



**Dezentrale Reinigung**  
Kompaktkläranlagen  
bestehen den Test

Seiten 8 und 13

MIT 20 SEITEN

**SPECIAL**

ABWASSER DEZENTRAL

**Vorschriften**

Die Dichtheit von  
Behältern prüfen

Seite 19

**Klärschlamm**

Faulung statt aerober  
Stabilisierung

Seite 27

**Regenwasser**

Schrägklärer bieten  
eine Alternative

Seite 38

Jörg STRUNKHEIDE; Roland LITTMANN

# Kompaktkläranlage für den dezentralen Einsatz

Test bestanden: Die IONERGY®-Kompaktkläranlage eignet sich sehr gut für den Einsatz in Siedlungsgebieten, Hotels und Einkaufszentren.

Die patentierte IONERGY®-Kompaktkläranlage (Schwebbettverfahren) ermöglicht eine betriebssichere und kostengünstige Möglichkeit zur Reinigung kommunaler Abwässer – für Kläranlagen der Größenklassen 1 und 2, also bis 5.000 EW.

## Reinigung häuslichen oder kommunalen Abwassers, Größenklassen 1 und 2

Die Anforderungen für das Einleiten von häuslichem oder kommunalem Abwasser in Gewässer sind in Anhang 1 zur AbwV geregelt. Mit dieser Regelung wird in Deutschland auch die einschlägige EU-Bestimmung „Richtlinie des Rates über die Behandlung von kommunalem Abwasser“ in nationales Recht umgesetzt. Tabelle 1 zeigt die Anforderungswerte für kommunale Kläranlagen der Größenklassen 1 und 2 gemäß Anhang 1 zur Abwasserverordnung – einzuhalten in der qualifizierten Stichprobe oder 2-Stunden Mischprobe in vier von fünf Fällen.

Für den Fall der Weiterverwendung des gereinigten Abwassers als Brauchwasser sind die Anforderungen gemäß Richtlinie 2006/7/EG vom Februar 2006 (Badegewässerrichtlinie) zu erfüllen (Tabelle 2).

## Aufbau und Wirkungsmechanismen der IONERGY®-Kompaktkläranlage

Die auf der Kläranlage Moosburg a. d. Isar (Bild 1) als Demonstrationsanlage zur Aufbereitung von Abwasser bis zur Badegewäs-



Einbindung der IONERGY®-Kompaktkläranlage (unten links im Bild) in die Kläranlage Moosburg a. d. Isar Bild 1

serqualität aufgebaute IONERGY®-Kompaktkläranlage basiert auf dem Schwebbettverfahren. Das Schwebbettverfahren nutzt die Vorteile der klassischen Belebtschlammtechnologie und der klassischen Biofilmverfahren (Tropfkörper, rotierende Scheibentauchkörper), ohne die jeweiligen spezifischen Nachteile mitzunehmen /1/. Bei der IONERGY®-Technologie handelt es sich um eine patentgeschützte Weiterentwicklung des in Deutschland bekannten Anox-Kaldnes®-Verfahrens (Moving Bed Biofilm

material für die Mikroorganismen werden industriell verfügbare Kunststoffelemente mit einem Durchmesser von rund 10 mm eingesetzt (Bild 2). Diese besitzen eine Oberfläche von rund 800 m<sup>2</sup> je m<sup>3</sup> Füllmaterial. Bedingt durch die zylindrische Konstruktion der IONERGY®-Reaktoren (MBBR) und deren Betriebsweise werden zugeführte Feststoffpartikel im Vergleich zu anderen Technologien vermehrt zwischen diesen zerrieben (Mahleffekt) und dies führt zu einem verstärkten mikrobiellen Abbau

Anforderungswerte für kommunale Kläranlagen (AbwV) (Größenklasse 1 und 2)

Tab. 1

Größenklassen der Abwasserbehandlungsanlagen bzw. BSB <sub>5</sub> (roh)-Fracht	Ausbaugröße in Einwohnerwerten EW	Chemischer Sauerstoffbedarf CSB mg/l	Biochem. Sauerstoffbedarf in 5 Tagen BSB <sub>5</sub> mg/l	Ammoniumstickstoff NH <sub>4</sub> -N mg/l	Stickstoff gesamt N <sub>ges</sub> mg/l	Phosphor gesamt P <sub>ges</sub> mg/l
Größenklasse 1 < 60 kg/d	< 1.000	150	40	-	-	-
Größenklasse 2 60 – 300 kg/d	1.000 - 5.000	110	25	-	-	-

Rechtlich verbindliche Werte für die Konzentrationen von Darmenterokokken und Escherichia coli in Badegewässern gemäß Richtlinie 2006/7/EG vom Februar 2006

Tab. 2

	1	2	3	4
Parameter	ausgezeichnete Qualität	ausgezeichnete Qualität	gute Qualität	ausreichende Qualität
1 Intestinale Enterokokken (cfu/100 ml)	100 *	100 *	200 *	185 **
2 Escherichia coli (cfu/100 ml)	250 *	250 *	500 *	500 **

\* Auf der Grundlage einer 95-Perzentil-Bewertung, \*\* Auf der Grundlage einer 90-Perzentil-Bewertung



Kunststoffträgermaterial mit einem Durchmesser von etwa 10 mm Bild 2

der Abwasserinhaltsstoffe und somit zu einer hohen CSB-Stoffumsatzrate im Reaktor bei einem verminderten Überschussschlammanfall. Die Reduktion des Überschussschlammanfalls wird durch Zugabe des biologischen Zusatzstoffes DOSFOLAT® (doppelt stabilisierte Folsäure) weiter unterstützt [2]. Die Abtrennung der Feststoffe nach dem biologischen Reaktor erfolgt bei der IONERGY®-Kompaktkläranlage in einem patentgeschützten Kontaktfilter mit röhrenförmigen Blockfiltern

**KLÄRANLAGE MOOSBURG:**

**Blick auf die IONERGY®-Kompaktkläranlage**

Bild 3



(Fixed Bed Filter Blocks). Auf eine sonst übliche Schlammrückführung in den biologischen Reaktor kann bei dieser Technologie vollständig verzichtet werden.

**Dauerbetrieb der IONERGY®-Kompaktkläranlage auf der Kläranlage Moosburg**

Im Frühjahr 2009 wurde auf der Kläranlage Moosburg a.d. Isar eine IONERGY®-Kompaktkläranlage (200 EW) in Betrieb genommen. Seit diesem Zeitpunkt läuft diese Anlage bis heute im Dauerbetrieb. Folgende Prozessziele bzw. Erkenntnisse sollte der Dauerbetrieb der IONERGY®-Kompaktkläranlage verfolgen bzw. liefern:

- | Aufbereitung von vorgeklärtem Abwasser bis hin zur Badegewässerqualität
- | Einhaltung der gesetzlichen Grenzwerte
- | Minimierung der Behandlungsvolumina durch hohe Stoffumsatzraten



Einfache Bauweise des IONERGY®-MBBR-Aerobreaktors, keine inneren Einbauten

Bild 4

| Minimierung anfallender Reststoffe (Schlammanfall)

| Minimierung des personellen Aufwands. Die gewonnenen Ergebnisse sollen weitere Erkenntnisse für die abgesicherte Bemessung kommunaler Anlagen liefern.

Die patentierte IONERGY®-Kompaktkläranlage (Bild 3) wurde in unmittelbarer Nähe der vorhandenen Vorkläranlage der Kläranlage Moosburg a. d. Isar platziert (Bild 1). Beschickt wird die Kompaktkläranlage im Bypass-Betrieb mit mechanisch vorgeklärtem kommunalem Abwasser (0,85 m<sup>3</sup>/h). Das aufbereitete Abwasser wird nach Passage der IONERGY®-Kompaktkläranlage wieder in die biologische Stufe der Kläranlage Moosburg eingeleitet. Die Anlage besteht auf folgenden Prozessstufen:

- | 2 IONERGY®-Aerobreaktoren MBBR 1 und MBBR 2 (mit je 2 m<sup>3</sup> Reaktorvolumen)
- | 1 DOSFOLAT®-Dosiereinheit zur biologischen Überschussschlammreduktion
- | 1 IONERGY®-Kontaktfilter (mit 2,2 m<sup>3</sup> Reaktorvolumen)
- | 1 handelsübliche UV-Einheit (2 x 20 Watt).

Der Abwasserteilstrom (0,85 m<sup>3</sup>/h) gelangt zunächst über einen Wärmetauscher, wo dieses zur Sicherstellung eines konstanten Temperaturniveaus während des gesamten Dauerbetriebs der Anlage auf 20 °C aufgeheizt wird, in die beiden in Reihe geschalteten IONERGY®-MBBR-Einheiten (MBBR 1 und MBBR 2 mit je 2 m<sup>3</sup> Reaktorvolumen). Die MBBR-Einheiten (Bild 4) werden von unten nach oben durchströmt. Gleichzeitig wird in die erste MBBR-Einheit doppelt stabilisierte Folsäure (Produktname DOSFOLAT(R) XS, [2]) zudosiert, um die Menge an Überschussschlamm zu reduzieren. In die beiden Aerobreaktoren wurden vor der Inbetriebnahme der Anlage jeweils als Trägermaterial für die Mikroorganismen industriell verfügbare Kunststoffelemente (Bild 2) eingebracht (1 m<sup>3</sup> Trägermaterial je MBBR-Reaktor (2 m<sup>3</sup>)). Die Versorgung der Mikroorganismen mit Sauerstoff erfolgte je Reaktor über ein 500 Watt Gebläse.

Das in den MBBR-Einheiten aerob behandelte Abwasser enthält noch feine und grobe absetzbare Stoffe, die in dem nachgeschalteten patentierten IONERGY®-Kontaktfilter (mit 2,2 m<sup>3</sup> Reaktorvolumen) abgeschieden werden. Das Abwasser wird hierbei über eine Tauchwand von oben nach unten zugeführt und passiert bei der Aufwärtsbewegung die röhrenförmigen Blockfilter (Fixed Bed Filter Blocks). Der Abzug des Überschussschlammes erfolgte im Abstand von drei Tagen durch kurzes Öffnen eines Ventils an der Beckensohle. Bei diesem Vorgang werden die röhrenförmigen Blockfilter aufgrund der nach unten gerichteten Strömung gereinigt.

Schließlich wird das gereinigte Abwasser in der UV-Zelle sterilisiert (Bild 5) und tritt als Brauchwasser nach EU-Norm aus der Kompakt-Kläranlage aus. Die auf der Kläranlage Moosburg installierte IONERGY®-Kompaktkläranlage deckt die Behandlungskapazität von ca. 200 Einwohnergleichwerten ab.

### Ergebnisse der IONERGY®-Kompaktkläranlage im Dauerbetrieb

Im nunmehr zweijährigen Dauerbetrieb der IONERGY®-Kompaktkläranlage auf der Kläranlage Moosburg a. d. Isar konnte nachgewiesen werden, dass diese Technologie die gesetzlichen Anforderungen für kommunale Kläranlagen (AbwV) der Größenklassen 1 und 2 (vgl. Tabelle 1) erfüllt. Dies gilt in gleicher Weise für die gesetzlichen Anforderungen, die im Falle der Weiterverwendung des gereinigten Abwassers als Brauchwasser gelten (Tabelle 2). Die Bilder 6, 7 und 8 zeigen beispielhaft die während eines 4-wöchigen Intensivmessprogramms erzielten Ergebnisse bezüglich der CSB-Reduktion und Nitrifikation in den beiden MBBR-Einheiten sowie den hohen Abscheidegrad der Feststoffe im nachgeschalteten Kontaktfilter. In diesem Zu-



UV-EINHEIT zur Desinfektion des gereinigten Abwassers

Bild 5

sammenhang ist bemerkenswert, dass sich schon bei geringen Verweilzeiten des Abwassers von 2,4 Stunden je MBBR-Einheit eine signifikante Nitrifikation einstellt.

Deutlich wird auch, dass Belastungsspitzen im Zulauf nicht auf den Ablauf der Anlage durchschlagen, wodurch eine sehr hohe Prozessstabilität gegeben ist. Die spezifische

**AQUA  
LYTIC®**

## WASSERANALYTIK AUS EINER HAND

### GERÄTE UND REAGENZIEN FÜR DIE MODERNE WASSERANALYSE

- WASSERAUFBEREITUNG
- TRINKWASSER
- ABWASSER
- INDUSTRIELLES PROZESSWASSER
- KÜHL-/KESSELWASSER
- GETRÄNKEINDUSTRIE
- WISSENSCHAFT & FORSCHUNG
- STAATLICHE & PRIVATE LABORATORIEN



**IFAT**  
ENTSORGA  
07.05.12-11.05.12  
Halle A5  
Stand 335



BSB



CSB



PHOTOMETRIE



TEMPERIERUNG



AQUALYTIC® | DORTMUND | GERMANY | TEL: +49 231 94510-755 | VERKAUF@AQUALYTIC.DE | WWW.AQUALYTIC.DE

Wirtschaftlichkeit der IONERGY®-Kompaktkläranlage (250 EW)

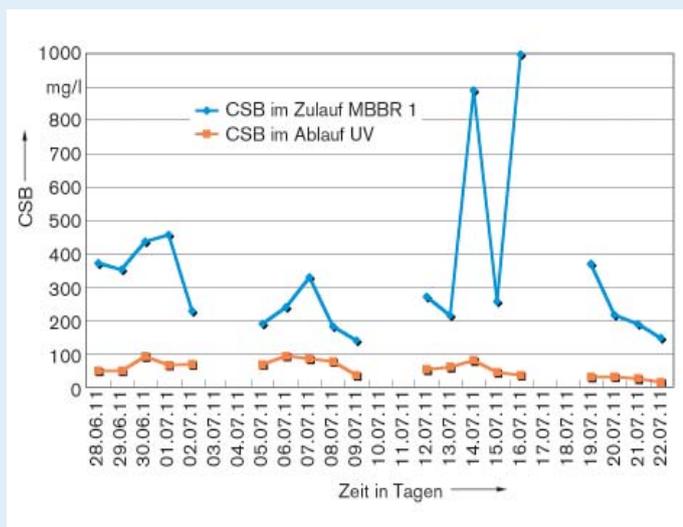
Tab. 3

Betriebskosten (netto)	Einheit		Bemerkung
Durchflussmenge	m³/a	10.950	30 m³/d
<b>Energiekosten</b>			
Rohwasser-Beschickungspumpe (500 W)	kWh/m³	0,560	
Belüftung BB1 + BB2 (2 x 500 W)	kWh/m³	1,180	
UV-Zelle (2 x 20 W)	kWh/m³	0,050	
Summe spezifischer Energieverbrauch	kWh/m³	1,790	
Kosten pro kWh	€/kWh	0,1	
Summe spezifische Energiekosten	€/m³	0,179	
<b>Verbrauch DOSFOLAT</b>			
3 US-Gallonen pro Jahr	€/a	1,350	
spezifische DOSFOLAT-Kosten	€/m³	0,123	
<b>Personalkosten</b>			
Kontrolle/Reinigung	h/a	61	10 min/d
Kosten pro Jahr (30 €/h)	€/a	1.825	
spezifische Personalkosten	€/m³	0,167	
<b>spezifische Betriebskosten</b>	<b>€/m³</b>	<b>0,469</b>	
<b>Kapitalkosten (netto)</b>			
Gesamtinvestitionskosten IONERGY 250 EWG-Anlage	€	58.000	Herstellungskosten
Kapitalwiedergewinnungsfaktor KFAKR(i,n)			
Realzinssatz: 4,5 %; Nutzungsdauer: 20 Jahre	-	0,07688	
<b>Kapitaljahreskosten (AfA+Zins)</b>		<b>4.458,82</b>	
Spezifische Kapitalkosten	€/m³	0,407	
<b>Summe spezifische Betriebs- und Kapitalkosten</b>	<b>€/m³</b>	<b>0,88</b>	

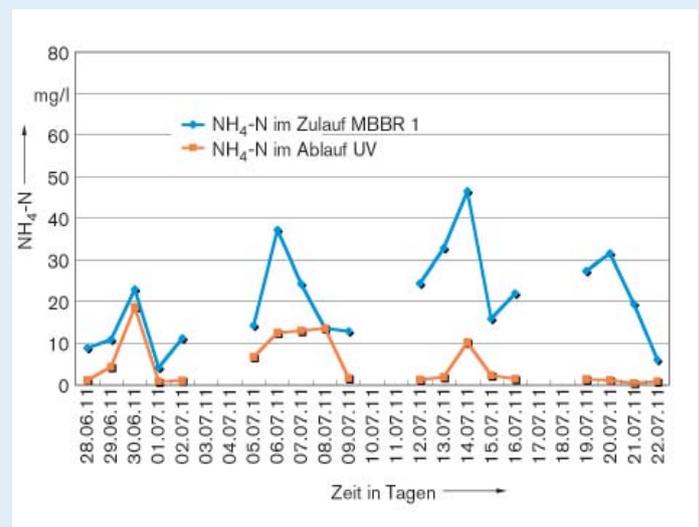
Überschussschlammproduktion lag im Mittel bei 0,30 kg Feststoffe je abgebautem kg CSB. Dass die IONERGY®-Kompaktkläranlage wirtschaftlich zu betreiben ist, geht aus Tabelle 3 hervor.

**Zusammenfassung**

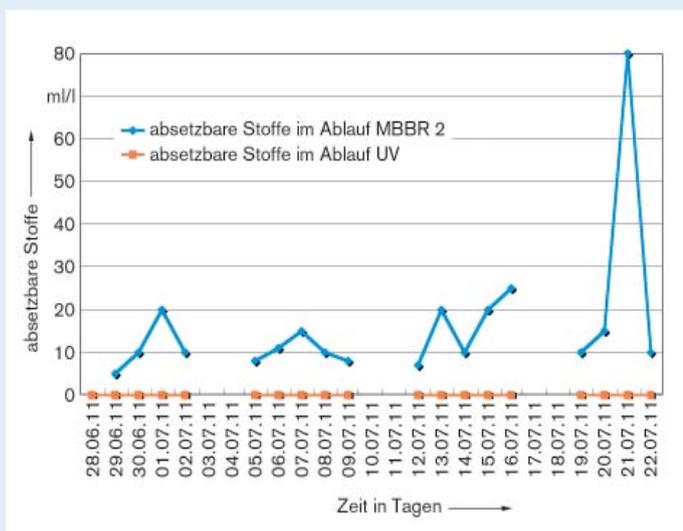
Die IONERGY®-Kompaktkläranlage hat in dem zweijährigen Dauerbetrieb unter Beweis gestellt, dass diese die gesetzlichen Anforderungen, die an kommunale Kläranlagen der Größenklassen 1 und 2 gestellt werden (Tabelle 1), mit hoher Prozessstabilität erfüllen kann. Durch die einfache und robuste und oberirdisch in Stahlbauweise errichtete Konstruktion werden der Betriebs- und Wartungsaufwand minimiert. Sie eignet sich daher u. a. besonders für den Einsatz in dezentralen Siedlungsgebieten, Hotels und Einkaufszentren. Die optional verfügbare UV-Desinfektion ermöglicht die Weiterverwendung des gereinigten Abwassers als Brauchwasser (z. B. Bewässerung von Grünanlagen) bei Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen (Tabelle 2).



CSB im Zulauf MBBR 1 und Ablauf UV-Einheit Bild 6



Absetzbare Stoffe im Ablauf MBBR 2 und Ablauf UV-Einheit Bild 7



NH<sub>4</sub>-N im Zulauf MBBR 1 und Ablauf UV-Einheit Bild 8

**LITERATUR**

- /1/ Hüner, C.; Barthel, J.: Die Geschichte des Schwebbettverfahrens. In: wwt 1-2/2011, S. 37 - 39
- /2/ Strunkheide, J.: Stabilisierte Folsäure reduziert Schlamm. In: wwt 6/2004, S. 10 - 17, (www.dosfolat.de)
- /3/ Strunkheide, J.; Höcherl, A.: Aufbereitung von Prozessabwasser auf der Kläranlage Bonn-Duisdorf zur Reduktion von Arzneistoffen und Entkeimung mit der IONERGY Technologie. In: wwt 4/2008, S. 10 - 16, www.ionergy.net

**KONTAKT**

**IWB Institut Wasser und Boden e. V.**  
 Dr.-Ing. Jörg STRUNKHEIDE (Vorsitzender)  
 Ruhrallee 19 · 45525 Hattingen  
 Tel.: 02324/594465 · Fax: 02324/594646  
 E-Mail: iw-b-mail@t-online.de · www.iwb-bochum.de