 15, S. 504-508
- /4/ Dorgeloh, E.: Betriebserfahrungen mit Membranbioreaktoren im Ausland; Schriftenreihe Gewässerschutz-Wasser-Abwasser (GWA) Band 177, 2000
- /5/ Drensla et al.: Erste Betriebserfahrungen mit einer großtechnischen Membrananlage des Erftverbandes; Schriftenreihe Gewässerschutz-Wasser-Abwasser (GWA) Band 177, 2000
- /6/ Huber, S.; Popp, W.: Abwasserdesinfektion nach biologischer Abwasserreinigung; Wasser Abwasser Praxis (2), 1994, S. 60-66
- /7/ Thyen, E. et al.: Betriebserfahrungen mit der UV-Bestrahlung von biologisch gereinigtem Abwasser; Wasser und Boden 5, 1993, S. 333-351
- /8/ Verace, S.: Badewasserqualität in der Oberen Isar; wwt 7-8, 2004, S. 35-36
- /9/ Gronegger, I.: Baden in der Isar?; wwt 11-12, 2004, S. 37-39
- /10/ ATV-M 205: Merkblatt „Desinfektion von biologisch gereinigtem Abwasser“; ATV e.V., Hennef, Juli 1998
- /11/ Schleypen, P.: Die Obere Isar wird ein Badegewässer – Ein neues Abwasserbehandlungskonzept; Schriftenreihe Siedlungswasserwirtschaft Bochum, Heft 44, 2002, S. 29-43
- /12/ Strunkheide, J.: Entseuchung gewaschener Sande; wwt 03, 2004, S. 29-32
- /13/ IWB: Abschlussbericht zum F & E -Vorhaben „Einsatz des bei der Diaphragmalyse gewonnenen Produktes OXIDAT zur Desinfektion von Kläranlagenabläufen am Beispiel der Kläranlage Moosburg a.d. Isar“, finanziell gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU), AZ 21508, Dezember 2004
- /14/ Popp, W. et al.: Abwasserdesinfektion zur Verbesserung der Badegewässerqualität an der Oberen Isar; – Wasser und Abfall (5), 2004, S. 14-18

**Verfahren der Abwasserdesinfektion gemäß ATV-Merkblatt M 205, modifiziert /14/**

Tab. 3

Verfahren	Desinfektionswirkung	Betriebserfahrung	Umweltverträglichkeit	Sicherheit für Personal	Kosten <sup>1)</sup> (Euro/m <sup>3</sup> )
UV-Bestrahlung	+	++	+	-/+	0,03 bis 0,05
Membranfiltration	++	+/-	++	+/-	0,20 bis 0,75 <sup>2)</sup>
Ozonung	+	+	-	--	0,05 bis 0,18
Chlorung	++	++	--	--	0,04 bis 0,06
Peressigsäure-Anw.	+/(++ <sup>3)</sup> )	-	+	-/+	0,03 bis 0,05 <sup>3)</sup>
Naturnahe Verfahren	+/-	+/-	++	++	0,01 bis 0,03 (?)

<sup>1)</sup> Abschreibung der Investitionen und Betrieb

<sup>2)</sup> Zusätzlich können andere wirtschaftliche Vorteile erreicht werden.

<sup>3)</sup> nach Firmenangabe

Abwasserdesinfektion lagen somit mit einem signifikanten Sicherheitsabstand unterhalb dieses Wertes, so dass auch hier die Umweltverträglichkeit nicht negativ zu bewerten war.

#### Wirtschaftlichkeit

Die jährlichen Betriebs- und Kapitalkosten (AfA + Zins) für die PASSAVANT-SINCERUS-ECA-Technologie können bei der Kläranlage Moosburg zu 0,0283 Euro/m<sup>3</sup> behandeltes Abwasser angegeben werden und liegen damit in der gleichen Größenordnung wie die jährlichen Betriebs- und Kapitalkosten (AfA + Zins) für die UV-Desinfektion bei der Kläranlage Bad Tölz (0,0287 Euro/m<sup>3</sup>).

Wird die PASSAVANT-SINCERUS-ECA-Technologie jedoch für die Verhältnisse der im Vergleich zur Kläranlage Moosburg größeren Kläranlage Bad Tölz ausgelegt, so reduzieren sich die spezifischen jährlichen Betriebs- und Kapitalkosten (AfA + Zins) um rund 12 % von 0,0283 auf 0,0248 Euro/m<sup>3</sup> behandeltes Abwasser zu Gunsten der PASSAVANT-SINCERUS-ECA-Technologie.

Für den Fall, dass eine Filterstufe vorzuschalten ist, liegt die Amiad-Filtereinheit deutlich unter den Investitionskosten für die klassische Sandfilter-Technologie.

#### Ausblick

Aufgrund der begrenzten Finanzmittel bei der Durchführung der in dem vorliegenden Bericht beschriebenen Untersuchungen war es nur möglich, die Wirkung der Verfahrenskombination Amiad-Filter/PASSAVANT-SINCERUS-ECA-Technologie insgesamt zu beurteilen, d.h. vor dem Amiad-Filter und nach der OXIDAT-Behandlung.

In weiteren Untersuchungen sollte noch herausgearbeitet werden, wie groß der Wirkungsgrad des Amiad-Filters separat hinsichtlich der Elimination der mikrobiologischen Parameter zu bewerten ist, um abschließend beurteilen zu können, in welchen Fällen die PASSAVANT-SINCERUS-ECA-Technologie allein ausreicht, um die mikrobiologischen Parameter unter die vorgegebenen Grenzwerte zu bringen und in welchen Fällen die Vorschaltung des Amiad-Filters erforderlich ist.

#### KONTAKT

IWB Institut Wasser und Boden e.V.  
Dr.-Ing. Jörg STRUNKHEIDE (Vorsitzender)  
Oelgartenstraße 18 · 53757 Sankt Augustin  
Tel.: 02241/341087 · Fax: 02241/334042  
E-Mail: iw-b-mail@t-online.de · www.iwb-bonn.de

# AQUAPAL® DER HOCHFLEXIBLE TRINKWASSER- GUMMISCHLAUCH

Entsprechend den Anforderungen der Trinkwasserverordnung bietet **AQUAPAL®** für alle Situationen, wo Trinkwasser sicher und sauber geleitet werden soll, die perfekte Verbindung von geprüfter Hygiene mit den Vorzügen eines Gummischlauches.

**AQUAPAL®** wurde speziell für die Bedürfnisse des Veranstaltungsmarktes, für den Einsatz in der Lebensmittel- und Getränkeindustrie, in Großküchen, kommunalen Notversorgungsleitungen sowie für die Campingbranche konzipiert.

**AQUAPAL®** – höchste Qualität für Trinkwasser, geprüft nach KTW-Empfehlung und DVGW-W270.



Beratung und Lieferung durch den Technischen Fachhandel.

Qualität aus  
gutem Hause  
**PAGUAG**  
SCHLAUCHTECHNIK

ContiTech Schlauch GmbH  
Bereich  
PAGUAG SCHLAUCHTECHNIK  
Postfach 1120, D-34481 Korbach

[www.paguag-schlauchtechnik.de](http://www.paguag-schlauchtechnik.de)