

# Wasserlinse

Fachforum für Abwasserexperten

Ausgabe 12/10

Produkte

## Den Emissionsrichtlinien voraus

Immer mehr Kläranlagen betreiben Blockheizkraftwerke, die das in den Faultürmen entstehende Klärgas zu elektrischem Strom und Wärme umwandeln. So senken sie ihre Betriebskosten deutlich. Die Kehrseite der Medaille sind schädliche Formaldehydemissionen aus der Klärgasverbrennung. Wirksam reduzieren lassen sie sich mit EnviCat®-Katalysatoren der Süd-Chemie.

Lesen Sie weiter auf Seite 3



Besuchen Sie uns auf der IFAT!  
Mehr Information auf Seite 16



Liebe Leserinnen  
und Leser,

das einzig Beständige in unserer Zeit ist die Veränderung – und es ist stets eine Herausforderung und Freude, an Veränderungen mitzuwirken.

Wir haben uns entschlossen, das Layout der Wasserlinse komplett zu überarbeiten und ihr ein neues „Gesicht“ zu geben. Dabei haben wir uns von vielen Details verabschiedet, um mit mehr Klarheit und Struktur die fachlichen Inhalte zu betonen. Das Leitmotiv der neuen Gestaltung ist die Farbe Grün, die wir verbunden mit dem Gedanken der ökologischen und ökonomischen Nachhaltigkeit sehen. Denn diese Art des langfristigen und quervernetzten Denkens gewinnt gerade auch in der Abwasserreinigung immer mehr an Bedeutung.

Dies zeigt sich beispielsweise bei der Gesamtbilanzierung von Energieaufwendungen auf Kläranlagen oder bei der Betrachtung der Stoffkreisläufe von Phosphor und Stickstoff. In dieser Ausgabe finden Sie einen Erfahrungsbericht aus Heidelberg, der im Hinblick auf die Prozess-Stabilität langfristig Vorteile durch den Wechsel von der biologischen zur chemischen P-Elimination aufzeigt. Einen weiteren Aspekt der Nachhaltigkeit greift der Beitrag zum Thema Luftreinhaltung auf: Mit dem Einsatz von Katalysatoren werden schädliche Formaldehydemissionen in der Abluft von Verbrennungsmotoren zukunftsweisend reduziert.

Nachhaltigkeit im Planen und Handeln ist auch ein Leitthema der diesjährigen IFAT-ENTSORGA in München, die nun bereits nach zwei Jahren erneut stattfindet. Ob diese Entscheidung des Messeveranstalters nachhaltig war, die Fachwelt der Entsorgungswirtschaft zusammenzutrommeln, obwohl die letzte IFAT doch gefühlt „vor kurzem“ stattgefunden hat, wird sich erst noch zeigen. Das Herausgeberteam der Wasserlinse wird dort jedenfalls vertreten sein. Sie finden uns an den Messeständen von Süd-Chemie AG und NIVUS GmbH. Vielleicht haben Sie ja Lust, uns ihr Feedback zur neuen Gestaltung persönlich mitzuteilen? Wir stehen bereit und freuen uns darauf!

Viel Vergnügen beim Lesen, Ihre

*Roswitha Bühl*

Roswitha Bühl, Chefredakteurin

### Inhalt

Verfahrensoptimierung	Anlagen- und Messtechnik	Produkte	Analysen	Panorama
Kläranlage Rinteln setzt auf SB-Reaktor mit Terrana® 04	Automatische Datenübertragung von Durchflussmessstellen 06	Den Emissionsrichtlinien voraus 03	Betriebskosten durch Energieeffizienz senken 02	Aktuelle Termine 13
Bio-P auf dem Rückzug? 12	Einsatz der S:can-Sonde in Brauereiabwasser 08	Kreide – ein Rohstoff aus uralten Zeiten 15		IFAT – viel mehr als eine Messe 16
Schlecht absetzbare Belebtschlammflocken – Ursachen und Lösungen 14	Sinkende Kosten durch automatisch geregelten Schlammabzug 10			Chartliste Wasserlinse 16
	Ressourcen optimal genutzt 11			



Gezielter Sauerstoffeintrag durch FU-Regelung der Gebläse

## Analysen

# Betriebskosten durch Energieeffizienz senken

Die EU will bis zum Jahr 2020 die eingesetzte Energie um 20% effektiver nutzen und die Emission des Treibhausgases CO<sub>2</sub> um gut 20% reduzieren. Daher ist der Einsatz energiesparender Verfahren und Technologien heute wichtiger denn je.

## Energieverbrauch in Deutschland: Trotz guter Werte hohes Einsparpotenzial

Wo liegen die größten Potenziale für Einsparungen? Den Großteil der Einsparmöglichkeit nimmt die elektrische Antriebstechnik ein. Elektrische Energie macht rund 15% des Endenergieverbrauchs aus. In Deutschland fließt davon etwa die Hälfte (ca. 240 TWh/a) in Anlagen und Maschinen der Industrie. Circa 65% treibt die ungefähr 30 Millionen Motoren an, vom kleinen Hilfsantrieb bis hin zum Verdichterantrieb mit einigen Megawatt Leistung. Dabei ist in Altanlagen nur jeder achte dieser Motoren drehzahlregelt, bei Neuanlagen liegt die Quote allerdings deutlich höher.

Dieser zurückhaltende Einsatz von drehzahlregulierten Antrieben ist historisch bedingt. Bisher wurden Drehzahlregelungen nur dort eingesetzt, wo Verfahrenstechnologen es zumindest als sehr vorteilhaft, wenn nicht sogar als absolut notwendig ansahen, den Prozess optimal regeln zu können. Nun wandelt sich dieses Bild aber zunehmend, nicht zuletzt auch durch stark gestiegene und weiter steigende Energiepreise. Zudem hat sich auch das Umweltbewusstsein bei Unternehmen und in der Bevölkerung stark gewandelt. Heute ist ein positives Image bezüglich eines ressourcenschonenden Umgangs mit knappen Rohstoffen, zu denen alle fossile Energieträger gehören, bei beiden Gruppen sehr gefragt.

## Maßnahmen zur Reduktion des Energieverbrauchs in Anlagen

Die Einsparpotenziale für elektrische Antriebe lassen sich in drei Bereiche einteilen, die unterschiedlich große Beiträge zur Energieeinsparung liefern. Sie liegen bei vermehrtem Einsatz von:

- Energiesparmotoren mit einem zusätzlichen Einsparpotenzial von 10%,
- elektrischen Drehzahlregelungen, was schon 30% Einsparung bringt und
- optimierten Systemen, mit dem größten Anteil von 60%.

Das zeigt schon die Stoßrichtung: Nur eine Gesamtbetrachtung des Antriebssystems bringt den größten Erfolg. Und nicht die Optimierung einzelner Komponenten sollte das Ziel sein, sondern die Betreiber und Hersteller müssen die Prozesse und Fertigungsverfahren betrachten und auf maximale Effizienz trimmen.

## Frequenzrichter reduzieren Energieverbrauch in der Anlage

Wie schon erwähnt, kamen Drehzahlregelungen meist nur dort zum Einsatz, wo es produktionstechnische Vorteile gab. Heute stehen mit Blick auf die Energie- und Gesamtkosten verstärkt Einsparpotenziale im Mittelpunkt. Und es gibt noch einen weiteren, sehr wichtigen Punkt: Selten werden Anwendungen, die meist auf Spitzenlast ausgelegt sind, auch wirklich unter Spitzenlast betrieben. In der Praxis laufen daher Motoren in solchen Anwendungen entweder mit voller Leistung und die zu viel produzierte Leistung muss auf mechanischem Wege, beispielsweise durch Drosselklappen, vernichtet werden, oder es müssen geeignete Maßnahmen für eine Drehzahlregelung ergriffen werden. Und diese erfolgt am effektivsten über moderne Frequenzrichter. Daher ist es doch verwunderlich, dass nur 18% aller neu verkauften Motoren drehzahlregelt sind.

Gerade Strömungsmaschinen verhalten sich in ihrer Leistungsaufnahme stark drehzahlabhängig. In Form von Pumpen oder Lüftern sind sie in Produktionslinien und Nebenprozessen heute weit verbreitet. Bisher waren aufgrund der relativ niedrigen Energiekosten jedoch die Return-On-Investment Zeiten (ROI) für Investitionen in energiesparende und damit umweltschonende Drehzahlregelung oft zu lang. Dabei liegen allein bei Pumpenantrieben die Einsparpotenziale durch Drehzahlregelung pro Jahr bei ca. 15 Mrd. kWh oder 1,2 Mrd. €.

Bei den Strömungsmaschinen ist der kennlinienbedingte Einspareffekt sicher am größten. Energieeinsparungen bei Pumpen und Lüftern können beispielsweise bei halber Drehzahl bis zu 3/4 der Gesamtleistung betragen. Aber auch Anwendungen mit konstanter Kennlinie generieren Einspar-effekte. So bieten beispielsweise drehzahlregelte Druckluftanlagen bereits ein erhebliches Einsparpotenzial, wenn der Druck in ihnen um nur 1 bar abgesenkt wird. Hinzu kommen schwerer zu quantifizierende Einsparungen bei der Wartung, denn der bei einer Drehzahlregelung übliche Sanftanlauf reduziert zusätzlich den Verschleiß der Maschinen und Antriebe.

## Frequenzrichter senken TCO

Hersteller von Frequenzrichtern – so auch Danfoss – gehen heute weiter und bewerben neben den genannten Vorteilen auch die gesenkten Lebenszykluskosten.



Frequenzumformer im Einsatz

Meist sind Frequenzrichter und anderes elektrisches Equipment in zentralen Schaltraum untergebracht. Diese müssen klimatisiert oder belüftet werden. Aber Verluste, die gar nicht erst entstehen, müssen auch nicht beseitigt werden. So kann in vielen Fällen die Investition in eine Klimaanlage deutlich kleiner ausfallen oder gänzlich vermieden werden. Danach sind die Kosten für Betrieb, Instandhaltung etc. über die gesamte Nutzungsdauer hinweg deutlich niedriger.

## Entscheidend ist der Blick auf die Gesamtkosten

Trotz der Diskussion über die Life Cycle Costs (LCC) werden auch heute noch Kaufentscheidungen von den Investitionskosten für eine Drehzahlregelung abhängig gemacht. Viele Anwender haben aber inzwischen erkannt, dass bei energieintensiven Verbrauchern eine komplette LCC-Betrachtung notwendig ist. Bisher wurden häufig nur die Anschaffungskosten betrachtet und nicht die Betriebskosten, die in der Regel 90% der Gesamtkosten betragen. Umso wichtiger ist es, dass die verwendeten Komponenten schnell und einfach installierbar sind, nur eine geringe Verlustleistung verursachen und nach Möglichkeit auch wartungsfrei sind.

Gleichzeitig schonen energieeffiziente Anlagen unsere Umwelt, indem sie den Verbrauch fossiler Brennstoffe verringern. Dies senkt den Ausstoß von Treibhausgasen enorm. Insgesamt ist davon auszugehen, dass durch geeignete Energieeffizienzmaßnahmen der Energiebedarf um ca. 30% reduziert werden kann. Bezogen auf alle europäischen Staaten (EU 25) würde dies eine Energieeinsparung von 45 GW bedeuten. Dies entspricht der Leistung von 30 Kernkraftwerken (1300 MW) oder 130 fossilen Kraftwerken (350 MW).

### Georg Sedlaczek

UAS Messtechnik GmbH  
Vertrieb Danfoss – Antriebstechnik  
Tel. +49 (0)9942/9486-19  
info@uas.de  
www.uas.de

Danfoss GmbH  
VLT-Antriebstechnik  
Tel. +49 (0)69/8902-0  
www.danfoss.de

## Produkte

# Den Emissionsrichtlinien voraus

... Fortsetzung der Titelseite

In den vergangenen zehn Jahren haben nahezu alle großen Klärwerke in Deutschland ein eigenes Blockheizkraftwerk installiert. Die Gründe dafür liegen auf der Hand: Das ohnehin anfallende Klärgas ist als Energiequelle hervorragend geeignet. Im Blockheizkraftwerk wird es mit Hilfe von Stationärmotoren zu Strom und Wärme umgewandelt. Letztere lässt sich direkt vor Ort nutzen, um die Faultürme zu heizen – eine auf den ersten Blick ideale Lösung. Allerdings entstehen im Verbrennungsprozess giftige Abgase wie Formaldehyd und Schwefelwasserstoff ( $H_2S$ ).

Auf vergleichbare Emissionen von Biogasanlagen ist der Gesetzgeber schon vor Jahren aufmerksam geworden und hat gehandelt. So fördert das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) von 2009 den von Biogasanlagen erzeugten und ins öffentliche Netz eingespeisten Strom mit 1 Cent pro kWh nur dann, wenn der Emissionswert von  $40 \text{ mg/m}^3$  i.N. Formaldehyd nicht überschritten wird. Für Klärgas-Blockheizkraftwerke gibt es einen vergleichbaren Emissionsminimierungsbonus bislang nicht. Hier gilt immer noch der sehr viel höhere Grenzwert von  $60 \text{ mg/m}^3$  i.N., wie er 2002 in der Technischen Anleitung zur Reinhaltung der Luft, kurz TA Luft 2002, festgelegt wurde. Doch das könnte sich schon bald ändern.



Geflanschter Kat

## Handlungsbedarf erkannt, Know-how vorhanden

Angeht der in den vergangenen Jahren stark gestiegenen Anzahl von Blockheizkraftwerken in Kläranlagen hat das Umweltbundesamt den strategischen Handlungsbedarf längst erkannt. Das gilt speziell mit Blick auf die Formaldehydemissionen. Denn Formaldehyd im Abgas führt nicht nur zu erheblicher Geruchsbelästigung im Umfeld der Anlagen. Deutlich schwerer noch wiegen die inzwischen eindeutig belegten krebserregenden Eigenschaften von Formaldehyd. Eine Verschärfung der Grenzwerte und möglicherweise sogar eine aktive Förderung geeigneter Lösungen über das EEG ist daher nur eine Frage der Zeit.

Wer als Klärwerksbetreiber verantwortungsvoll handeln will, sollte sich allein schon aus wirtschaftlichen Gründen frühzeitig mit dem Thema beschäftigen und nach geeigneten Lösungen suchen. Fündig werden Interessenten dann bei der Süd-Chemie. Die Süd-Chemie Industrie Gruppe Luftreinigung arbeitet seit vielen Jahren eng mit den Herstellern von Blockheizkraftwerken zusammen und hat wirksame Abgaskatalysatoren für inzwischen mehr als 250 Biogasanlagen entwickelt. Zum Einsatz kommen Katalysatoren der EnviCat®-Produktreihe, sie werden direkt in den heißen Abgastrakt der Anlagen eingebaut und setzen dort das Formaldehyd ohne Zusatzstoffe und ohne Zufuhr von Energie zu unschädlichem Wasser,  $CO_2$  und zusätzlicher Wärmeenergie um. Diese Technologie und das dafür notwendige Know-how stellt die Süd-Chemie jetzt verstärkt auch ihren Klärwerkskunden zur Verfügung. Die Nachfrage wächst dynamisch, denn wer sich schon jetzt für diese Lösung entscheidet, investiert in die eigene Zukunftsfähigkeit und ist den entscheidenden Schritt schneller als der Gesetzgeber.

## Formaldehydminderung nach Maß

Die Zusammensetzung des Klärgases kann von Werk zu Werk sehr unterschiedlich sein. Um ihren vollen Wirkungsgrad zu entfalten, müssen die Katalysatoren zur Formaldehydminderung entsprechend individuell ausgelegt sein. Genau darin

liegt eine der großen Stärken der Süd-Chemie. Das Unternehmen kennt seine Partner und Kunden aus der Abwasserwirtschaft meist seit vielen Jahren und nutzt dieses Wissen auch in der Industrie Gruppe Luftreinigung. Nach umfassenden Analysen entstehen so maßgeschneiderte Katalysatorlösungen für eine ebenso nachhaltige wie wirtschaftlich attraktive Abgasbehandlung.

Der Formaldehydausstoß lässt sich damit weit unter alle gültigen und auch in mittelfristiger Zukunft zu erwartenden Grenzwerte senken – und das ganz ohne zusätzliche Kosten im laufenden Betrieb. Um die Lebensdauer der Katalysatoren so weit wie möglich auszudehnen und die Effektivität der gesamten Anlage noch weiter zu steigern, empfiehlt die Süd-Chemie die Installation einer kompletten Klärgasaufbereitungsanlage.

## Ganzheitliche Lösung für den optimalen Betrieb

Zwar eignen sich EnviCat®-Katalysatoren auch für den „Stand alone“-Einsatz im Abgasstrom, wesentlich effektiver und langfristig wirtschaftlicher ist aber der Einbau einer Gesamtlösung für die Klärgasaufbereitung. Ein zentraler Grund dafür ist der im Klärgas enthaltene Schwefelwasserstoff ( $H_2S$ ). Er ist hochgiftig und wirkt enorm korrosiv.

Vor der eigentlichen Verbrennung reinigt die Süd-Chemie das Klärgas deshalb mit Hilfe von Aktivkohle. Die Vorteile: Schwefelfreies Klärgas verbrennt deutlich ascheärmer. Das schont das Motoröl, verlängert die Service-Intervalle und reduziert die Aschefrachten im Abgas. Dadurch wird die gefürchtete Säurekorrosion im Abgastrakt verhindert. Die Ablagerungen am Wärmetauscher fallen ebenfalls weit weniger stark aus, so dass sich die entstehende Wärme signifikant besser nutzen lässt.

Fazit: Wer sich von Anfang an für die Installation einer kompletten Klärgasaufbereitungsanlage entscheidet, bekommt nicht nur eine stimmige Gesamtlösung. Zugleich erhöhen sich dadurch auch die Effektivität und Lebensdauer von Motor, Katalysator und Abgasanlage. Und davon profitieren letztlich alle Beteiligten: die Umwelt, der jeweilige Klärwerksbetreiber und die Süd-Chemie, die ihre Kunden so noch besser unterstützen kann.



Faulgasreinigung in Entschwefelkolonnen

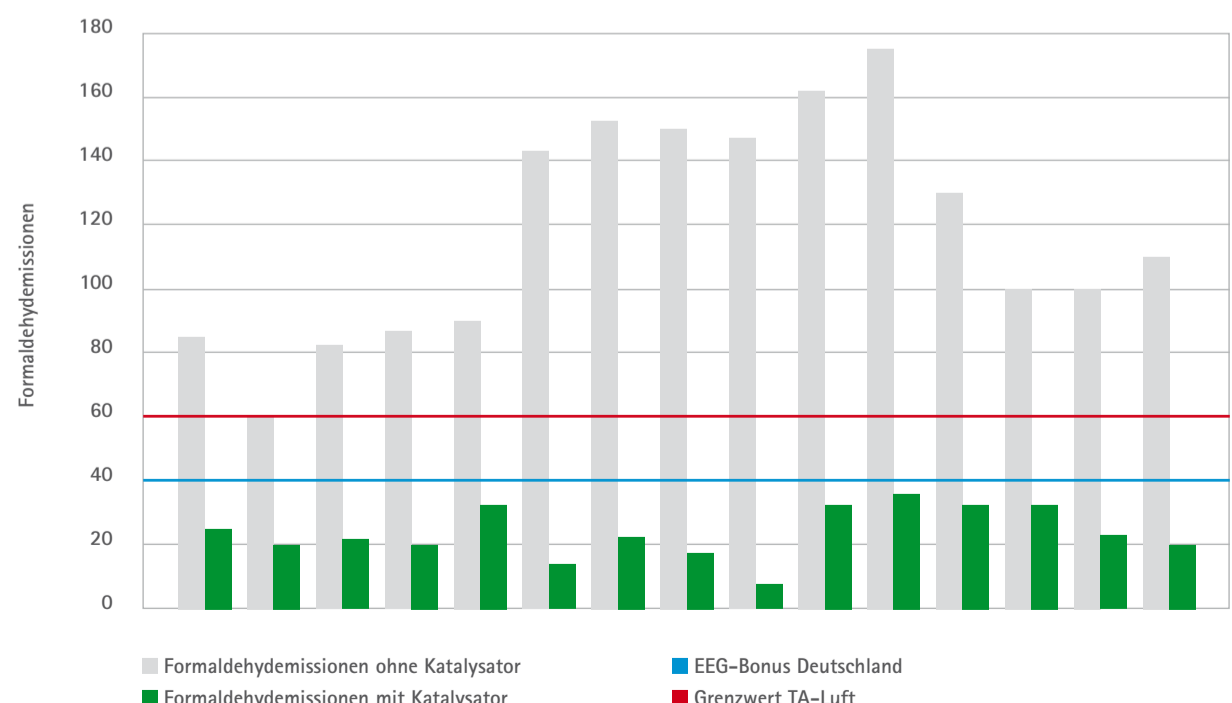
## Auf einen Blick – EnviCat®-Vorteile bei der Formaldehydminderung

- Der Grenzwert von derzeit  $60 \text{ mg/m}^3$  nach TA Luft wird weit unterschritten. Auch auf einen Grenzwert von künftig wahrscheinlich  $40 \text{ mg/m}^3$  ist die Anlage damit bestens vorbereitet.
- Keine zusätzlichen laufenden Kosten, da für den Katalysatorbetrieb weder Zusatzstoffe noch extra Energie benötigt wird.
- Die Geruchsbelästigung durch Motorabgase sinkt spürbar.
- Geringere Umweltbelastung und bessere Luftqualität im Umfeld von Blockheizkraftwerken.
- Kohlenmonoxid-Emissionen und andere unerwünschte Abgaskomponenten werden ebenfalls deutlich reduziert.
- Geeignet sind die Katalysatoren für Gas- und Zündstrahlmotoren.
- Süd-Chemie stimmt den Katalysator individuell auf die Anlage und die jeweiligen Anforderungen ab.
- Für den einfachen Einbau werden die EnviCat®-Katalysatoren mit Gehäuse geliefert.

### Maximilian Hickl

Energy + Environment – Air Purification  
Süd-Chemie AG, Bruckmühl  
Tel. +49 (0)8061/4903-522  
Maximilian.Hickl@sud-chemie.com  
www.sud-chemie.com

Gemessene Formaldehydemissionen an Biogas-BHKWs mit Süd-Chemie EnviCat®-Katalysatoren



# Kläranlage Rinteln setzt auf SB-Reaktor mit Terrana®

Die Zentralkläranlage Rinteln ist für ca. 80.000 Einwohner ausgebaut und hat einen täglichen Abwasserzulauf von ca. 7.300 m<sup>3</sup>. Zwei Drittel des Abwasserzulaufs stammen von Industriebetrieben. Dadurch steht zeitweise viel CSB für die biologische Reinigungsstufe zur Verfügung. Der anfallende Schlamm wird im Faulschlammeindicker eingedickt und mittels einer Zentrifuge entwässert. Das Zentrat aus der Schlammwässerung und die Trübwässer aus dem Nacheindicker enthalten hohe Konzentrationen an Ammoniumstickstoff. Bisher wurden diese Abwässer direkt der biologischen Reinigungsstufe zugeführt. Aufgrund der hohen Stickstoffbelastung können diese Abwässer im Auslauf der Kläranlage zur Erhöhung der Stickstoffablaufwerte führen. Daher wurden 2001 in der Kläranlage Rinteln Versuche zur Behandlung der Zentrats und Trübwässer durchgeführt.

Für die Ablaufwerte von Kläranlagen gelten immer strengere Maßstäbe – vor allem mit Blick auf den Stickstoff. In den vergangenen zehn Jahren wurden daher verschiedene Verfahren für die Stickstoffreduktion in Prozessabwässern entwickelt. Die wichtigsten Erkenntnisse: Werden die hochbelasteten Prozessabwässer direkt am Anfallort im Nebenstrom behandelt, ist das wirtschaftlich und technisch effektiver, als sie in den Kläranlagenzulauf zurückzuführen und dann in verdünnter Form mitzubehandeln. Für die Prozesswasserbehandlung sind inzwischen sowohl physikalische Verfahren (Ammoniak-Abtrieb) als auch biologische Verfahren technisch realisiert worden. In der Regel haben die biologischen Verfahren niedrige Betriebskosten und erfordern wenig Personalaufwand.

Aus diesem Grund wurde die Firma E&P GmbH beauftragt, Versuche zum biologischen Stickstoffabbau nach dem Terra-N®-Verfahren durchzuführen.

### Pilotversuche

Die Versuche wurden mit einer transportablen Pilotanlage der Süd-Chemie AG im Maßstab von etwa 1.000 l durchgeführt. Das Ziel war die weitgehende Ammoniumoxidation des Prozesswassers mit Terrana® als Aufwuchskörper und die anschließende Denitrifikation. Mit der Versuchsanlage konnten Abbauleistungen von über 90% bezogen auf N<sub>ges</sub> und über 95% bezogen auf NH<sub>4</sub> erzielt werden.

Das von der Süd-Chemie AG patentierte Terra-N®-Verfahren war zu diesem Zeitpunkt noch ein sehr neues und am Markt noch nicht bekanntes Verfahren; lediglich auf der Kläranlage in Landshut wurde es zu diesem Zeitpunkt eingesetzt. Aus diesem Grund entschied sich der Abwasserbetrieb der Stadt Rinteln weitere Verfahren zur Behandlung der Prozessabwässer zu testen.

### Planung

In den Jahren 2003 und 2004 wurden die ersten großtechnischen Anlagen (KA Passau, KA Fulda) mit Terra-N®-Verfahren durch die Firma E&P (Lizenznehmer) realisiert. Die Ergebnisse überzeugten den Abwasserbetrieb, im Jahr 2006 wurde die Planung der Prozesswasserbehandlungsanlage vom Abwasserbetrieb der Stadt Rinteln in Auftrag gegeben.



Maschinenhalle

Die verfahrenstechnischen Grundlagen der Planung waren die Ergebnisse der Pilotversuche zur Prozesswasserbehandlung und die Monatsberichte über die maschinelle Schlammwässerung.

In den Tabellen 1 und 2 sind die Daten der Prozesswasserzusammensetzung dargestellt.

Tabelle 1: Prozesswasserzusammensetzung: Trübwasser

Parameter	Einheit	Zulaufkonzentration	
		Mittelwert	Maximalwert
CSB unfiltr.	mg/l	5.107	12.111
BSB <sub>5</sub>	mg/l		
NH <sub>4</sub> -N	mg/l	427	757
Säurekapazität	mmol/l	n.b.	
absetz. Stoffe	ml/l	417	1.000
Temperatur	°C	26 - 28	

Tabelle 2: Prozesswasserzusammensetzung: Zentrat

Parameter	Einheit	Zulaufkonzentration	
		Mittelwert	Maximalwert
CSB unfiltr.	mg/l	1.160	5.863
BSB <sub>5</sub>	mg/l	< 150	
NH <sub>4</sub> -N	mg/l	380	580
Säurekapazität	mmol/l	n.b.	
absetz. Stoffe	ml/l	151	900
Temperatur	°C	26 - 28	

Für die Dimensionierung der neu zu errichtenden Anlage wurden damit folgende Werte zugrunde gelegt:

Prozesswassermenge: 160 m<sup>3</sup>/d  
 kontinuierlicher Betrieb: 6 m<sup>3</sup>/h  
 NH<sub>4</sub>-N: 380 – 754mg/l  
 NH<sub>4</sub>-N-Fracht: 80 kg/d  
 CSB- Konzentration: 2000 mg/l  
 Temperatur: 26 – 28 °C

Es wurden drei Behälter geplant: Ein Vorlagebehälter mit V = 160 m<sup>3</sup>, ein Nitrifikationsbecken mit innenliegendem Nachklärbecken mit V = 120 m<sup>3</sup> und ein Denitrifikationsbecken ebenfalls mit innenliegendem Nachklärbecken mit V = 130 m<sup>3</sup>. Die gesamte Anlage sollte auf einem Teil der bisherigen Schlamm-Trockenbeete errichtet werden. Zur Lagerung der Chemikalien Natronlauge und Essigsäure wurde jeweils ein Tank mit einem Volumen von 25 m<sup>3</sup> geplant.

Die Essigsäure dient als C-Quelle für die heterotrophen Mikroorganismen bei der Denitrifikation. NaOH wird benötigt, da bei der Nitrifikation durch die äquivalente Bildung von H<sup>+</sup>-Ionen die Pufferkapazität des Prozesswassers verbraucht



Prozesswasseranlage Rinteln

wird. Ohne Dosierung von NaOH können nur Oxidationsraten von 50 – 60% erzielt werden.

Die peripheren Anlagen wie Gebläse, Dosiertafel mit Dosierpumpen und Schaltschränke sollten in einer Maschinenhalle untergebracht werden.

Im Zuge der Planung wurden auch die Kosten für diese Prozesswasseranlage ermittelt. Dabei zeigte sich, dass die Anlage aus Kostengründen nicht in einem Bauabschnitt realisiert werden kann. Deshalb sollte zuerst die Nitrifikation und im zweiten Bauabschnitt die Denitrifikation realisiert werden. Dieses hätte aber in der Hauptstrombiologie zur Erhöhung der Nitrat/Nitritkonzentrationen geführt und in den Zeiten, in denen kein zusätzlicher CSB aus den Industriebetrieben eingeleitet wird, zu Problemen beim Einhalten der Ablaufwerte. Hierfür musste eine Lösung gefunden werden.

### Realisierung

Gemeinsam mit dem Abwasserbetrieb der Stadt Rinteln und dem Betriebsleiter der Kläranlage entschied man sich im Jahr 2008 einen SB-Reaktor (sequencing batch reactor) mit Terrana® zu realisieren. Hier finden Nitrifikation und Denitrifikation in einem Becken statt, gleichzeitig lassen sich die Vorteile von Terrana® als Aufwuchskörper für die Nitrifikanten und zur Verbesserung der Absetzeigenschaften des Schlammes nutzen.

Der Startschuss für den Bau eines Vorlagebehälters mit V = 220 m<sup>3</sup> und eines SB-Reaktors mit V = 340 m<sup>3</sup> fiel im Jahr 2009.

Es wurde nur ein Dosierbehälter benötigt, da Nitrifikation und Denitrifikation in einem Becken nacheinander stattfinden und damit die Säurekapazität wieder zurückgewonnen wird. Die peripheren Anlagen wurden wie geplant in der Maschinenhalle aufgestellt.

Der SB-Reaktor erhielt Membranbelüfter, damit das Becken zukünftig auch intervallartig belüftet werden kann. Zur Durchmischung des Belebtschlamm-Terrana®-Gemisches dient ein im Becken zentral angebrachtes Rührwerk.



Schaltschrank



Belüftungssystem

Die Prozesswasseranlage hat einen sehr hohen Automatisierungsstandard und ist mit Online-Messungen für folgende Verbindungen ausgestattet:  $O_2$ ,  $NH_4$ , pH,T,  $NO_x$ ,  $NO_3$ , TS etc.

Der Datenaustausch mit dem übergeordneten Leitsystem erfolgt über den Modbus TCP (Ethernet). Das Leitsystem stellt wiederum durch einen eigenen Webserver die Messwerte und Betriebsdaten dem zugelassenen Nutzerkreis über das Internet permanent zur Verfügung.

Ende März 2010 wurde der SB-Reaktor mit Überschussschlamm aus der Hauptstrombiologie angeimpft. Ende April lagen die  $N_{ges}$ -Ablaufwerte unter 100 mg/l und die Abbauleistungen bei ca. 90%.

#### Kosten

Die Kosten für die Prozesswasseranlage teilen sich wie folgt auf:

Bodenplatte:	105.000 €
Anlagentechnik:	273.000 €
Halle:	89.000 €
Treppe/Brücke:	30.000 €
Summe:	527.000 €

Davon konnten ca. 378.000 € mit der Abwasserabgabe verrechnet werden. Die jährlichen Betriebskosten liegen bei ca. 40.000 €.

#### Ausblick

Zunächst muss über einen Zeitraum von sechs Monaten der behördliche Nachweis erbracht werden, dass sich mit der Prozesswasseranlage die Stickstofffracht in diesem Teilstrom um 20% reduzieren lässt. Im Anschluss daran soll der Prozess Nitrifikation/Denitrifikation auf den Stoffwechselprozess Deammonifikation umgestellt werden. Bei der Deammonifikation muss nur die halbe Ammoniumfracht zu Nitrit oxidiert werden. Mit Hilfe von speziellen Mikroorganismen (Planctomyeten) werden dann Ammonium und Nitrit zu elementarem Stickstoff umgewandelt.

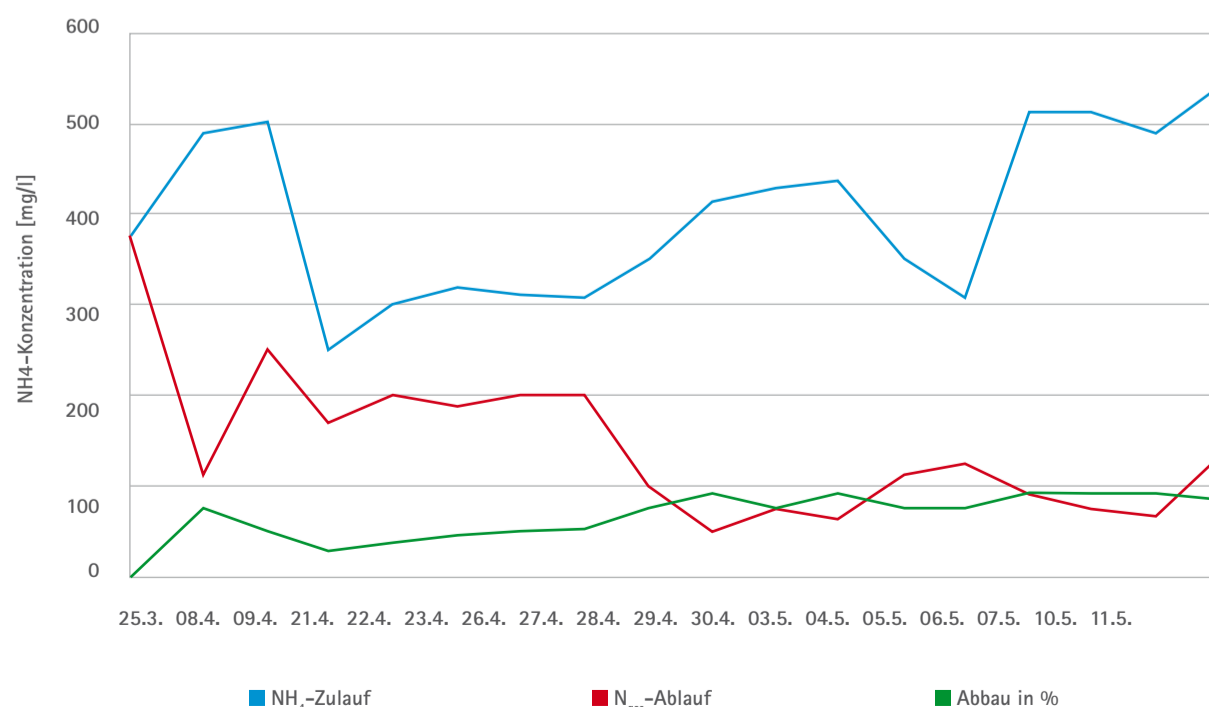
#### Vorteile der Deammonifikation:

- Einsparung Belüftungsenergie (- 60%),
- kein CSB-Bedarf (-100%),
- verminderter Schlammanfall.

Um diesen Stoffwechselprozess im SB-Reaktor zu etablieren, muss zunächst ausreichend Nitrit gebildet werden. Diesen Verfahrensschritt erprobt die Kläranlage in Rinteln zur Zeit schon durch intervallartige Belüftung.

Die Firma E&P arbeitet mit dem Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Abfalltechnik der Leibniz Universität Hannover (ISAH) unter der Leitung von Frau Dr. Beier zusammen. Forschungsschwerpunkt ist gegenwärtig die, durch das BMWi geförderte Entwicklung einer adaptiven Regelung für die biologische Reinigung hoch stickstoffhaltiger Prozessabwässer für die Deammonifikation bei Intervallbelüftung. Das Projekt wird in Zusammenarbeit mit dem Abwasserbetrieb der Stadt Rinteln durchgeführt.

#### Ergebnisse seit der Inbetriebnahme



#### Kerstin John

E&P Anlagenbau GmbH, Berlin  
Tel. +49(0)30/75449-235  
ep.kerstin.john@t-online.de  
www.ep-anlagenbau.de

# Die Messdaten sind schneller bei Ihnen, als Sie bei Ihren Daten

Für die hydraulische Beurteilung eines Kanalnetzes oder von dessen Sonderbauwerken sind genaue Messdaten unabdingbar. Die Durchführung dieser Messungen ist häufig nur für wenige Wochen oder Monate erforderlich, um repräsentative Daten zu erhalten. Die Bedeutung portabler, netzspannungsunabhängiger Durchflussmessgeräte zur Fremdwasserermittlung, Kanalauslastung, Generalentwässerungsplanung oder der Einleiterkontrolle steigt dadurch kontinuierlich an.



Komplettlösung für Messdatenerfassung, Datenübertragung und Datenmanagement

Anhand der Messergebnisse sollen repräsentative und zuverlässige Daten für typische Betriebszustände an den Messstellen gewonnen werden. Daher sind regelmäßige Messstellenwartungen notwendig, um die Messfunktionen sicherzustellen, Verschmutzungen an den Messsonden zu beseitigen und ein sicheres Ablesen der Daten zu gewährleisten.

Durch den oftmals schwierigen Zugang zum Messpunkt (Schachtlage inmitten von Verkehrswegen, tiefe Einstiegschächte etc.), lange Anfahrtsstrecken und zwingend notwendige Sicherheitsvorkehrungen (Sicherungsperson im Einstiegsbereich) stellen die Wartungen oftmals den größten Kostenfaktor beim Betrieb portabler Messstellen dar.

Unplausible oder fehlende Daten, die zwischen zwei Wartungsintervallen auftreten, sind nicht nur ärgerlich; sie treiben auch die Länge der erforderlichen Messkampagne und damit die Gesamtkosten weiter in die Höhe.

Um an dieser Stelle in großem Umfang Kosten, Personal, Arbeits- und Messzeit zu sparen, bieten sich folgende Möglichkeiten an:

- Einsatz von absolut verlässlicher, genauer und robuster Messtechnik
- permanente Online-Gerätekontrollen um:
  - bei Fehlfunktionen umgehend eingreifen zu können
  - bei ordnungsgemäßem Betrieb die Wartungszyklen zu verlängern
- schnelle Messdatenverfügbarkeit, von optimalen Visualisierungs- und Bearbeitungsmöglichkeiten bis hin zum Datenreporting

Aus diesen Gründen hat NIVUS dank langjähriger Erfahrung in den Kernbereichen Wasser- und Abwassermesstechnik, Datenfernübertragung und Softwarelösungen eine einzigartige Systemlösung entwickelt.

In der Messtechnik nutzt NIVUS mehr als 40 Jahre Erfahrung in der Entwicklungsarbeit. Mit Einführung der Ultraschall-Kreuzkorrelationstechnologie im Jahr 2005 in die portable Geräteserie PCM steht mit dieser Baureihe die genaueste und fortschrittlichste Fließgeschwindigkeitsmessung auf dem Markt zur Verfügung. Dabei werden in verschiedenen Höhenbereichen des Mediums die zugehörigen Teilgeschwindigkeiten gemessen. Die Möglichkeit der direkten Darstellung des aktuellen Fließprofils auf dem Gerätedisplay ist einzigartig und ermöglicht eine schnelle Beurteilung der Strömungsbedingungen vor Ort.

Der Messumformer Typ PCM ist den rauen Einsatzbedingungen und speziellen Anforderungen für Messungen im Schmutzwasserkanal angepasst.

Die Stärken im Überblick:

- robustes, korrosionsfestes und unempfindliches Gehäuse, Einsatz und Programmierung im Ex-Bereich möglich
- schnelle und komfortable Bedienung dank eines durchdachten Bedienkonzepts
- durch ein großes hintergrundbeleuchtetes Display und die alphanumerische Tastatur sind keine zusätzlichen, empfindlichen Eingabegeräte notwendig
- redundante Datenspeicherung über mehrere Jahre macht einen Datenverlust unmöglich

Die Datenfernübertragung aus dem Bereich unterhalb des geschlossenen Schachtdeckels stellt eine erhebliche Hürde für

Gerätename	Seriennummer	Letzte Messung	Aktiv	Störung	GPRS Signalstärke	PCM Spannung	Modem Spannung
Messstelle M12	1003PCP1017	17.03.2010 08:00:00	●		■	■	■
Messstelle M14	1003PCP1020	17.03.2010 12:00:00	●		■	■	■
Messstelle M16	1003PCP1025	17.03.2010 12:00:00	●		■	■	■

Übersichtliche Darstellung der wichtigsten Systemparameter

die Online-Gerätekontrolle dar. An die Übertragungseinheit werden enorme Anforderungen gestellt. NIVUS setzt hier auf ein druckgekapseltes, eigenversorgtes Modem, geeignet für den Einsatz in Ex-Zone 1. Die Kombination mit ausgeklügelten Antennenlösungen rundet die Einsatzmöglichkeiten ab.



Die Messdaten werden aus dem Schacht heraus mittels GPRS an das Online-Datenportal „Device to Web“ gesendet. Dieses Datenportal stellt das Herzstück der neuen Systemlösung dar.

Von hier aus stehen beinahe grenzenlose Möglichkeiten zur direkten Messdatenanalyse, Systemüberprüfung und Datenweiterleitung bis hin zur Alarmierung zur Verfügung.

Ohne die Installation zusätzlicher Software kann direkt über das Internet auf das Datenportal zugegriffen werden. In passwortgeschützten Bereichen stehen alle Möglichkeiten für die Funktionskontrolle einer Messstelle zur Verfügung. Grafische oder tabellarische Messwertvisualisierung und eine übersichtliche Messstellenverwaltung mit direkter Darstellung der wichtigsten Systemparameter sind nur wenige Beispiele dafür.

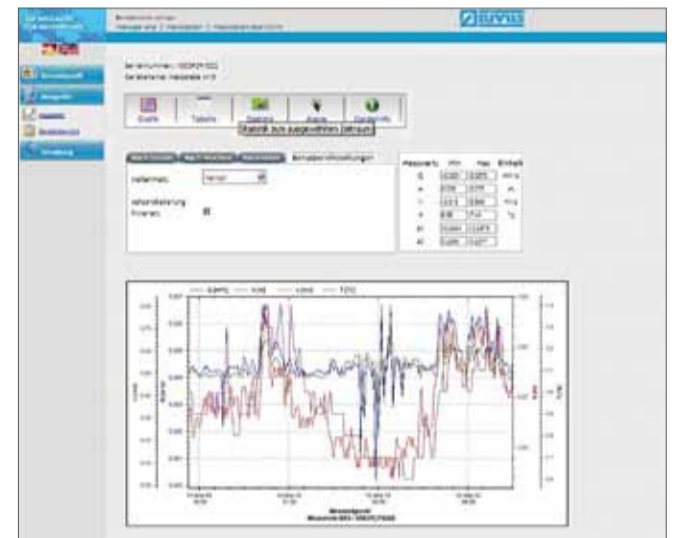


Bei Funktionsstörungen ist eine direkte Alarmierung auf ein Mobiltelefon oder per E-Mail heute bei vielen Leitsystemen Standard. Die Konfiguration oder Veränderung dieser Funktionalität stellt sich häufig als sehr schwierig dar und erfordert nicht selten fundierte Programmierkenntnisse. NIVUS hat diese Anforderung sehr komfortabel und benutzerfreundlich gelöst. Direkt am Datenportal können bis zu drei Mobilfunknummern oder E-Mailadressen eingetragen werden. Die möglichen Alarmmeldungen lassen sich über eine übersichtliche Liste konfigurieren.



Die neu entwickelte Datenverarbeitungssoftware „NivuSoft“ bietet alle erdenklichen Möglichkeiten: von der Projektverwaltung über die Messdatenvisualisierung und -evaluierung bis hin zum Berichtswesen. Die Software ist in der Lage, Messdaten mit dem Online-Datenerfassungssystem automatisch zu synchronisieren. So stehen stets die neuesten Daten und Meldungen auf dem PC zur Verfügung.

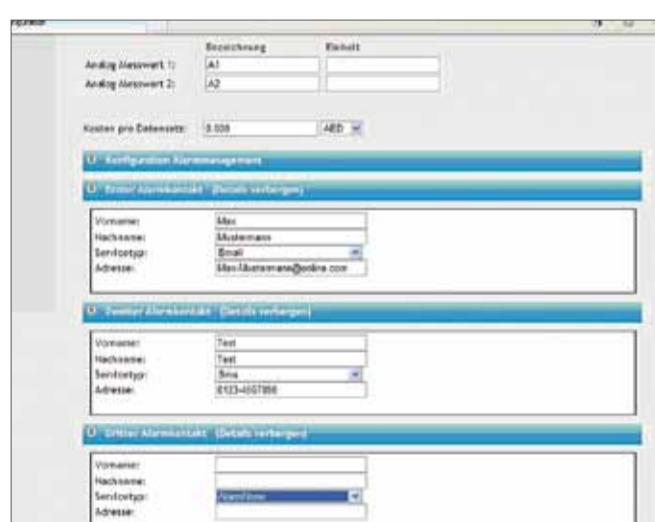
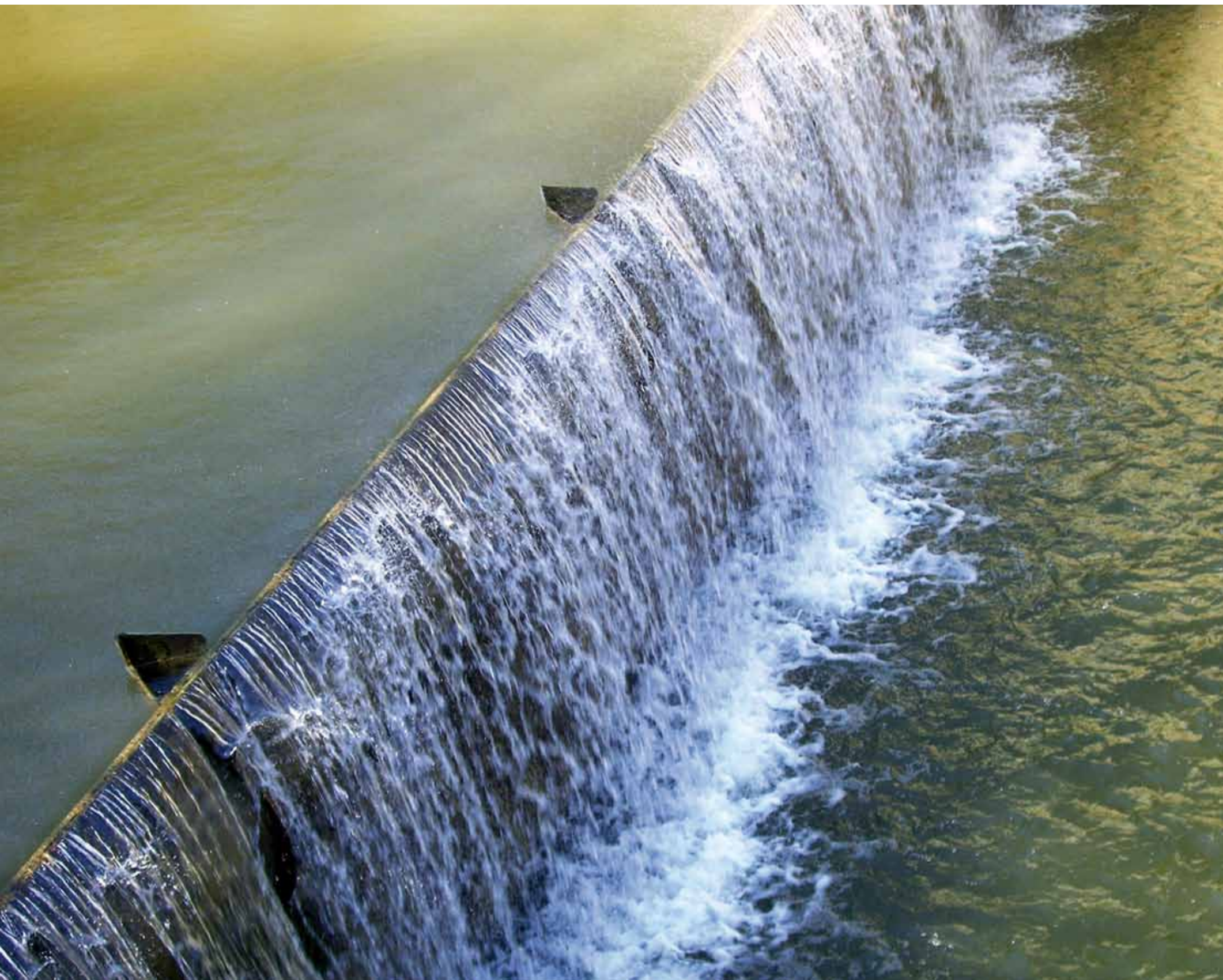
Innerhalb der Software können unter anderem Wartungsberichte, Messstellenbilder oder Kanalpläne abgelegt und verwaltet werden. Ein gemeinsamer Speicherort für alle Dokumente und Messdaten erleichtert die Projektarbeit um



Grafische Darstellung der Messwerte



Gerät nach wenigen Tagen Einsatz



Alarmmanagement



Messstellenverwaltung

ein Vielfaches. Bedienung mittels Drag und Drop, hydraulische Berechnungsverfahren, genau auf den Anwendungsbereich abgestimmte Funktionen sowie ein komfortabler und einfach zu bedienender Berichtsassistent zeichnen die Software „NivuSoft“ aus.



Sollen Messdaten und Systemmeldungen direkt in bereits bestehende Leitsysteme integriert werden, ist auch dafür eine Übertragungsmöglichkeit berücksichtigt worden. Die Messdaten werden, wie bereits im Vorfeld beschrieben, an das Datenportal „Device to Web“ übertragen und zwischengespeichert. Von hier aus können die Daten über eine standardisierte OPC-Schnittstelle in das Leitsystem eingelesen werden. Dadurch lassen sich Informationen von fest installierten Messsystemen mit den Mess-

daten der portablen Durchfluss- oder Füllstandsmessstellen kombinieren. Neue Daten werden unkompliziert in vorhandene, bekannte Systeme integriert, ohne dass eine Einarbeitung in ein neues System erforderlich wäre.

#### Stephan Frank

Produktmanager Durchflussmesstechnik  
NIVUS GmbH  
Tel. +49 (0)7262/91 91-804  
stephan.frank@nivus.com  
www.nivus.com

*Mit der Systemlösung von NIVUS profitieren Sie vom perfektem Zusammenspiel zuverlässiger Messtechnik, Datenfernübertragung, Speicherung, Alarmierung und Datenverarbeitung. Zudem optimieren Sie damit Ihre arbeits- und kostenintensiven Wartungen und minimieren die Ausfallzeiten. Ihre Daten sind schneller bei Ihnen, Sie bei Ihren Daten.*

# S:can-Sonde in der Ablaufüberwachung einer Brauereikläranlage

Im kommunalen Bereich sind Online-Prozessspektrometer-Sonden zur Überwachung der CBS-Ablaufwerte schon seit einigen Jahren etabliert. Mit S:CAN kommt eine ebensolche Sonde seit 2005 auch in der Betriebskläranlage der Oettinger Bier GmbH zum Einsatz. Ein Überblick über die ersten Erfahrungen mit diesem Verfahren im Brauereisektor.

## Anlagenbeschreibung

Die Brauerei Oettinger Bier GmbH betreibt am Standort Oettingen eine Betriebskläranlage für die Produktionsabwässer der Brauerei. Bedingt durch eine kontinuierliche Produktionssteigerung – verbunden mit einem Anstieg der Belastung des zu behandelnden Abwassers – wurde die Betriebskläranlage in den vergangenen zehn Jahren stufenweise erweitert.

Die ursprüngliche SBR-Anlage (30.000 EW) wurde in den Jahren 2001 bis 2009 in drei Ausbaustufen durch eine vorgeschaltete Anaerobstufe und eine nachgeschaltete Flockungsfiltration auf eine Ausbaugröße von 99.000 EW erweitert und in der Reinigungsleistung erheblich verbessert. Angesichts der deutlichen Mehrbelastung der Betriebskläranlage stellten die Behörden erhöhte Anforderungen an die Ablaufqualität insbesondere bei den Parametern Stickstoff und Phosphor. Die Betriebskläranlage leitet zudem direkt in den Vorfluter Wörnitz.

Aufgrund der sensiblen wasserwirtschaftlichen Situation der Wörnitz forderte die zuständige Behörde eine CSB-Konzentration von 60 mg/l im Ablauf der Kläranlage (Mindestanforderung: 110 mg/l CSB). Die Ablaufgrenzwerte für die Parameter TIN und P<sub>ges</sub> wurden mit < 10 mg/l bzw. < 1 mg/l sowie für den Parameter NH<sub>4</sub>-N auf < 1 mg/l festgelegt.

Die Behandlung von Brauereiabwasser mittels anaerob-aerober Verfahrenskombination (siehe Abb 1) gilt als bewährtes System (Rosenwinkel, 2004). Nährstoffelimination ist bei der Behandlung von Brauereiabwässern eigentlich auch kein Thema, da der Anteil an Stickstoff (TN) bzw. an Phosphor (TP) meist knapp unter dem inkorporierbaren Anteil (z.B. TN : BSB5 < 0,05, TP : BSB5 < 0,02) liegt. Allerdings findet in der vorgeschalteten anaeroben Stufe der Abbau eines Großteils der organischen Belastung statt – nicht jedoch der Nährstoffe. Somit erhöht sich der relative Anteil an Stickstoff bzw. Phosphor in der aeroben Stufe signifikant. Durch Simultanfällung und Nitrifikation/Denitrifikation wird zwar der allergrößte Anteil eliminiert, allerdings traten phasenweise Ablaufspitzen auf.

Um die Ablaufgrenzwerte bei den Parametern Stickstoff und Phosphor sicher einhalten zu können, ist eine nachgeschaltete Flockungsfiltration zur Abtrennung von Suspensa sowie zur Rest-Denitrifikation unerlässlich (siehe Abb 2).

## Einsatz der S:can-Sonde

Zur Überwachung der CSB-Ablaufwerte wird seit 2005 eine Online-Prozessspektrometer-Sonde (S:CAN) eingesetzt. Der Einsatz dieser Messmethode ist im kommunalen Bereich bereits seit einigen Jahren üblich. Für den Einsatz in Brauereikläranlagen, insbesondere im Ablauf, lagen bis dato jedoch nur wenig Erfahrungen und somit auch kaum Kalibrierdaten vor. Aus diesem Grund wurde mit dem Wasserwirtschaftsamt eine mehrwöchige Testphase als Entscheidungsgrundlage vereinbart. Nach einer etwa dreimonatigen Einfahr- und Kalibrierphase konnten die CSB-Konzentrationen durch die S:CAN-Sonde verlässlich bestimmt werden.

Die Messwerte der S:CAN-Sonde werden vom Wasserwirtschaftsamt anerkannt. Nachdem sich die S:CAN-Sonde im Betrieb zur kontinuierlichen Überwachung der CSB<sub>eq</sub>-Ablaufqualität als geeignet erwiesen hatte, konnte auf die ursprünglich seitens der Behörden geforderte chargenweise Überprüfung verzichtet werden.

Bei dieser Messmethode werden die im Ablauf enthaltenen organischen Inhaltsstoffe (Rest-CSB und Abbauprodukte der Mikroorganismen) anhand ihrer charakteristischen UV-Absorptionsspektren erfasst. (Näheres siehe: [www.s-can.at](http://www.s-can.at)). Üblicherweise werden Sonden im Bereich von 254 nm eingesetzt. Diese Online-Prozessspektrometer-Sonde („nitro::lyser – carbo::lyser“) arbeitet im Gegensatz zu anderen Modellen im Messbereich zwischen 200 und 750 nm (UV-Vis), so dass in einem breiteren Spektrum gemessen wird. Dadurch können zusätzlich zum „Äquivalent-CSB“ die Trübung und der Nitrat-Stickstoff erfasst werden.

Vorteile aller „SAK-Sonden“ sind der geringe Wartungsaufwand und die chemikalienfreie Funktionsweise. Quersensitivitäten und spezifische, lokale Einflussgrößen im

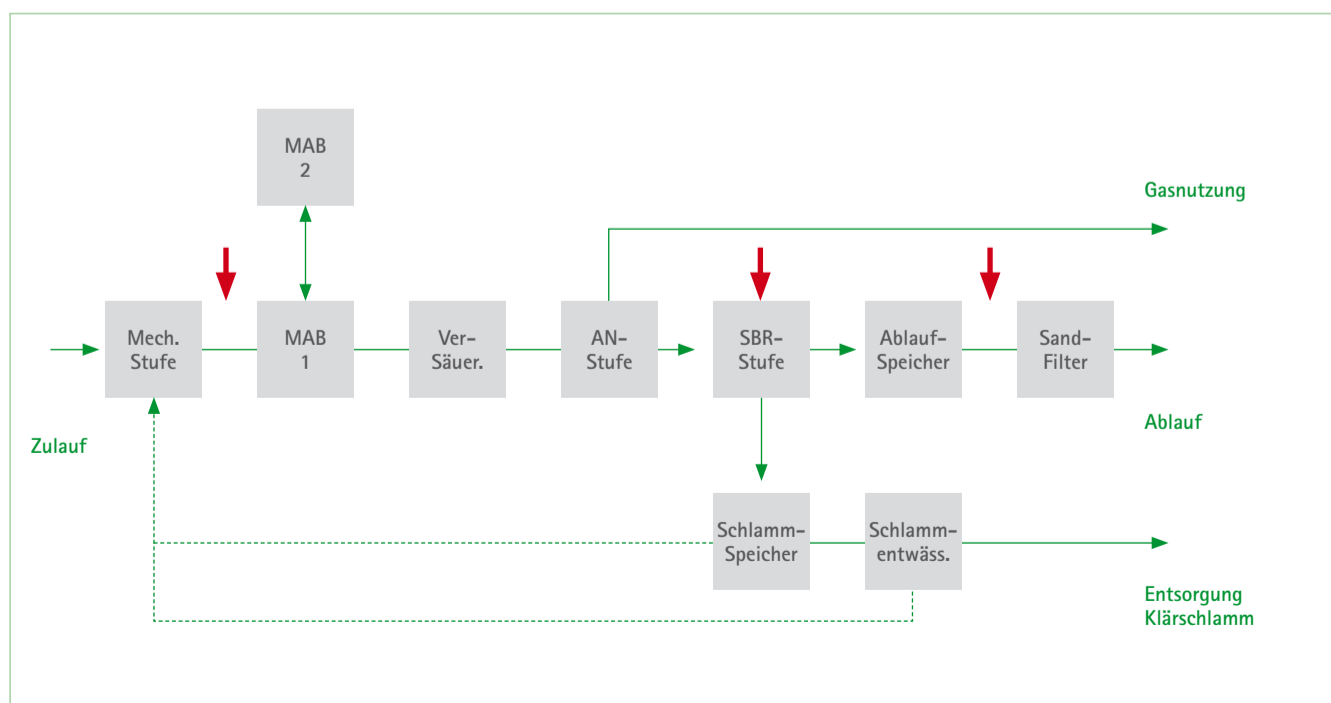


Abb 1: Schematische Darstellung des aktuellen Verfahrenskonzepts für 99.000 EW. Stand 2008, nach 3. Ausbaustufe



Abb 4a: Einbausituation S:CAN-Sonde zur Ablaufüberwachung

Abwasser müssen über entsprechende Kalibrierfunktionen der Geräte kompensiert werden. Die Reinigung des Messspalts (2 mm) erfolgt bei diesen Systemen über Druckluft mit 2-3 bar. Für den Einsatz in Oettingen wurde die Sonde zunächst direkt im Auslaufbereich des Ablaufbeckens frei hängend montiert. Die Messgenauigkeit gegenüber Messwerten aus dem Labor der Kläranlage für den Messbereich zwischen 20 und 80 mg/l CSB<sub>eq</sub> liegt für den Zeitraum Dezember 2008 bis April 2010 bei 7% (Median).

Im Rahmen der zweiten Ausbaustufe wurde der Einsatz einer Filtrationsstufe erforderlich, um die strengen Ablaufgrenzwerte sicher gewährleisten zu können. In den beiden Flockungsfiltrern findet durch die Zugabe einer externen Kohlenstoffquelle (Essigsäure) eine Rest-Denitrifikation statt. Zusätzlich wird Fällmittel (Eisen(III)-Chlorid) zur Fällung von Rest-Phosphor dosiert.

Die Regelung der Kohlenstoff- bzw. Fällmitteldosierung erfolgt durch die Erfassung der NO<sub>3</sub>-N-Konzentration bzw. der Trübung im Ablauf der Sandfilter. Neben der kontinuierlichen Erfassung der CSB-Ablaufwerte wird hierfür die bereits seit dem ersten Kläranlagenausbau vorhandene S:CAN-Sonde eingesetzt (Abb 4a und 4b).

Dosieren lassen sich die Chemikalien über eine Membrandosierpumpe mit manuell einstellbarem Hub und einstellbarer Frequenz sowie Impuls-Über- bzw. Untersetzung. Eine Grundlastdosierung erfolgt, wenn der jeweilige Ablaufwert zwischen dem vordefinierten Minimal- und dem Zielwert liegt.



Abb 2: Betriebskläranlage Brauerei Oettingen



Abb 4b: Einbausituation S:CAN-Sonde zur Ablaufüberwachung

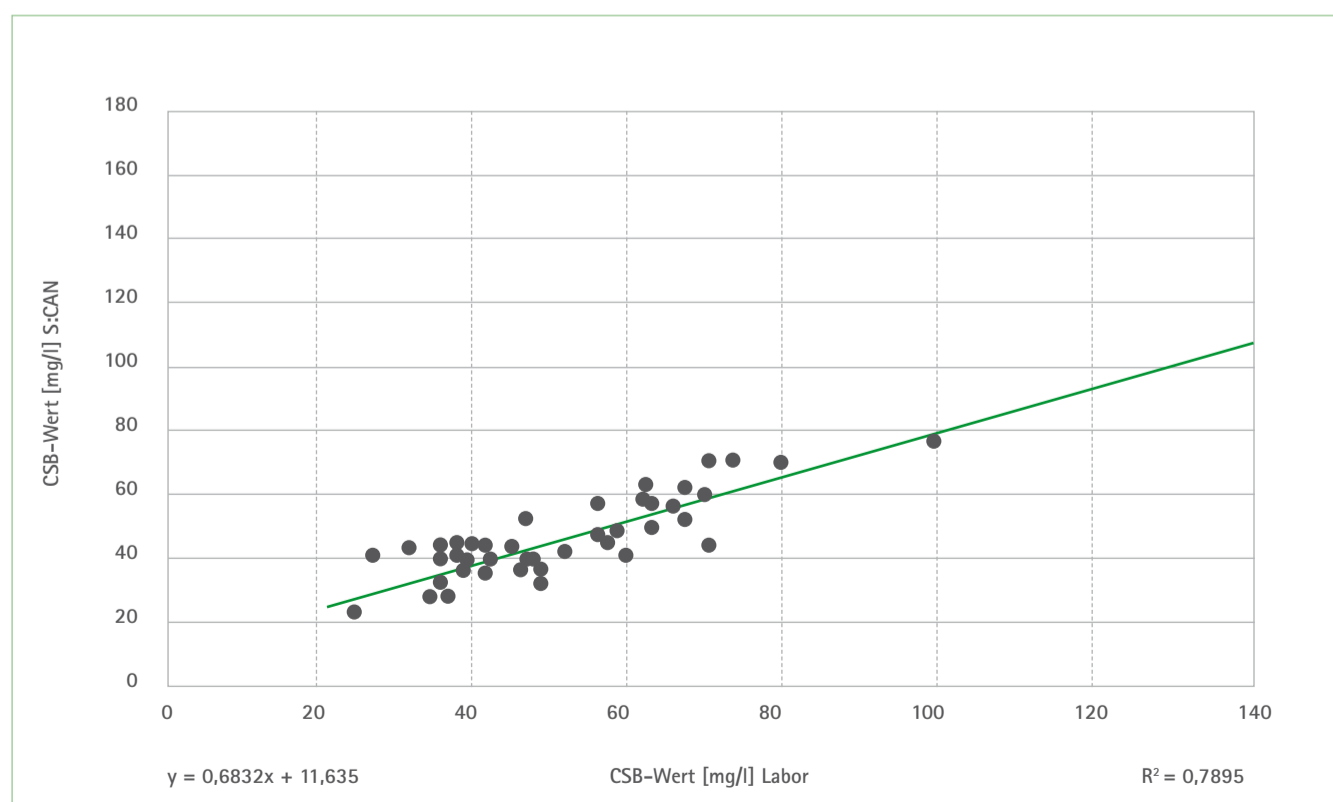


Abb 3: Vergleich der CSB-Konzentration im Ablauf gemessen im Labor bzw. durch die S:CAN-Sonde, Betriebskläranlage Oettingen, Dezember 2008 bis April 2010

**Fazit**

Die Belastung der Betriebskläranlage der Oettinger Bier GmbH am Standort Oettingen hat sich von 30.000 EW auf 99.000 EW verdreifacht. Hierdurch war eine umfassende Erweiterung der Kläranlage erforderlich. Aufgrund der sensiblen wasserwirtschaftlichen Situation stellte die zuständige Behörde verschärfte Anforderungen an die Ablaufqualität. Die Betriebskläranlage ließ sich so trotz der deutlichen Steigerung der Abwassermenge konstant halten.

Zur Überwachung der Ablaufgrenzwerte wurde der kontinuierlich erfasste Leitparameter CSB festgelegt. Dieser konnte durch die S:CAN-Sonde der Fa. NIVUS nach einer kurzen Testphase verlässlich erfasst werden. Zusätzlich erfasst werden auch die Parameter  $\text{NO}_3\text{-N}$  sowie die Trübung. Im Rahmen der dritten Ausbaustufe wurde eine Flockungsfiltration erforderlich, um die Ablaufgrenzwerte von 10 mg/l Stickstoff bzw. 1,0 mg/l Phosphor sicher einhalten zu können. Die geregelte Zugabe von Chemikalien zur Rest-Denitrifikation und Rest-Fällung von Phosphor erfolgt über die durch die S:CAN-Sonde erfassten  $\text{NO}_3\text{-N}$ -Werte bzw. die Trübung im Ablauf.

Trotz der im Brauereiabwasser vorhandenen Färbung liefert die in der Betriebskläranlage der Oettinger Bier GmbH Oettingen eingesetzte S:CAN-Sonde verlässliche Messwerte für die Parameter  $\text{CSB}_{\text{eq}}$ ,  $\text{NO}_3\text{-N}$  sowie die Trübung. Im täglichen Betrieb hat sich die Sonde als robust erwiesen; der Wartungsaufwand ist gering.



Abb 5: Nachgeschaltete, kontinuierlich gespülte Sandfilterstufe (System „Nordic-Water“)

**Literatur**

Rosenwinkel, K.-H. (Hrsg.) 8. Hannoversche Industrieabwasser-Tagung, Tagungsband Brauerei Seminar, Hannover 2004, Heft 132

**Dr.-Ing. Dieter Schreff**

Ingenieurbüro für Wasser, Abwasser und Energie,  
Irschenberg  
kontakt@ib-schreff.de  
www.ib-schreff.de

**Dr.-Ing. Rita Hilliges, Dr.-Ing. Steinle**

Ingenieurgesellschaft für Abwassertechnik mbH, Weyarn  
hilliges@dr-steinle.de  
www.dr-steinle.de

# Sinkende Kosten durch automatisch geregelten Schlammabzug

Mit Hilfe einer Schlammspiegelmessung lässt sich der Schlammabzug auf Kläranlagen effizienter und dadurch kostengünstiger durchführen. Die Überwachung des Schlammniveaus in der Vorklärung ermöglicht einen gleichbleibenden TS-Gehalt des Primärschlammes. Das steigert die Gasproduktion im Faulturn und minimiert den Energiebedarf.

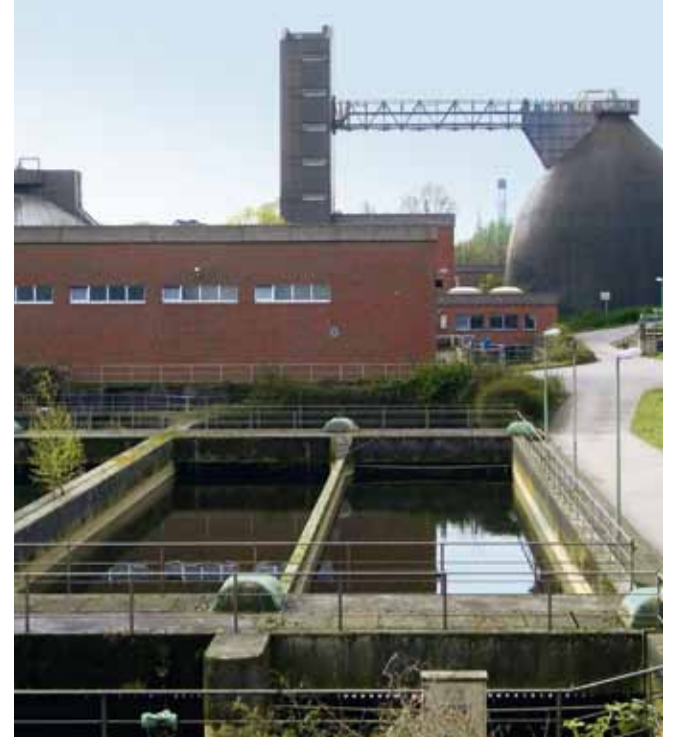


Abb. 1: Vorklärung und Faulturn

## Schlammbehandlung in Kläranlagen

Die Schlammbehandlung einer Kläranlage beginnt in der Vorklärung. Hier wird das zufließende Abwasser in großvolumigen Absetzbecken beruhigt, und die enthaltenen Feststoffe sedimentieren. Fördersysteme in den Vorklärbecken führen die sedimentierten Feststoffe in Richtung des Schlammabzugstrichters. Pumpen ziehen dann die abgesetzten Feststoffe (Primärschlamm) aus dem Schlammabzugstrichter.

Ist die Konzentration des abgezogenen Schlammes zu gering, so wird dieser je nach Aufbau der Kläranlage nochmals in ein kleineres Absetzbecken (Voreindicker) gepumpt, wo er sich über mehrere Stunden weiter absetzen und damit konzentrieren kann. Die sich über dem Schlamm befindende Wasserschicht (Trübwasser) wird über eine Pumpe abgezogen. Der eingedickte Primärschlamm wird in den Faulturn gepumpt. Durch Erwärmung und Umwälzung des Schlammes im Faulturn wird der biologische Faulungsprozess gefördert, und es entsteht Faulgas. Letzteres lässt sich in einem Blockheizkraftwerk in Wärme und Elektrizität umwandeln und der Kläranlage wieder zuführen oder verkaufen.

## Herkömmliches Verfahren zur Steuerung des Schlammabzuges

Der Schlammabzug vom Vorklärbecken oder Absetzbecken wird in fest eingestellten Zyklen über eine feste Abzugsdauer angesteuert, ohne dass die Höhe des existierenden Schlammpegels erfasst wird (siehe Abb. 2).

Sinkt das anfallende Schlammvolumen unter das Mindestniveau, gelangt möglicherweise auch zu wenig Schlamm in den Faulturn. Die Folgen:

- schwankender Trockensubstanzgehalt
- verminderte Gasproduktion
- erhöhter Heizenergiebedarf für den Faulturn
- unnötige Laufzeitverlängerung der Schlammabzugspumpen (Verschleiß, Energiebedarf)

## Effizienter Schlammabzug mittels Schlammspiegelmessung

Wird der Schlammabzug des Vorklärbeckens über eine Schlammspiegelmessung geregelt, lässt sich zuverlässig verhindern, dass der Schlamm unter ein fest definiertes Niveau sinkt oder ein maximales Schlammniveau überschreitet (Abb. 3). Bei Unterschreitung würde Dünnslamm in den Faulturn gefördert; bei Überschreitung würde der Schlamm zu stark verdichtet und ließe sich mit den Schlammabzugspumpen nicht mehr abgesaugen.

Für die Messung kommen opto-mechanische Verfahren oder Ultraschallmessverfahren in Betracht. Opto-mechanische Verfahren verfügen über aufwändige Seilsysteme. Diese neigen im Winter zum Einfrieren, verschmutzen stark und müssen in regelmäßigen Abständen gereinigt und gewartet werden. Im Gegensatz dazu bietet das Ultraschallmesssystem NivuScope 2 hohe Genauigkeit, Wartungsfreiheit und jederzeit sicheren Betrieb.

Ein von der Schlammhöhe abhängiger Schlammabzug in der Vorklärung bringt folgende Vorteile:

- nahezu gleichbleibender Trockensubstanzgehalt
- gesteigerte Gasproduktion
- sinkender Heizenergiebedarf für den Faulturn
- reduzierte Betriebszeit der Schlammabzugspumpen

Die Ausrüstung von Kläranlagen mit einer Ultraschall-Schlammspiegelmessung ist in der Regel mit sehr wenig

Abb. 2: zeitgesteuerter Schlammabzug

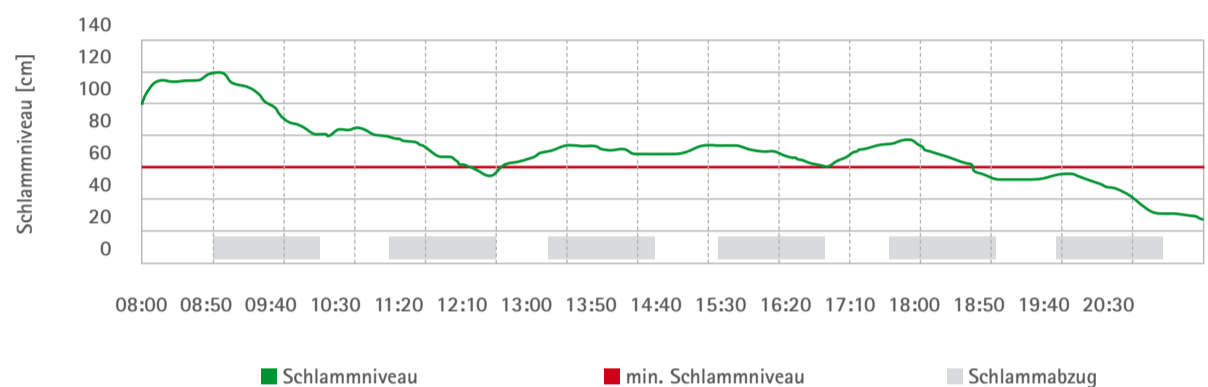


Abb. 3: zeit- und niveaugesteuerter Schlammabzug

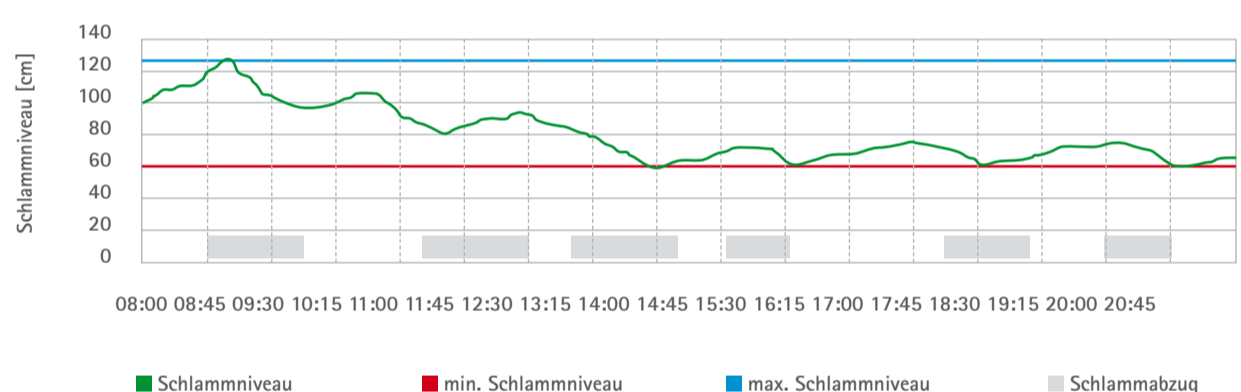


Abb. 4: NivuScope 2 plus Sensor

Aufwand verbunden. Installation und Inbetriebnahme lassen sich üblicherweise innerhalb von zwei bis drei Stunden durchführen.

## Zusammenfassung

Eine Schlammspiegelmessung mit dem NivuScope 2 kann den Schlammabzug viel effizienter regeln als herkömmliche Zeitsteuerungen. Damit lässt sich ein nahezu gleichbleibender Trockensubstanzgehalt sicherstellen, wodurch die benötigte Heizenergie für den Faulturn sowie die Betriebszeit der Schlammabzugspumpen verringert wird. Die Wassermenge im Faulturn sinkt; die Gasproduktion steigt an. Die beschriebene Schlammspiegelmessung per Ultraschall wird seit über 30 Jahren von der NIVUS GmbH weltweit vertrieben und erfolgreich eingesetzt.

## Michael Ege

Produktmanager Füllstandmesstechnik  
NIVUS GmbH  
Tel. +49 (0)7262/91 91-803  
michael.ege@nivus.com  
www.nivus.com

# Ressourcen optimal genutzt

Konventionelle Verfahren zur Behandlung von Abwasser beseitigen die Abwasserfracht zwar einfach und kostengünstig, eine Rückgewinnung und Wiederverwendung der Wasserinhaltsstoffe ist jedoch meist nicht möglich. Anders sieht es mit selektiv arbeitenden Membranverfahren aus: mit ihnen lassen sich nicht genutzte Ressourcen wirtschaftlich umsetzen, wie das Beispiel der Aufbereitung von stark nitratbelastetem Abwasser bei der Süd-Chemie AG zeigt.

## Aufgabenstellung

Im Werk Heufeld der Süd-Chemie AG fallen bei der Produktion von Katalysatoren für die chemische Prozesstechnik schadstoffbelastete Abwässer an. Die Belastung besteht im Wesentlichen in der hohen Nitratfracht, gelösten Schwermetallen und Schwebstoffen. Seit 2005 wird das Abwasser mit modernster Umkehrosmosetechnik gereinigt. Das gereinigte Wasser wird in den Produktionskreislauf zurückgeführt und nebenbei reines Natriumnitrat als Handelsprodukt gewonnen. Da das Abwasser kaum organische Inhaltsstoffe aufweist, eignet sich für die Aufbereitung das so genannte NITREA®-Verfahren besonders gut.

Im Vorfeld des 2005 realisierten Projektes wurde eine detaillierte Gegenüberstellung der möglichen Behandlungsverfahren durchgeführt. In die engere Betrachtung kamen folgende Verfahren:

- konventionelle biologische Behandlung,
- thermische Behandlung,
- Kombination von Membrantrenntechnik und Eindampfung.

Die Vor- und Nachteile der Verfahren wurden eingehend geprüft. Den Zuschlag erhielt letztlich die Kombination aus Membrantechnik und Eindampfung mit nachgeschalteter Kristallisation (NITREA®-Verfahren). Ausschlaggebend bei der Auswahl waren die betriebswirtschaftlichen Vorteile des Verfahrens.

Eine konventionelle Behandlung mittels Biologie wäre in der Investition deutlich günstiger, durch das Fehlen der Kohlenstoffquelle im Abwasser wären die Betriebskosten jedoch sehr hoch gewesen. Eine rein thermische Behandlung schneidet sowohl unter Investitionsaspekten als auch in den Betriebskosten schlechter ab, als die gewählte Kombination.

Im Abwasser der Katalysatorproduktion fallen sehr unterschiedliche Konzentrationen an. Der Natriumnitratgehalt schwankt zwischen 1 und 100 g/l. Dies erfordert einen variablen Anlagenaufbau, da Konzentrationen und die damit verbundenen osmotischen Drücke in direktem Zusammenhang stehen.

## Natriumnitrat wird als Handelsprodukt gewonnen

Die gesamte Abwasseraufbereitungsanlage basiert auf den Prozessschritten Vorbehandlung mit Reinigung, mehrstufiger Umkehrosmosetechnik, Eindampfung und Kristallisation.

Mit den Prozessschritten Vorbehandlung und Reinigung werden prinzipiell alle im Abwasser enthaltenen Stoffe abgetrennt, die für die Verwendung des Natriumnitrates störend wirken könnten. Zum Einsatz kommen Kombinationen klassischer Verfahren der Abwasseraufbereitung. Die Installation der Hochdruckumkehrosmose bei Süd-Chemie stellt eine Besonderheit dar, denn eine Anlage in diesem Umfang wurde großtechnisch bisher nicht realisiert. Die Umkehrosmose sollte maximal aufkonzentrieren, da die Energiebilanz der Membrantechnik etwa eine Zehnerpotenz günstiger liegt, als die des Verdampfers. Vor diesem Hintergrund wurde die kostengünstige Wickelmodultechnik weiterentwickelt, so dass diese Technik bis zu notwendigen Betriebsdrücken von 120 bar betrieben werden kann. Im Vergleich dazu liegen konventionell betriebene Hochdruckumkehrosmoseanlagen zur Meerwasserentsalzung bei maximal 80 bar Betriebsdruck. Mit dem Arbeitsdruck von 120 bar erreicht die Anlage im Betrieb der Süd-Chemie Konzentrationen von etwa 180 g/l.

## Umkehrosmose (UO) in aller Kürze

Die Umkehrosmose zählt zu den druckgetriebenen Membrantrennverfahren. Als Membrantrennverfahren werden physikalische Trennverfahren bezeichnet, bei denen kleine Partikel, Moleküle oder Ionen mit Hilfe einer Membran selektiv abgetrennt werden. Der Größenbereich der abzutrennenden Teilchen reicht von einigen Mikrometern bis zu einem Nanometer. Die Umkehrosmose (auch Reverse Osmose genannt) wird zur Trennung von Salzen bzw. Ionen aus überwiegend wässrigen Lösungen verwendet. Damit ermöglicht die UO das Aufkonzentrieren von Lösungen sowie das Abtrennen der wässrigen Komponente.

Hierzu wird eine semipermeable Membran eingesetzt. Diese besitzt die Eigenschaft, dass die wässrige Komponente die Membran passiert, während die meisten ionischen Komponenten in hohem Maße zurückgehalten werden. Die semipermeable Membran ist eine Lösungsdiffusionsmembran. Im Gegensatz zu einer Porenmembran, die bei der Mikrofiltration oder Ultrafiltration eingesetzt wird, besitzt die Lösungsdiffusionsmembran keinerlei Löcher. Der Trenneffekt beruht vielmehr auf den Ladungsträgern der Membran und der daraus resultierenden Anziehung bzw. Abstoßung durch die elektrische Ladung. Dadurch gelangt die permeierende Komponente prinzipiell in drei Schritten durch die Membran:

- Absorption an der Membran,
- Diffusion durch die Membran,
- Desorption von der Membran.

Durch die (gleiche) Ladung werden andererseits die gelösten Ionen zurückgehalten. Dies bedeutet, dass für polare Stoffe wie Wasser oder weitere polare Lösungsmittel ein geringer Rückhalt bzw. ein hoher Durchfluss erzielt wird, während große geladene Ionen weitestgehend zurückgehalten werden.

Der Rückhalt, zum Beispiel für Kochsalz, liegt je nach eingesetzter Membrane bei 97 % – 99,5 %. Der Rückhalt variiert sowohl mit der eingesetzten Membran als auch mit dem zu trennenden Medium. Bei vielen Stoffgemischen sind vorhergehende Laborversuche und eventuell eine weitergehende Pilotierung für eine großtechnische Umsetzung unerlässlich.



Hochdruckumkehrosmose



Umkehrosmoseanlagen

## Brunnenwasser kann gespart werden

Eine weitere Aufgabe der Anlagen besteht darin, die enthaltene Stickstoffbelastung so zu entfernen, dass die strengen Einleitkriterien eingehalten werden.

Gerade bei niedrigen Ionenkonzentrationen trifft die Membrantrenntechnik oftmals an ihre Grenzen, da sich insbesondere Nitrat und Ammonium aufgrund ihrer Molekülstruktur und Ladung schwierig abtrennen lassen. Mit der installierten Technik erreicht der Anlagenbetreiber auch dieses Ziel sicher. Das erzeugte Permeat der letzten Umkehrosmosestufe ist von solch guter Qualität, dass es zukünftig als Feedmedium für die bestehende VE-Wasseranlage verwendet wird. Die Restleitfähigkeit liegt mit einem Wert kleiner 50  $\mu\text{S}/\text{cm}$  deutlich unter der Leitfähigkeit des derzeit eingesetzten Brunnenwassers.

Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit unterstützte das Projekt auf Grund seiner nachhaltigen Verfahrenskombination. Die beschriebene Verfahrenstechnik ist durch die Süd-Chemie AG patentrechtlich geschützt. Die Projektpartner sind bereit, die Technologie zu lizensieren. Eine Übertragung auf andere anorganische Stoffsysteme ist realisierbar.

### Rahmendaten der Abwasserbehandlungsanlage (Umkehrosmoseanlage)

Nitratkonzentration Feed	1 - 100	g/l
Nitrat-Stickstoffkonzentration im Permeat	< 50	mg/l
Ammonium-Stickstoffkonzentration im Permeat	< 25	mg/l
Rückhaltung Natriumnitrat	> 99,9	%
Nitratkonzentration Hochdruckumkehrosmose	> 180	g/l
Arbeitsdrücke	40 - 120	bar

### Verfasser:

**Dipl.-Ing.(FH) Jürgen Müller**  
OSMO Membrane Systems GmbH, Korntal-Münchingen

**Dipl.-Chem. Leopold Streifinger**  
Süd-Chemie AG, Bruckmühl  
Tel. +49 (0)8061/4903-100  
Leopold.Streifinger@sud-chemie.com  
www.sud-chemie.com

**Dipl.-Ing. Johannes Lautenschlager**  
Süd-Chemie AG, Bruckmühl  
Tel. +49 (0)8061/4903-110  
Johannes.Lautenschlager@sud-chemie.com  
www.sud-chemie.com

### Kontakt:

**Dipl.-Ing.(FH) Jürgen Müller**  
OSMO Membrane Systems GmbH, Korntal-Münchingen  
Tel. +49 (0)7150/20 66 35  
j.mueller@osmo-membrane.de  
www.osmo-membrane.de

**Dipl.- Ing. (FH) Gerhard Kummer**  
Süd-Chemie AG, Moosburg  
Tel. +49 (0)8761/82-615  
gerhard.kummer@sud-chemie.com  
www.sud-chemie.com

# Bio-P auf dem Rückzug?

Der Abwasserzweckverband Heidelberg umfasst die Städte Heidelberg, Eppelheim und Neckargemünd sowie die Gemeinde Dossenheim. Er ist zuständig für die Abwasserableitung und die Abwasserreinigung im Verbandsgebiet. Hauptaufgabe ist daher der Betrieb des Großklärwerkes mit einer Ausbaugröße von 380.000 E + EGW. Die Anlage ging 1983 in Betrieb und war ursprünglich ausgelegt auf den Abbau der organischen Abwasserinhaltsstoffe CSB und BSB sowie des Phosphors mittels Simultanfällung durch Eisenchloridsulfat. Die zusätzlichen Anforderungen an die Nährstoffelimination, insbesondere von Stickstoff, wurde in Heidelberg durch Verfahrensoptimierung erfüllt. Durch Verkürzung und Umbau der Vorklärung in Grobentschlammung und anoxische Zonen ließ sich der Stickstoffablaufwert von 13 mg/l einhalten. Zudem stellte sich eine biologische P-Elimination ein, die 2005 durch eine chemische P-Elimination ersetzt wurde. Gründe und Betriebserfahrungen sind im Nachfolgenden zusammengestellt.

Nach Umbau der Vorklärung in Grobentschlammung und anoxische Zonen stellte sich neben der gezielten Stickstoffentfernung gleichzeitig eine biologische Phosphorelimination ein. Ein Verfahrensbild ist in Abb. 1 dargestellt. Mit dieser Betriebsweise wurde die Anlage bis 2005 betrieben.

### Biologische P-Elimination

Unterstützt und positiv beeinflusst wurde dieser Prozess durch die Abwasserzusammensetzung. Im Einzugsgebiet der Kläranlage befindet sich ein Lebensmittelbetrieb, der Fruchtsäfte und Fruchtsaftkonzentrate herstellt. Das Abwasser des Betriebes war sehr hoch belastet mit leicht abbaubaren Kohlenstoffverbindungen (70.000 EGW). Zur Unterstützung und Sicherstellung des Ablaufwertes wurden Fällmittel in der Größenordnung von 0,3 mol Fe pro mol P zugegeben. Unter diesen Voraussetzungen ist es gelungen, einen P-Ablaufwert von kleiner 1 mg/l einzuhalten. Bei mittleren Zulaufkonzentrationen von 9 mg P/l betrug der Ablaufwert bei dieser Betriebsweise 0,7 mg P/l im Jahresdurchschnitt.

Im Jahr 2005 veränderte sich die Abwasserzusammensetzung im Zulauf der Kläranlage deutlich. Der Lebensmittelbetrieb hatte eine eigene Vorbehandlungsanlage gebaut, was zu einer deutlichen Reduzierung der Abwasserfracht bzw. Belastung, insbesondere der leicht abbaubaren Kohlenstoffverbindungen führte (Tabelle 1). Die biologische P-Elimination war unter diesen Umständen nicht aufrechtzuerhalten. Neben der reduzierten Zulauffracht machten insbesondere auch Belastungsschwankungen am Wochenende Probleme. Versuche einer belastungs- und/oder zuflussabhängigen Zudosierung von C-Quellen führten nicht zum Erfolg, so dass man sich entschied, die Phosphorelimination wieder auf chemischem Wege zu betreiben.

### Chemische P-Elimination

Die Umstellung von biologische auf chemische P-Elimination erfolgte im Jahr 2005. Bei analogen Zulaufwerten wie vor der Umstellung von 9 mg P/l betrug der Ablaufwert im Jahresmittel 0,45 mg P/l. Als Fällmittel wurde bzw. wird Eisen-III-Chloridsulfat in der Größenordnung von 1,4 Mol Fe pro Mol P eingesetzt.

### Vergleich biologische versus chemische P-Elimination

Im Nachfolgenden sind erste Erfahrungen und Daten der unterschiedlichen Verfahren zusammengestellt. In den Jahren 2003 und 2004 erfolgte die P-Elimination wie beschrieben auf biologische, im Jahr 2006 auf rein chemische Weise. Die Umstellung geschah im Jahr 2005. Nach einem Jahr Betrieb hat die Umstellung im Wesentlichen folgende Faktoren beeinflusst: Prozessstabilität, Fällmittelmenge, Schlammmenge, Entwässerungseigenschaften des Faulschlammes (Flockungsmittelmenge und Entwässerungsgrad), Zudosierung von C-Quellen, MAP-Bildung und Kosten.

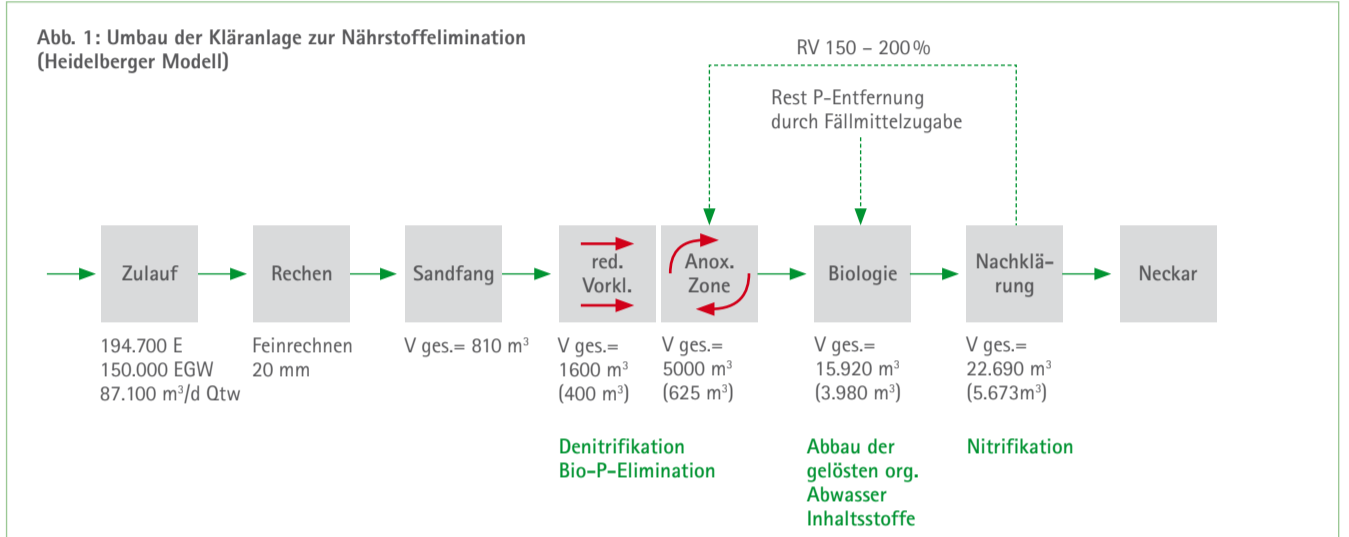


Tabelle 1: Jahreskostenvergleich P-Elimination

Kosten (Euro)	2003	2004	2005	2006
Flockungsmittel	505.000	479.000	210.000	247.000
Fällmittel	91.000	90.000	184.000	313.000
C-Quelle	11.000	35.000	42.000	8.000
Klärschlamm Entsorgung	996.000	1.023.000	785.000	780.000
MAP-Verhinderer	12.000	-	-	-
<b>Summe</b>	<b>1.615.000</b>	<b>1.627.000</b>	<b>1.221.000</b>	<b>1.348.000</b>
Auslastung Kläranlage (EW)	351.000	354.000	257.000	243.000
Gebührenfähige Abwassermenge (m³)	12.606.000	12.303.000	12.331.000	12.145.000
EW - spez. Kosten (Euro/EW)	4,60	4,60	4,75	5,54
Abwassergebührenspez. Kosten (Cent/m³)	12,8	13,2	9,9	11,1

Tabelle 2: Jahreskostenvergleich P-Elimination (bereinigte Kosten, Basis 2006)

Kosten (Euro)	2003	2004	2005	2006
Flockungsmittel	390.000	370.000	236.000	247.000
Fällmittel	91.000	90.000	184.000	313.000
C-Quelle	11.000	35.000	42.000	8.000
Klärschlamm Entsorgung	747.000	768.000	785.000	780.000
MAP - Verhinderer	12.000	-	-	-
<b>Summe</b>	<b>1.251.000</b>	<b>1.263.000</b>	<b>1.247.000</b>	<b>1.348.000</b>
Auslastung Kläranlage (EW)	351.000	354.000	257.000	243.000
Gebührenfähige Abwassermenge (m³)	12.606.000	12.303.000	12.331.000	12.145.000
EW - spez. Kosten (Euro/EW)	3,56	3,57	4,85	5,54
Abwassergebührenspez. Kosten (Cent/m³)	9,9	10,3	10,1	11,1

Tabelle 3: Anteiliger Kostenvergleich biologische/chemische P-Elimination der Jahre 2003 und 2006

Kosten (Euro)	Biologische P-Elimination	Chemische P-Elimination	Kostendifferenz
Flockungsmittel (€/EW)	1,11	1,02	- 0,09
Fällmittel (€/EW)	0,26	1,29	+ 1,03
C-Quelle/MAP (€/EW)	0,06	0,02	- 0,04
Klärschlamm Entsorgung (€/EW)	2,13	3,21	+ 1,08
<b>Summe (€/EW)</b>	<b>3,56</b>	<b>5,54</b>	<b>1,98</b>

Tabelle 4: Anteiliger Kostenvergleich biologische/chemische P-Elimination der Jahre 2003 und 2006

Kosten (Euro)	Biologische P-Elimination	Chemische P-Elimination	Kostendifferenz
Flockungsmittel (Cent/m³)	3,1	2,0	- 1,1
Fällmittel (Cent/m³)	0,7	2,6	+ 1,9
C-Quelle/MAP (Cent/m³)	0,2	0,1	- 0,1
Klärschlamm Entsorgung (Cent/m³)	5,9	6,4	+ 0,5
<b>Summe (Cent/m³)</b>	<b>9,9</b>	<b>11,1</b>	<b>1,2</b>



Abb. 2: Verfahrensabhängige und prozentuale Überschreitung der Warnwertgrenze

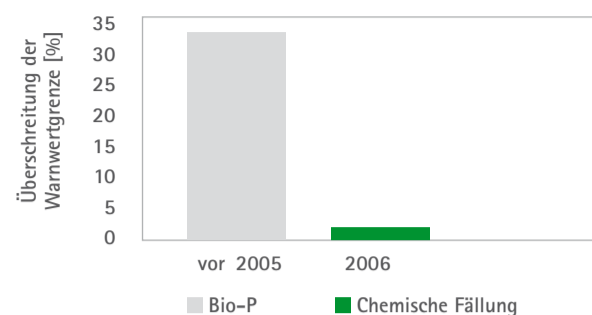


Abb. 3: Überschreitung der Warnwertgrenze in Abhängigkeit der Eisenzugabe

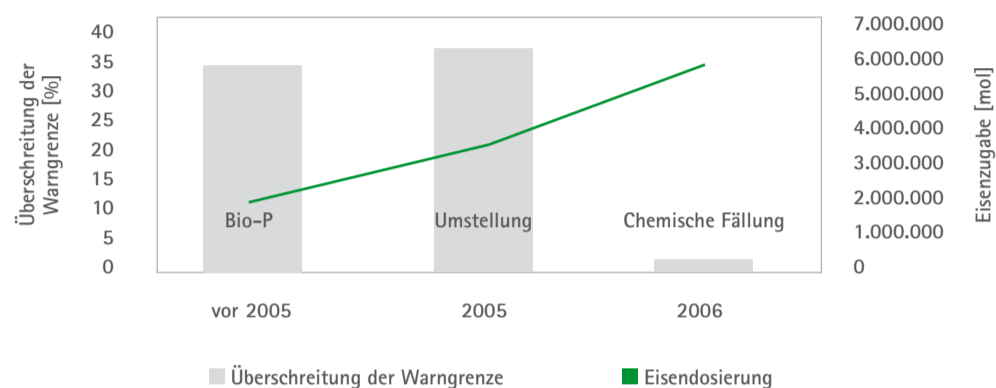


Tabelle 5: Entsorgte Schlammmenge in Abhängigkeit der P-Elimination

Jahr	2003	2004	2005	2006
Schlammmenge	14.461 to	14.881 to	13.113 to	15.005 to
Feststoffgehalt	25,4 %	25,8 %	26,7 %	27,8 %
Auslastung Kläranlage	351.000 EW	354.000 EW	257.000 EW	243.000 EW
Gebührenfähige Abwassermenge (m <sup>3</sup> )	12.606.000	12.303.000	12.331.000	12.145.000
EW – spez. Schlammmenge	41,2 kg/EW	42,0 kg/EW	51,0 kg/EW	61,7 kg/EW
Abwassermengenspez. Schlammengen	1,15 kg/m <sup>3</sup>	1,21 kg/m <sup>3</sup>	1,07 kg/m <sup>3</sup>	1,24 kg/m <sup>3</sup>
Abwassermengenspez. Schlammrockenmasse	0,29 kgTR/m <sup>3</sup>	0,31 kgTR/m <sup>3</sup>	0,29 kgTR/m <sup>3</sup>	0,35 kgTR/m <sup>3</sup>

### Prozessstabilität

Nach Umstellung der P-Elimination im Jahr 2005 war eine deutlich höhere Prozessstabilität festzustellen. Verdeutlicht wird dies in Abb. 2 anhand der Überschreitungshäufigkeit des verbandsintern festgelegten Warnwertes von 0,8 mg P/I im Ablauf der Kläranlage. Während in den Jahren 2003 und 2004 die Überschreitungshäufigkeit noch bei rund 31% aller Messwerte lag, wurde diese nach Umstellung auf das chemische Verfahren im Jahr 2006 deutlich auf unter 5% reduziert.

Extrem war die Situation im Umstellungsjahr 2005. Bedingt durch den Wegfall der leicht abbaubaren C-Verschmutzung stieg die Überschreitungshäufigkeit des Warnwertes merklich auf über 36% an. Zudem konnte auch der Ablaufwert von < 1mg P/I nicht mehr sicher eingehalten werden, was zu einer Überschreitung der rechtlich zulässigen 4 von 5 Regelung und somit auch zu einer Abwasserabgabeerhöhung führte. Den Einfluss der Fällmitteldosierung auf die Prozessstabilität zeigt Abb. 3. Hier wird deutlich, dass mit zunehmender Eisenzugabe die Überschreitungshäufigkeit des Warnwertes merklich zurückgeht.

### Kosten

In Tabelle 1 ist ein Jahreskostenvergleich der Betriebsjahre 2003 bis 2006 zusammengestellt. Betrachtet man die Gesamtkosten aller unter Punkt 4 genannten Einflussparameter, so ist keine Kostenerhöhung nach Umstellung der P-Elimination von biologisch auf chemisch festzustellen. Im Gegenteil, die Kosten haben sich vom Jahr 2003 von rund 1,6 Millionen Euro auf etwa 1,35 Millionen Euro reduziert. Einflussfaktoren hierfür waren jedoch folgende drei Punkte:

- deutliche Reduzierung der Belastung ab 2005
- neuer Schlammbehandlungsvertrag zu merklich günstigeren Preisen ab 2005
- neuer Flockungsmittellieferant mit deutlich günstigeren Preisen ab 2005

In Tabelle 2 ist der bereinigte Jahreskostenvergleich auf der Preisbasis 2006 zusammengestellt. Hier wird deutlich,

dass mit der Umstellung im Jahr 2005 eine Kostensteigerung verbunden war. Bezogen auf die Parameter Flockmittel, Fällmittel, C-Quelle, Klärschlammbehandlung und MAP-Verhinderer ist in den Jahren 2003 und 2006 eine Steigerung um 1,2 Cent/m<sup>3</sup> gebührenfähige Abwassermenge zu verzeichnen.

Die anteiligen, d. h. parameterbezogenen Mehr- und Minderkosten ergeben sich aus den Tabellen 3 und 4. Hier wird deutlich, dass erhöhten Kosten für Schlammbehandlung und Fällmittelverbrauch Minderkosten bei der C-Quellenzugabe und dem Flockungsmittelverbrauch gegenüberstehen. Nicht berücksichtigt ist in allen Kostenbetrachtungen der Einfluss der Abwasserabgabe bzw. von Abgabeerhöhungen. Die Entwässerung des ausgefauten Schlammes erfolgt mittels Hochleistungszentrifugen. Bezüglich des Schlammfalls war festzustellen, dass nach Umstellung der P-Elimination sich der Schlamm mit geringerem Flockmitteleinsatz besser, d. h. mit einem höheren Feststoffgehalt, entwässern ließ, was den Schlammehrfall reduziert hat. Die entsprechende Zusammenstellung ergibt sich aus Tabelle 5.

### Zusammenfassung

Der Abwasserzweckverband hat im Jahr 2005 die biologische durch die chemische P-Elimination ersetzt. Dies hat sich sehr positiv auf die Prozessstabilität ausgewirkt. Hinsichtlich der Kosten lässt sich nach einem Betriebsjahr eine leichte Steigerung um etwa 1,2 Cent/m<sup>3</sup> gebührenfähige Abwassermenge feststellen. Sowohl bei der Prozessstabilität als auch bei der Kostenbetrachtung handelt es sich um erste Erkenntnisse, die in der Folgezeit noch weiter betrachtet und vertieft werden müssen.

### Dipl.-Ing. Jürgen Weber

Abwasserzweckverband Heidelberg  
Tel. +49 (0)6221/582 - 7620  
juergen.weber@heidelberg.de  
www.azv-heidelberg.de

## aktuelle Termine



### 12. Oktober 2010

Fachseminar "Who-Is-Who im Belebtschlamm" der Süd-Chemie AG in Nürnberg

Anmeldung:  
SÜD-CHEMIE AG  
Trink- und Abwasserbehandlung  
Frau Kerstin Fischer  
Fax: 0 87 61/82-6 63  
kerstin.fischer@sud-chemie.de

### 10./11. November 2010

Löhnberger Abwassertage

Arbeitsgemeinschaft Abwasserzentrum Löhnberg  
Werner Humm  
Fon+Fax 06477/ 911278

### 16. und 17. November 2010

24. Karlsruher Flockungstage

Best Western Queens Hotel, Karlsruhe.  
(Nähere Infos in Kürze verfügbar)

### 16. November 2010

Seminarveranstaltung in München  
„Wie sieht die Kläranlage der Zukunft aus?“

Veranstalter:  
DWA – Landesverband Bayern  
Friedenstraße 40  
81671 München  
Fax-Antwort : 089 / 233 – 62595

### 24./25. November 2010

DWA Bundestagung in Bonn

Anmeldung:  
DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.  
Barbara Sundermeyer-Kirstein  
Theodor-Heuss-Allee 17  
53773 Hennef  
Tel.: +49 2242 872-181  
Fax: +49 2242 872-135  
sundermeyer-kirstein@dwa.de  
www.dwa.de

# Schlecht absetzbare Belebtschlammflocken – Ursachen und Lösungen

Das Belebtschlammverfahren ist das am weitesten verbreitete Verfahren zur Reinigung kommunaler Abwässer. Die Qualität des Ablaufwassers hängt sehr stark von der Effizienz der Fest/Flüssig-Trennung im Nachklärbecken ab. Diese ist nur hoch, wenn die Bildung von Belebtschlammflocken im Belebungsbecken ungestört funktioniert.

Im Zuge der weitergehenden Abwasserreinigung ist auf Kläranlagen die Stickstoff- und Phosphorelimination eingeführt worden. Besonders für die Optimierung der Nitrifikation ist der Parameter „Säurekapazität“ von großer Bedeutung, da die nitrifizierenden Bakterien Säure produzieren. Verfügt das Abwasser nicht über eine ausreichend hohe Säurekapazität, kann der pH-Wert unter 7,0 fallen. In diesem pH-Bereich sind jedoch sowohl die Nitrifikationsleistung als auch die Belebtschlammflockenbildung stark beeinträchtigt. Doch nicht immer ist eine zu geringe Säurekapazität die alleinige Ursache für kleine, leichte und scherempfindliche Belebtschlammflocken. Fast genau so häufig sind erhöhte Natriumkonzentrationen im Zulauf für schlecht absetzbare Belebtschlammflocken (mit)verantwortlich.

## Wodurch entstehen schlecht absetzbare Belebtschlammflocken?

Ursache für die ungünstige Flockenstruktur ist in der Regel die Aneinanderreihung folgender Umstände:

- Niedrige Härtegrade im Einzugsbereich der Kläranlage und/oder ein hoher Anteil an Niederschlagswasser im Zulauf führen zu niedrigen Calciumgehalten im Zulauf der Kläranlage.
- Der Belebtschlamm und das zufließende Abwasser kommen in Kontakt und die Calciumionen im Schlamm und im Wasser verteilen sich gemäß dem Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht auf beide Fraktionen.
- Ist die Calciumkonzentration im Zulauf gering – was bei hohem Niederschlagswasseranteil die Regel ist – wird dem Belebtschlamm viel Calcium entzogen und gelangt in den Vorfluter. Da das Calcium jedoch für den Zusammenhalt der Belebtschlammflocken entscheidend verantwortlich ist, werden die Flocken mit der Zeit immer kleiner, leichter und scherempfindlicher.
- Aufgrund der Nitrifikation, bei der Salpetersäure ( $\text{HNO}_3$ ) entsteht, wird Calcium zur Bildung von Puffersubstanzen (Calciumhydrogencarbonat) benötigt und bei Bedarf aus dem Belebtschlamm herausgelöst. Je mehr nitrifiziert wird, desto mehr Calcium muss aus dem Schlamm herausgelöst werden. Das ist vor allem dann der Fall, wenn man Trüb- und Filtratwässer behandelt.
- Bei der Denitrifikation wird Lauge produziert, wodurch die Hälfte der bei der Nitrifikation verbrauchten Säurekapazität zurückgewonnen werden kann. Ist die Denitrifikationsleistung aufgrund von „Futtermangel“ (Mangel an leicht abbaubaren Kohlenstoffverbindungen) nur eingeschränkt möglich, wird auch wenig Säure abgepuffert. Der pH-Wert im Ablauf sinkt.
- Bei niedrigen Temperaturen löst sich Sauerstoff im Belebungsbecken wesentlich besser als bei hohen Temperaturen. Deshalb kann die Belüftungsintensität reduziert werden. Infolgedessen wird jedoch auch weniger  $\text{CO}_2$  aus der Belebungsbecken herausgestrippt und bleibt als Kohlensäure im Wasser. Diese Kohlensäure verbindet sich ebenfalls mit Calcium zu Calciumhydrogencarbonat und gelangt in den Vorfluter.
- Reicht das im Zulaufwasser und im Belebtschlamm verfügbare Calcium nicht mehr aus, um sowohl die bei der Nitrifikation entstehende Salpetersäure als auch die beim C-Abbau entstehende Kohlensäure anzupuffern, sinkt der pH-Wert des Abwassers, wodurch die Nitrifikation deutlich verlangsamt wird, bis sie zum Erliegen kommt.
- Bei einem pH-Wert  $< 6,8-7,0$  im Belebungsbecken ist das Wasser in der Belebungsbecken in der Regel „kalkaggressiv“ und löst alle verfügbaren Kalk- bzw. Calciumverbindungen sowohl im Belebtschlamm als auch im Beton der Becken-

wände auf. Die gelösten Calciumverbindungen gelangen in den Vorfluter. Mit der Zeit können so erhebliche Schäden am Beton entstehen.

- Ohne Calciumverbindungen im Schlamm gibt es keine wirksame Belebtschlammflocke. Der Belebtschlamm treibt bei hydraulischer Belastung der Kläranlage in Form von Feinsuspensa ab. Der Ablauf ist trüb, die CSB- und Ges.-P-Gehalte steigen deutlich an.
- Kommt der durch oben genannte negative Einflüsse vorgeschädigte Belebtschlamm mit Natriumionen etwa aus industriellen Abwässern oder durch Streusalzeinsatz im Einzugsgebiet in Kontakt, tauschen die Natriumionen die verbleibenden Calciumionen im schlimmsten Fall innerhalb weniger Stunden aus, sodass der Belebtschlamm vollends seine Flockungsfähigkeit verliert.

Zusammenfassend führen folgende Faktoren zu schlecht absetzbaren Belebtschlammflocken in Kläranlagen:

- niedrige Wasserhärte im Trinkwasser des Einzugsgebiets,
- hoher Niederschlagswasseranteil im Zulauf,
- geringe Temperaturen,
- hohe Stickstoffgehalte im Zulauf,
- Behandlung von Trüb- und Zentratwässern,
- eingeschränkte Denitrifikation aufgrund von „Futtermangel“,
- häufiger Schneefall mit Streusalzeinsatz,
- hohe Natriumgehalte im Zulauf,
- ineffektive Belüftungssysteme.

Leider treffen alle Faktoren vor allem im Winter, aber teilweise auch im Sommer zu. Die einzige Möglichkeit, den oben beschriebenen Teufelskreis zu durchbrechen, ist eine gezielte Calciumzugabe mit Hilfe eines geeigneten calciumhaltigen Produkts. Dafür kommen folgende Kalkprodukte in Frage:

- Kreide ( $\text{CaCO}_3$ ),
- Kalkhydrat,
- Dolomit ( $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$ ).



Dosierstelle Belebungsbecken



Kreidezugabe auf einer Kläranlage, trocken

Aus folgenden Gründen empfehlen wir in der Regel den Einsatz von Kreide:

- schnelle Verfügbarkeit (Zugabe aus dem LKW möglich),
- Vorteile beim Handling (kein Risiko für Haut, Augen und Lunge, da pH-neutral),
- günstiger Preis,
- sehr hohe Säurepufferwirkung,
- geringe Calcium-Verluste über den Ablauf,
- hohe Oberfläche,
- gute Unterstützung vom Hersteller.

Mit dem Einsatz von Kreide sind folgende Effekte zu erwarten:

- Verringerung des Flockenabtriebs aus den Nachklärbecken,
- Erhöhung der Sichttiefen, Verringerung der Trübung und der Gehalte an abfiltrierbaren Stoffen im Ablauf,
- Verringerung der Ammonium-, CSB-, BSB5- und Phosphatkonzentrationen im Ablauf und Vermeidung von Spitzen,
- Verbesserung der Entwässerungseigenschaften des Faulschlammes.

Die Zugabe der Kreide sollte direkt aus dem Silo in das Belebungsbecken erfolgen. Die Kreide sollte nicht mit Rohabwasser in Kontakt kommen. Die Dosierung ist einfach und unkompliziert und erfolgt trocken.

Zu beachten ist, dass sich durch den Kreideinsatz der Schlammanfall etwas erhöht. Da die Kreide sich sehr positiv auf die Klärschlammmentwässerbarkeit auswirkt, führt der Trockenmassenzuwachs in der Regel nicht zu einer Erhöhung der zu entsorgenden Schlamm mengen.

## Literatur

1. Sölter, K.: Die Bedeutung der Säurekapazität auf Kläranlagen, Anwendungsbericht Ch. No. 77, Hach Lange GmbH ([www.hach-lange.de](http://www.hach-lange.de))
2. Kara, F. et al. Monovalent cations and their influence on activated sludge floc chemistry, structure and physical characteristics von Kara, F. et. al; Biotechnology and Bioengineering Volume 100, No. 2, June 1, 2008, <http://www3.interscience.wiley.com/journal/117864364/abstract?CRETRY=1&SRETRY=0>
3. Bever, J. et. al. 1993: Weitergehende Abwasserreinigung, R. Oldenbourg Verlag München, Wien, 2. Auflage, ISBN 3-486-26277-7
4. Hänel, K. 1986: Biologische Abwasserreinigung mit Belebtschlamm, VEB Gustav Fischer Verlag Jena, ISBN 3-334-00023-0
5. Kapp, H., 1983: Zur Interpretation der Säurekapazität des Abwassers, gwf wasser/abwasser 124 (1983), H. 3, S. 127 – 130
6. Tlamicha, J., 1999: Ergebnisse einer Berechnung mit dem dynamischen Simulationssystem der Fa. UAS Messtechnik GmbH, Ruhmannsfelden für den Bundesverband der Deutschen Kalkindustrie e.V., Köln
7. Sölter, K., 1998: Einsatz von Kalk zur Unterstützung der biologischen Abwasserreinigung, Vortrag anlässlich der 12. Karlsruher Flockungstage, 14./15. 12.1998
8. Strohmaier, A. 1996: Fällungchemikalien – Auswahlkriterien und Kosten, Vortrag, ATV-Seminar für die Abwasserpraxis, 6./7. 11. 1996, BITZ 13/96

## Kirsten Sölter

Bioserve GmbH  
Tel. +49 (0)6131/90622-68  
[soelter@bioserve-gmbh.de](mailto:soelter@bioserve-gmbh.de)  
[www.Bioserve-GmbH.de](http://www.Bioserve-GmbH.de)

## Produkte

# Kreide – ein Rohstoff aus uralten Zeiten



Kreidegewinnung im Tagebergbau

Die Erde hat ein wechselvolles Schicksal. Immer wieder änderte sich ihre Oberfläche: Einmal waren weite Teile von Meeren bedeckt, dann wieder zog sich das Wasser zurück, durch Faltungen bildeten sich Gebirge, trennten sich Kontinente voneinander ab. Bereits vor über 500 Mio. Jahren entwickelten sich in den Meeren die ersten mehrzelligen, wirbellosen Organismen mit Kalkschalen: die Weichtiere, Stachelhäuter und Krustentiere. Im Laufe der Zeit nahm die Artenvielfalt zu. Insbesondere in den küstennahen, warmen Flachgewässern gab es nahezu ideale Lebensbedingungen. Hier jagten Haifische und gefährliche Raubechsen wie der Plesiosaurus, suchten Ammoniten und Belemniten – tintenfischähnliche Kopffüßer – in kleinen Schwärmen nach Nahrung. Auch Seesterne fanden in dem von zahlreichen Muscheln und einer reichen Schneckenfauna besiedelten Meeresboden ihre Beute. Als sich das Wasser wieder zurückzog, hatten sich gewaltige Ablagerungen aus Schalen und Skeletten von Kleinlebewesen gebildet.

## Vor rund 100 Mio. Jahren entstanden

Die Kreide – nahezu reines Calciumcarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) – ist wie fast alle Kalkgesteine das Ergebnis einer solchen Sedimentation. Ihre großen Lagerstätten, die sich entlang eines Gürtels von England über Nordfrankreich, Belgien, Schweden, Dänemark, Norddeutschland, Polen und den Südwesten Russlands hinziehen, entstanden gegen Ende des Erdmittelalters – des Mesozoikums – vor rund 70 bis 100 Mio. Jahren. Der

durch die Ansammlung winziger Kalkplatten, den sogenannten Coccolithen, gebildete Kalkschlamm begann sich durch Druck allmählich zu verfestigen, behielt aber seine poröse und weiche Struktur. Natürliches Calciumcarbonat liegt größtenteils in einer nicht abbauwürdigen Form vor. Es bestehen jedoch Lagerstätten, die einen Gehalt von mindestens 97% aufweisen und hinsichtlich Umfang, Homogenität und geographischer Lage die Voraussetzungen für einen industriellen Abbau erfüllen.

## Gestein aus Calciumcarbonat

Grundsätzlich wird zwischen drei  $\text{CaCO}_3$ -Gesteinen unterschieden: Kreide, Kalkstein und Marmor. Unterschiedliche Bedingungen während der Sedimentation und der Metamorphose sind für die speziellen Charakteristika dieser drei Gesteine verantwortlich.

**Kreide** ist ein weiches und poröses Sedimentgestein, entstanden aus Schalen von Nanofossilien wie Coccolithen, Foraminiferen usw. und stammt aus Ablagerungen in flachen Schelfen. Bei der Sedimentskreide (auch Schreibkreide genannt) handelt es sich um feines mikrokristallines Material.

**Kalkstein** ist ebenfalls biogenen Ursprungs – ein sedimentäres Karbonatgestein, aber stärker verfestigt als Kreide. Kalkstein zeigt eine höhere innere Verdichtung und eine niedrigere Porosität als Kreide. Die Gesteinsbildner waren Schnecken und Muscheln. Die Größe der Kristalle liegt zwischen derjenigen von Kreide und Marmor.

**Marmor** schließlich ist das Produkt einer Metamorphose, also einer Rekristallisation von sedimentären Karbonatgesteinen, die unter hohem Druck und hoher Temperatur erfolgte.

## Hochreaktive Kreide aus Niedersachsen

Die Kreidevorkommen der Vereinigte Kreidewerke Dammann KG mit Hauptsitz in Söhlde und drei Werken in Norddeutschland – Söhlde, Lägerdorf, Klementelwitz/ Rügen – entstanden vor 70 bis 100 Mio. Jahren, also zur Zeit der Dinosaurier. Die Lagerstätte in Söhlde zählt zur unteren Oberkreide (Cenoman) und ist ca. 100 Mio. Jahre alt. Die erhaltenen Mikrostrukturen der Kreide verfügen, im Vergleich zu den Vorkommen älterer Entstehungsgeschichten etwa aus dem Devon oder Silur, über eine natürlich gegebene hohe BET-Oberfläche von 5–6  $\text{m}^2/\text{g}$ . Kreide ist aufgrund ihrer Mikrostruktur (1–2  $\mu\text{m}$ ) hochreaktiv und verfügt außerdem über sehr gute absorptive Eigenschaften.

Eine geologische Besonderheit der Söhlde Kreidevorkommen sind die Tonminerale, welche zusätzlich zu der alkalischen Oberfläche der Kreidepartikel den Nitrifikanten, einen festen Träger mit optimalen Wachstumsbedingungen, für die Biozönose liefern und zur Bildung stabiler Schlammflocken beitragen.

 $\text{CaCO}_3$ -haltige Schale von Nanofossilien

## Andrea Ermer

Vereinigte Kreidewerke Dammann KG  
Tel. +49 (0)5129/78-204  
aermer@dammann.de  
www.dammann.de



## Panorama

# IFAT ENTSORGA 2010 – viel mehr als eine Messe



Die IFAT ENTSORGA ist die weltweit wichtigste Fachmesse für Innovationen, Neuheiten und Dienstleistungen der Wasser-, Abwasser-, Abfall- und Rohstoffwirtschaft. Mit dabei: NIVUS GmbH und Süd-Chemie AG

## IFAT ENTSORGA in aller Kürze:

- die weltweit größte und umfassendste Umweltmesse
- mehr Ausstellungsfläche als jede andere Messe für Umwelttechnologie
- alle bedeutenden Key-Player präsentieren ihre neuesten Produkte, Lösungen und Services
- der internationale Treffpunkt für Entscheider

Mehr Infos unter:  
www.ifat.de

## Impressum

### Wasserlinse

Süd-Chemie AG  
Ostenrieder Str. 15  
85368 Moosburg  
www.die-wasserlinse.de

### Chefredaktion

Roswitha Bühl  
roswitha.buehl@sud-chemie.com  
Tel.: 49 (0) 8761 82-639

### Stellvertretende Redaktion

Rudolph Haux  
rudolph.haux@nivus.com

### Objektmanagement

Alexander Hartan  
alexander.hartan@sud-chemie.com

### Gestaltung und Produktion

parktext, München

### Auflage

4.000 Stück

Copyright auf alle Bilder. Namentlich gezeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder. Für unverlangte Einsendungen aller Art übernimmt der Verlag keine Haftung.

### Das Herausgeberteam

#### Süd-Chemie AG

Abwasserbehandlung und Anlagentechnik  
Ostenrieder Str. 15  
85368 Moosburg  
Tel.: 49 (0) 8761 82-619  
abwasserbehandlung@sud-chemie.com  
www.sud-chemie.com

#### UAS Messtechnik AG

Verfahrenstechnik, Wasser-, Abwasserbehandlung  
Prof.-Hermann-Staudinger-Str. 4  
94234 Viechtach  
Tel. 49 (0) 9942 9486-24  
info@uas.de  
www.uas.de

#### NIVUS GMBH

Im Täle 2  
75031 Eppingen  
Tel. 49 (0) 7262 9191-0  
info@nivus.de  
www.nivus.de

## NIVUS -

### Messtechnik für die Wasserwirtschaft

- Durchflussmessung
- Füllstandmessung
- Fernwirktechnik
- Prozessanalyse
- Dienstleistungen

Erleben Sie unsere neuesten Highlights aus der Praxis für die Praxis, oder informieren Sie sich bei einem unserer Seminare über Wissenswertes rund um die Durchflussmesstechnik. Unsere neuesten Entwicklungen zeigen Ihnen jetzt schon die Zukunft der Messtechnik in der Wasserwirtschaft. Auf über 200 m<sup>2</sup> erwarten Sie Information, Beratung, Know-how, Innovation, Snacks und Getränke in entspannter Atmosphäre. Lassen Sie sich überraschen!

Kostenlose Eintrittskartengutscheine sowie weitere Infos über die Themen und Uhrzeiten der Seminare bekommen Sie im NIVUS Newsletter. Einfach unter www.nivus.de registrieren, oder Sie wenden sich direkt an Ilona Müller, Tel. +49 (0)7262/9191-832.

Besuchen Sie uns in Halle A4,  
Stand 229/328!

## Süd-Chemie AG -

### Ihr Partner für Wasserbehandlung und mehr

Gerne informieren wir Sie an unserem Messestand über die aktuelle Produktpalette, Anlagentechnik und weiterreichende Services zur kommunalen und industriellen Abwasser- und Schlammbehandlung. Nutzen Sie die Gelegenheit, auf 150 Quadratmetern Standfläche das komplette Team der Süd-Chemie Industriegruppe Wasser- und Abwasserbehandlung zu treffen, das auf ihre individuellen Anliegen eingeht und Sie stets auf dem neuesten Stand hält.

### Innovative Schwerpunkte 2010:

- elektrokinetische Desintegration von Schlämmen und Biomasse
- neue Mischprodukte zur Industrieabwasserbehandlung
- Kühl- und Kesselwasserbehandlung
- Total Water Management

### Im Team mit starken Partnern: E&P Anlagenbau GmbH

Auch dieses Jahr werden wir durch die E&P-Anlagenbau GmbH verstärkt, die mit ihren Dienstleistungen rund um Anlagenbau und -planung der ideale Partner bei der Umsetzung unserer Verfahren ist. E&P bietet als Anlagenbauer darüber hinaus ein umfangreiches Leistungs- und Kompetenzspektrum im industriellen wie kommunalen Umfeld – eine Expertise, von der alle Beteiligten profitieren.

Besuchen Sie uns in Halle A3,  
Stand 225/326!

## Panorama

# Die Chartliste der beliebtesten Artikel der Wasserlinse

In der letzten Ausgabe hatten wir Sie gebeten, uns aus den Fachartikeln der Wasserlinse drei Ihrer Favoriten zu nennen. Hier sind Ihre Top-Ten der interessantesten Beiträge aus den bisher erschienen Ausgaben.

Platz	Thema bzw. Titel des Beitrags	Ausgabe
1.	Desintegration • Optimierung der Klär- und Biogaserzeugung durch Desintegration im elektrischen Feld • Desi bringt faulen Schlamm auf Touren	10/2009 11/2010
2.	Messtechnik • Genauigkeit von Durchflussmessungen in der Praxis • Der NIVUS Fullpipe als Alternative	11/2010
3.	Teilstrombehandlung Von der Nitrifikation zur Deammonifikation	11/2010
4.	Ein Fall für Edelstahl	11/2010
5.	Biologie von Abwasseranlagen Fortpflanzungsstrategie bei Einzellern	9/2009
6.	Durchmischung, das Stiefkind der Schlammfäulung	8/2008
7.	Phosphor-Rückgewinnung, eine Zukunfts-Strategie ...	7/2008
8.	Die erfolgreiche Bekämpfung von Blähschlamm, Schwimmschlamm und Schaum	6/2008
9.	Klein aber gemein – Nanoteilchen	10/2009
10.	Wasserlinsen, die Entengrütze im Fokus	2/2005



Mandy Kurtz, eine Mitarbeiterin der Süd-Chemie, durfte als „Losfee“ aus den zahlreichen Zusendungen den Gewinner der Kaffeemaschine ziehen. Das Los fiel auf **Werner Wörndl**, Mitarbeiter des Klärwerks Bockau, Stephanskirchen. Herr Wörndl freut sich über den neuen Kaffeevollautomaten von SAECO, zumal er sich eigentlich selten bis nie an Preisausschreiben beteiligt und nun auf Anhieb den Preis für sich und seine Kollegen gewonnen hat. Wir gratulieren herzlich zum Gewinn und wünschen viele genussreiche Kaffeepausen!

Da wir in dieser Ausgabe mit Layoutentwicklung und IFAT-Vorbereitung alle Hände voll zu tun hatten, gibt es erst in der nächsten Wasserlinse wieder etwas zu gewinnen – Versprochen!

Herzlich, Ihr Redaktionsteam