

Oft ein Sorgenkind bei der Abwasserreinigung: Die Schlammwässer

1 Einleitung

Die Stickstoff-Rückbelastung der Schlammwässer aus kommunalen Kläranlagen mit Schlammfäulung macht etwa 15 bis 25 % der Gesamtstickstofffracht im Rohabwasser des Zulaufs aus. In den meisten Fällen wird dieser zusätzliche Stickstoff aus der Schlammbehandlung in der biologischen Stufe durch Nitrifikation und Denitrifikation abgebaut. Ausgelastete Kläranlagen oder Anlagen mit saisonalen Belastungen haben hier oftmals Probleme, die Grenzwerte einzuhalten. Dies liegt häufig an einem zu geringen Sauerstoffeintrag bei der Nitrifikation, es kann aber auch am nötigen Kohlenstoff oder ausreichenden Beckenvolumen bei der Denitrifikation fehlen.

Bevor jedoch zusätzliche Investitionen für den Ausbau der bestehenden biologischen Stufe geplant werden, sollte die Möglichkeit einer separaten Behandlung dieser Schlammwässer geprüft werden. Hier stehen mittlerweile interessante Verfahren zur Wahl, die in der Praxis mit Erfolg eingesetzt wurden.

2 Definition der Schlammwässer

Die Schlammwässer aus unterschiedlichen Prozessen werden wie folgt bezeichnet:

Fest-flüssig-Trennung	Bezeichnung des Schlammwassers
statische Eindickung	Überstandswasser
Siebbandpressen, Kammerfilterpressen	Filtratwasser
Zentrifuge, Schneckenpressen	Zentrat/Dekantat
Schlammfäulung	Trübwasser
Vorversäuerung	Hydrolysat

3 Stoffliche Rückbelastungen

3.1 Kohlenstoff-Rückbelastung

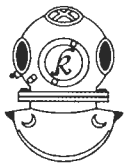
In der Schlammfäulung werden bis zu 60 % des organischen Materials abgebaut. Der dabei anfallende CSB im Filtratwasser liegt, je nach Anteil der Menge an Primär- oder Überschussschlamm, bei ca. 400 bis 800 mg/l. Da dieser großteils inerte CSB nur zu einem geringen Teil biologisch abbaubar ist, wird letztlich die CSB-Konzentration im Ablauf ansteigen. Bei einem durchschnittlichen Mengenverhältnis des Schlammwassers zum Zulauf der Kläranlage von 1 zu 100 entsprechen 100 mg/l CSB_{incit} im Schlammwasser einer Konzentrationserhöhung im Ablauf von ca. 1 mg/l. Die Rückbelastung des CSB hat ansonsten für die Abwasserreinigung keine weitere Bedeutung.

3.2 Phosphor-Rückbelastung

Bei der chemisch-physikalischen Phosphorelimination ist die P-Rückbelastung in der Regel vernachlässigbar gering. Bei der Bio-P-Elimination wird das biologisch gebundene Phosphat im Faulbehälter wieder vollständig freigesetzt. Durch chemisch-physikalische Prozesse wie Adsorption und Fällung wird es aber wieder refixiert. Daher ist auch diese Rückbelastung nicht als problematisch anzusehen. Bei heute üblichen Phosphorgehalten im Überschussschlamm von etwa 2,5 % ist eine P-Rückbelastung von selten mehr als 5 %, bezogen auf die Rohabwasserfracht, zu erwarten.

3.3 Stickstoff-Rückbelastung

Die Stickstoff-Rückbelastung aus der Schlammwässerung hat für die Stickstoffelimination in der biologischen Stufe, sowohl für die Nitrifikation als auch für die Denitrifikation, Auswirkungen. Die Stickstoff-Rückbelastung aus dem Filtratwasser kann dabei mit etwa 1,5 g N/(EW × d) angenommen werden.



KERLEN TAUCHER

- TAUCHERMEISTERBETRIEB -

63450 HANAU, SAARSTRASSE 3

TEL : +49(6181) - 66 89 742

FAX: + 49(6181) - 66 89 746

WWW.KERLEN-TAUCHER.DE

- TAUCHERARBEITEN ALLER ART
- BERATUNG UND PLANUNG
- FAIRE ANFAHRTSPAUSCHALEN

KONTAMINIERTE BEREICHE
 FAULTÜRME ◊ ABWASSERANLAGEN
 BAUTAUCHEN ◊ HÄFEN
 WASSERSTRASSEN ◊ SCHIFFE ◊ OFFSHORE
 SUCHEN UND BERGEN

Bei der Kläranlage Strass liegt der Jahresmittelwert der Rückbelastung aus der Schlammwässerung bei ca. 240 kg $\text{NH}_4\text{-N/d}$, was umgerechnet 1,7 g N/(EW × d) entspricht. Der spezifisch höhere Wert ist auf die zweistufige Belebung zurückzuführen, da hier generell mehr Überschussschlamm in die Schlammfäulung eingebracht wird.

Bei der Nitrifikation ist zu unterscheiden, ob die Rückführung der Filtratwässer kontinuierlich oder diskontinuierlich erfolgt. Bei kontinuierlicher Dosierung wird die mittlere Stickstofffracht im Zulauf zur Belebung erhöht, dabei werden auch die Nitrifikanten im belebten Schlamm ansteigen, wodurch keine Erhöhung der Ablaufkonzentration auftreten sollte.

Beim diskontinuierlichen Betrieb kann kurzfristig eine Erhöhung der Ablaufkonzentration auftreten, was besonders auf kleinen und mittleren Anlagen zutrifft, wenn nur an bestimmten Tagen entwässert wird.

Bei der Denitrifikation wird durch die N-Rückführung mehr Volumen für die Denitrifikationszone benötigt, falls nicht durch Zugabe von internem oder externem Kohlenstoff das Kohlenstoffdefizit ausgeglichen wird.

Energetisch betrachtet ist bei der Stickstoffrückbelastung in jeden Fall der zusätzliche Sauerstoffbedarf von 4,3 kg $\text{O}_2/\text{kg NH}_4\text{-N}$ zu berücksichtigen.

4 Mögliche Verfahren zur getrennten Filtratwasserbehandlung

Es sind mehrere Verfahren zur getrennten Filtratwasserbehandlung in der Praxis erprobt, die sich in zwei Gruppen teilen:

Biologische Verfahren

- Nitrifikation/Denitrifikation
- Nitritation/Denitrifikation
- Deammonifikation

Chemisch/physikalische Verfahren

- Ammoniakstrippung
- Struvitfällung

Im Weiteren werden nur die biologischen Verfahren näher beschrieben.

4.1 Nitrifikation/Denitrifikation

Hier wird mithilfe spezialisierter Bakterien Ammonium in Nitrit und Nitrat umgesetzt, mit dem Nachteil, dass hier aufgrund des ungünstigen C/N-Verhältnisses im Filtratwasser eine zusätzliche Kohlenstoffquelle notwendig ist, die entweder intern mittels Primärschlamm oder extern aus Methanol stammen könnte.

Weiter wird auch durch die Nitrifikation viel Sauerstoff und somit Energie verbraucht. Der spezifische Energieverbrauch liegt hier bei 3,5 bis 5,7 kWh/kg N.

Auf der Kläranlage Strass war vor der Umstellung auf die separate Filtratwasserbehandlung eine diskontinuierliche

Zugabe in die Schwachlastbiologie durch die Entwässerung mit Kammerfilterpressen gegeben. In Abbildung 1 ist der nitrifizierte $\text{NH}_4\text{-N}$ von sechs Pressen (ca. 180 kg $\text{NH}_4\text{-N}$) deutlich in der erhöhten Nitrat-Stickstoff-Konzentration gegenüber den Tagen ohne Pressen zu erkennen.

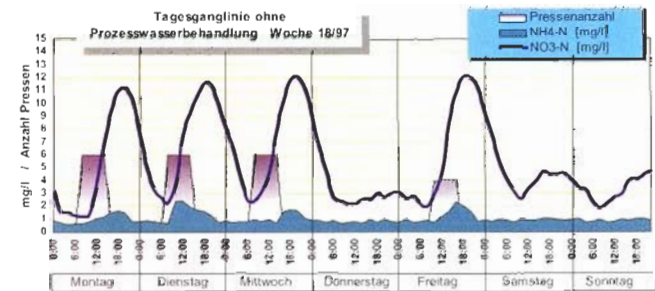


Abb. 1: Einfluss der Schlammwässerung auf die Nitrat-Ganglinie

4.2 Nitritation/Denitrifikation

Hier wird die Ammoniumoxidation nur bis zur Stufe des Nitrits geführt. Das Nitrit wird im zweiten Schritt, der Denitrifikation, zu molekularem Stickstoff reduziert.

Bei diesem Verfahren werden ca. 25 % des Sauerstoffbedarfs und ca. 40 % des Kohlenstoffbedarfs im Vergleich zur Nitrifikation/Denitrifikation eingespart. Der spezifische Energieverbrauch liegt somit bei 2,5 bis 3,0 kWh/kg N. Durch die

BILFINGER BERGER
Facility Services

PASSAVANT INTECH

Mit uns erhalten Sie den Durchblick!

Innovative Reglersysteme

- Ganzheitliche Regelung
- Garantiert gute Ablaufwerte
- Maßgebliche Kosteneinsparung
- Maximale Betriebssicherheit
- Alternative zum Ausbau
- Ressourcen schonen

Passavant-Intech GmbH, Kettelerstraße 5-11, 97222 Rimpfing
kontakt@passavant-intech.de, www.passavant-intech.de

unvollständige Oxidation des Stickstoffs werden erhöhte Nitritgehalte im Ablauf der Reinigungsstufe auftreten, die aber in der Regel in der normalen biologischen Stufe der Kläranlage vollständig abgebaut werden.

Dieses Verfahren wurde auf der Kläranlage Strass 1997 in Betrieb genommen und war bis August 2004 ohne nennenswerte Probleme in Betrieb. Durch die separate Filtratwasserbehandlung hatte die Stickstoff-Rückbelastung praktisch keinen nennenswerten Einfluss mehr auf die Schwachlastbiologie (Abbildung 2).

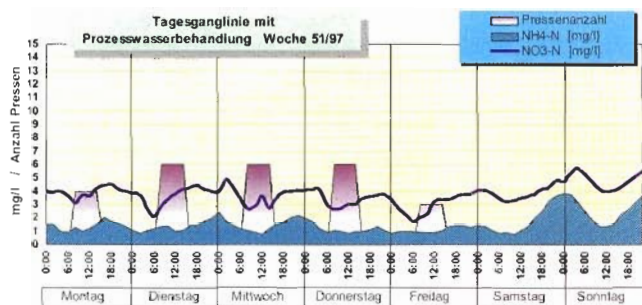


Abb. 2: Die Nitrat-Ganglinie bei separater Filtratwasserbehandlung

4.3 Deammonifikation

Hier wird im ersten Schritt nur ein Teil (ca. 50 %) des Ammoniums zu Nitrit oxidiert. Im zweiten Schritt werden, unter anoxischen Bedingungen, Ammonium und Nitrit zu N_2 reduziert. Der große Vorteil bei diesem Verfahren ist, dass praktisch kein Kohlenstoff mehr benötigt wird. Auch werden ca. 60 % des Sauerstoffs gegenüber der Nitrifikation/Denitrifikation eingespart. Es werden etwa 10 % des Ammoniums zu Nitrat umgewandelt, so dass eine vollständige Stickstoffentfernung nicht möglich ist, was aber bei einem Stickstoffabbau von ca. 85 bis 90 % kein Problem darstellt.

4.3.1 Praktische Umsetzung der Deammonifikation

Für diesen Prozess sind spezielle Mikroorganismen erforderlich, die erstmals 1999 als Planktomyceten identifiziert wurden. Diese anaerob ammoniumoxidierenden Bakterien wachsen extrem langsam (Verdoppelungszeiten von

mindestens elf Tagen) und sind sehr empfindlich gegenüber erhöhter Nitritkonzentration. Diese beiden Faktoren, langsames Wachstum und niedere Toxizitätstoleranz der Organismen, haben bisher eine erfolgreiche, robuste großtechnische Umsetzung dieses Prozesses verhindert.

In Zusammenarbeit mit der Universität Innsbruck (Dr. Bernhard Wett) wurde auf der Kläranlage Strass ein einstufiges Verfahren zur Deammonifikation entwickelt, das mittlerweile als DEMON-Verfahren patentiert ist.

Die größte Schwierigkeit, diesen Prozess zu starten, war, ausreichend Biomasse anzureichern, was in Strass über einen Zeitraum von zwei Jahren gelungen ist (2002 bis 2004). Dabei wurden aus einer Versuchsanlage der EAWAG in Zürich ca. 4 l Schlamm als Inoculum für einen Rührreaktor mit einem Volumen von $0,3 \text{ m}^3$ verwendet, der kontinuierlich mit Ablauf aus dem bestehenden SBR zur Nitrifikation/Denitrifikation des Filtratwassers beschickt wurde.

Bei Erreichen eines Trockensubstanzgehalts von ca. 5 g/l wurde mit dem angereicherten Schlamm die nächste Reaktorgröße mit einem Volumen von $2,4 \text{ m}^3$ in Betrieb genommen. Der im Verhältnis von fast 1 : 10 verdünnte Schlamm musste wiederum während einer langwierigen Anreicherungsphase aufgebaut werden. Besonders die Startphasen nach der jeweiligen Reaktorinbetriebnahme erwiesen sich als sehr instabil mit kaum messbaren Stoffumsätzen und Sauerstoffzehrungsraten und infolgedessen mit unerwünschtem Sauerstoffeintrag über die Wasseroberfläche.

4.3.2 pH-gesteuerte Deammonifikation (DEMON)

Im Juli 2004 wurde dann der SB-Reaktor zur Prozesswasserbehandlung (500 m^3) angeimpft und die Steuerung umgestellt (Abbildung 3). Um einerseits eine schnelle Nitritanreicherung zu verhindern und andererseits den zweiten Oxidationsschritt vom Nitrit zum Nitrat zu limitieren, wurde ein niedriger Sollwert von ca. $0,3 \text{ mg/l}$ für die Sauerstoffkonzentration gewählt. Während der ca. sechs Stunden dauernden Belüftungsphase werden beide Deammonifikationsprozesse – Nitritation und anaerobe Ammoniumoxidation – betrieben, die gegenläufige Auswirkungen auf den pH-Wert aufweisen.

www.
AQUADATA.de

**Die Redox-Regelung,
das Original !**

Regelung der Nitrifikation / Denitrifikation
Nach- und Umrüstung bestehender Kläranlagen
Kontrolle der Schlammstabilisierung

AQUADATA Abwassertechnik GmbH
Friedrich-Seele-Straße 1b • 38122 Braunschweig
Tel.: (05 31) 50 14 52 • Fax: (05 31) 50 09 07
E-Mail: info@aquadata.de

STOP! Geruch und Korrosion
OHNE Chemikalien, Energie und Verbrauchsmaterial

- mit Geruchsdämpfungssystemen im Kanal
- mit Abdecksystemen in Pumpwerken

Optimalvariante im neuen Sulfidpraxishandbuch
der Abwassertechnik

STOP! Oberflächenwasser

- mit Wasserverschlussystemen im Kanal

Positive Reaktionen von Betreibern
bestätigen den technischen Vorsprung

**UNI
TECHNICS**
Umwelttechnische Systeme

Werkstraße 711 • 19061 Schwerin
Tel.: +49 (0)385 / 4 88 58 95
Fax: +49 (0)385 / 4 83 85 43
www.unitechnics.de • info@unitechnics.de

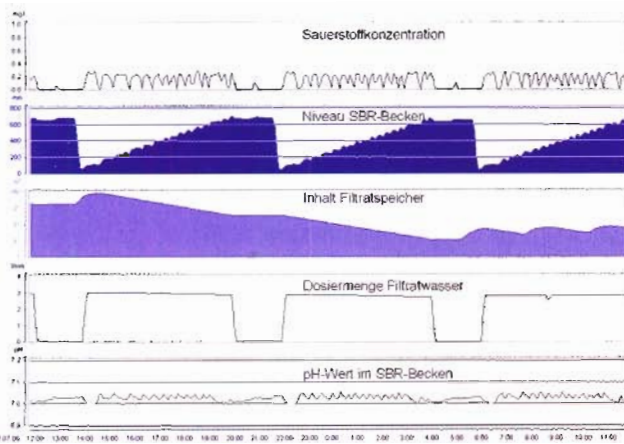


Abb. 3: Auswirkungen der pH-gesteuerten Deammonifikation

Der Luftenrag erfolgt nur innerhalb eines sehr engen pH-Intervalls von 0,01. Das heißt, infolge des Sauerstoffeintrags dominiert die Nitrifikation über die anaerobe Ammoniumoxidation, und der pH-Wert fällt ab, bis der untere Schwellenwert der Prozesssteuerung erreicht wird und die Belüftung abgestellt wird. Die Sauerstoffkonzentration sinkt gegen Null, und das während des Belüftungsintervalls gebildete Nitrit wird zur Oxidation des Ammoniums aufgebraucht. Infolge dieses Prozesses und der kontinuierlichen Zugabe des alkalischen Prozesswassers steigt der pH-Wert bis zum oberen Schwellenwert an, und die Belüftung setzt wieder ein.

Bei der Inbetriebnahme des SBR zeigten sich Skalierungsprobleme, da Luft eintrag und Abzugseinrichtungen an die anfangs stark limitierten Beschickungsmengen angepasst werden mussten. Um Überschreitungen des geringen Sauerstoffsollwerts zu verhindern, wurde das Gebläse gedrosselt und mit Fortdauer der Inbetriebnahmephase der Leistungsbereich wieder erhöht.

Die Schlammrockensubstanz hat während der Startphase von über 6 g/l kontinuierlich auf unter 3 g/l abgenommen und konnte erst mit voller Beschickung wieder gesteigert werden. Mittels Massenbilanz der produzierten Biomasse konnte die Dominanz der autotrophen Aktivitäten gezeigt werden. Das heißt, im Ablauf der Prozesswasserbehandlung, einschließlich Schlammabtrag, findet sich infolge der autotrophen C-Fixierung mehr organischer Kohlenstoff als im Prozesswasserzulauf – ein für Abwasserreinigungsanlagen unübliches Muster.

Der Schlammvolumenindex verschlechterte sich während der Inbetriebnahmephase mit einem Schlammalter von über 100 Tagen und der Umstellung der Biozönose auf über 150 ml/g, stabilisierte sich dann aber auf einen robusten Bereich um ca. 75 ml/g. Rückschläge in der Inbetriebnahmephase ergaben sich durch Biomasseverluste bei Umstellung der Abzugseinrichtung und infolge Schaumproblemen. Die Schaumentwicklung konnte durch die Installation einer Ringleitung entlang des Beckenrands, über die der Prozesswasserzulauf auf die Oberfläche gesprüht wird, beherrscht werden. Mit Jahresende 2004 wurde die erforderliche Anlagenkapazität von 250 kg $\text{NH}_4\text{-N/d}$ erreicht.

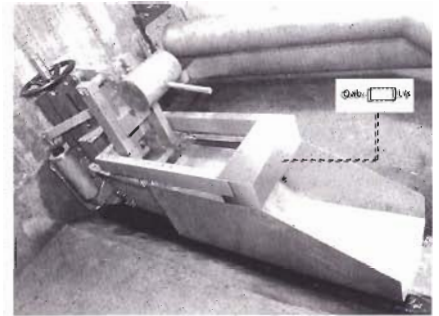
Besonders auffällig wirkt sich die Umstellung auf das DEMON-Verfahren auf den Energieverbrauch der Anlage aus. Bezogen auf die abgebaute Ammoniumfracht sinkt der spezifische Energiebedarf vom Bereich zwischen 2 und 3 kWh/kg N auf ca. 1 kWh/kg N ab. Diese Einsparung übertrifft die Erwartungen aus der Stöchiometrie und lässt sich vor allem durch die verbesserte Sauerstoffeintragseffizienz (α -Wert) bei geringerem TS-Gehalt und durch stark verminderte heterotrophe Sauerstoffzehrung begründen. Durch den Verzicht auf die Kohlenstoffdosierung in Form von Aktivschlamm entfällt nicht nur der Sauerstoffverbrauch für die teilweise aerobe Stabilisierung, sondern es erhöht sich zudem das Biogaspotenzial beim anaeroben Abbau im Faulturm.

4.3.3 Betriebsergebnisse

In Tabelle 1 ist das Betriebsergebnis der letzten fünf Jahre dargestellt, wobei ab



Im Doppelpack: Abflussregelung mit Durchfluss-Messung



bgu-Waage-Drosseln mit Durchfluss-Messung

- Die ideale Kombination um Durchflüsse zu regeln und zu erfassen, Regenbecken zu bewirtschaften, Fremdwassereinleitungen aufzuspüren oder die Kanalauslastung zu ermitteln.
- Kostengünstiges Messverfahren mit hoher Betriebssicherheit und Messgenauigkeit. Gut geeignet für Nachrüstungen.



bgu-E-Segment-Drosseln mit Durchfluss-Messung

- Vielseitig einsetzbar zur Abflusssteuerung, Kanalbewirtschaftung und Kanalreinigung.
- Solarbetrieb möglich (Regelung), mit moderner SPS bereits fernwirktauglich, für kleine Schächte geeignet.

Bitte informieren Sie sich:

bgu - Umweltschutzanlagen GmbH
Schwabenstr. 27, D-74626 Bretzfeld
Telefon +49(0)7946-9120-0
Telefax +49(0)7946-9120-19
E-Mail info@bgu-online.de

www.bgu-online.de

Jahr	Abgebaute Fracht [kg/d]		Energiebedarf [kWh/kg NH ₃ -N]		Stickstoffabbau [%]	
	SB-Biologie	SBR	SB-Biologie	SBR	SB-Biologie	SBR
2003	546	171	6,9	2,9	88	91
2004	595	221	6,5	2,1	87	88
2005	528	195	6,4	1,1	87	90
2006	558	181	5,4	1,6	86	86
2007	557	216	5,7	1,3	87	91

Tabelle 1: Stickstoffabbau in den letzten Jahren

Energieaufwand	268 kWh/d entspricht 1,3 kWh/ kg N mit 0,12 €/ kWh
Analytik	drei Messungen täglich (Ammonium, Nitrit und Nitrat)
Arbeitsaufwand	Die Beckenreinigung und die Analytik nehmen täglich ca. 0,5 h in Anspruch. Alle zwei Monate werden die Beschickungsleitungen mit Düsen und der Filtratwasserspeicher gereinigt sowie die O ₂ - und pH-Sonden kalibriert. Das ergibt einen Arbeitsaufwand von etwa 1 h/d.

Tabelle 2: Betriebsaufwand im Jahr 2007

Betriebskosten für die Filtratwasserbehandlung	Jahreskosten [€/a]	N-spezifische Kosten [€/kg N]
Investition: 15-jährige Abschreibung (220 000 €)	14 670	0,19
Betrieb: Personal	10 950	0,14
Energie	9 410	0,12
Betriebsmittel: Analytik	2 077	0,03
externe Kohlenstoffzugabe	0	0
Summe	37 100	0,48

Tabelle 3: Betriebskosten im Jahr 2007

der Umstellung auf die Deammonifikation im August 2004 bereits der verbesserte spezifische Stickstoffabbau zu erkennen ist.

Betriebskosten

Aufgrund der Adaptierung des zweiten Beckens der Hochlastbiologie beliefen sich die Gesamtinvestitionskosten der SBR-Anlage auf nur 220 000 €, wobei die gesamte MSR-Technik vom Kläranlagenpersonal in Eigenregie installiert bzw. umgesetzt wurde. Bei Planung einer vergleichbaren Prozesswasserbehandlung wie die der Kläranlage Strass muss etwa mit den doppelten Investitionskosten gerechnet werden. Das entspricht bei einem Reaktorvolumen von 500 m³ und einem Speichervolumen von 160 m³ einem Preis von ca. 670 €/m³ Volumen. Den Betriebsaufwand im Jahr 2007 listen die Tabellen 2 und 3 auf.

Energieüberschuss

Durch die weitere Energieoptimierung seit Inbetriebnahme des DEMON-Verfahrens wurden erstmals im Jahr 2005 ca. acht Prozent mehr Energie erzeugt als für die gesamte Kläranlage notwendig war (Abbildung 4).

5 Zusammenfassung

In kommunalen Abwasserreinigungsanlagen werden die stickstoffbelasteten Schlammwässer üblicherweise im Hauptstrom durch Nitrifikation/Denitrifikation abgebaut. Dabei kann die Reinigungsleistung in der biologischen Stufe durch Stoßbelastung oder ungünstige Nährstoffverhältnisse stark beeinträchtigt werden. Werden die Stick-

Berufstaucher Bayern

Carola Süßmann-Zeise
Pestalozzistraße 14, D-93133 Burglengenfeld
Handy 01 51/11 20 13 16
Telefon 094 71/74 46, Fax 094 71/60 74 32

- Kläranlagen-Reparaturen
- Montagearbeiten von Räumschildern und Rührwerken
- Kontrollarbeiten
- Faultürme - Kontrolle und Wartung
- Faulturmsanierung
- Schlamm- und Schlammabsaugung

Solare Klärschlamm-trocknung mit dem WendeWolf



Verdunstetes Wasser muss nicht entsorgt werden
Reduzierung der Entsorgungskosten bis über 70%
Weltweit seit 15 Jahren erfolgreich im Einsatz



Anlagenbau GmbH
Solare Trocknungstechnik
Ritterweg 11, D-99400 Kandern
Tel. +49 (0)7626 9154 0
Fax +49 (0)7626 9154 300
anlagenbau@tinet.de

www.wendewolf.com

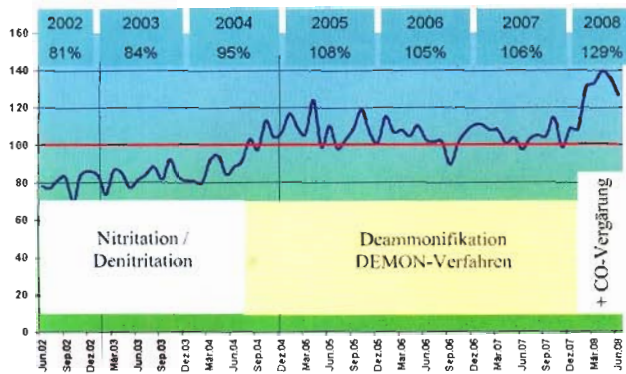


Abb. 4: Eigen-Energieabdeckung in Prozent

stoff-Rückläufe über eine separate Schlammwasserbehandlung abgebaut, kann die normale biologische Stufe entlastet werden, wodurch einerseits Anlagenkapazität frei wird und andererseits durch den optimierten Stickstoffabbau Betriebskosten gespart werden. Dabei hat sich das biologische Verfahren mit dem Deammonifikationsprozess bereits im dreijährigen Betrieb auf der Kläranlage Strass positiv bewährt. Tabelle 3 zeigt, dass hier Betriebskosten von ca. 0,5 €/kg abgebauten Stickstoff möglich sind.

Auszeichnung für Michael Kuba

Gerne berichten wir, dass Dipl.-Ing. *Michael Kuba* – Mitglied des Redaktionsbeirats der *KA-Betriebs-Info* – mit der Ehrennadel der DWA ausgezeichnet wurde.

Zum ersten Mal erhält damit eine Persönlichkeit aus der Oberlausitz diese Ehrung. Wir freuen uns darüber ganz besonders, denn Michael Kuba vertritt im Redaktionsbeirat die Interessen der deutschen Praktiker und unterstützt mit Rat und Tat die Arbeit der Redaktion.

Beschäftigt ist er – als Technischer Geschäftsführer – bei der Süd-Oberlausitzer Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsgesellschaft (SOWAG) in Zittau und lebt somit nicht gerade in der Mitte Deutschlands. Und gerade das macht ihn so wertvoll für die DWA. Denn er gehört zu den unersetzlichen Stützen beim Aufbau des Landesverbands Sachsen/Thüringen nach der Wende. Sein fachliches Wissen und sein Rat sind überall gefragt, ob als Regionalleiter der Kläranlagen- und Kanal-Nachbarschaften, Beirat im Landesverband, Lehrer im Klärwärter-Grundkurs oder in verschiedenen Arbeitsgruppen.

Wir reißen uns gerne in die Schlange der Gratulanten ein und hoffen natürlich auch weiterhin auf seine tatkräftige Unterstützung.

Literatur

Arbeitsbericht der ATV-DVWK-Arbeitsgruppe AK-1.3: Rückbelastung aus der Schlammbehandlung – Menge und Beschaffenheit der Rückläufe, *Korrespondenz Abwasser* 2000, Nr. 8

Arbeitsbericht der ATV-DVWK-Arbeitsgruppe AK-1.3: Rückbelastung aus der Schlammbehandlung – Verfahren zur Schlammwasserbehandlung, 2004, Download im Mitgliederbereich der DWA-Website: www.dwa.de

B. Wett, M. Hell: Betriebserfahrungen mit dem DEMON-Verfahren zur Deammonifikation von Prozesswasser, *Korrespondenz Abwasser* 2008, Nr. 3

M. Beier, M. Sander, Y. Schneider, K.-H. Rosenwinkel: Energieeffiziente Stickstoffelimination, *Korrespondenz Abwasser* 2008, Nr. 6

Autor

Christian Fimml
 Betriebsleiter
 Abwasserverband Achenal-Inntal-Zillertal
 6261 Strass i. Z., Österreich
 Tel. ++43 (0)52 44/6 51 18-11
 E-Mail: fimml@aiz.at



Michael Kuba (l.) in seinem Element

Manfred Fischer

DWA-Veranstaltungskalender Januar bis März 2011, siehe Seite 802

Weitere Angebote:

DWA-Bundesgeschäftsstelle: www.dwa.de, dort: Veranstaltungen

ÖWAV: www.oewav.at, dort: Veranstaltungen

VSA: www.vsa.ch, dort: VSA-Veranstaltungen