

Prof. Dr.-Ing. Jörg STRUNKHEIDE; Ullrich SISTERHENN

Langzeiterfahrungen mit biologischen Additiven

Auf der Kläranlage Bad Salzig wird seit fast 10 Jahren das biologische Additiv DOSFOLAT[®]XS erfolgreich getestet.



Belebungsbecken der Kläranlage in Bad Salzig

Bild 1

Der Versuchsbetrieb mit DOSFOLAT[®]XS auf der Kläranlage Bad Salzig (Bild 1) wurde am 13. Oktober 2004 aufgenommen. Er war ein praxisnaher Bestandteil eines Forschungsvorhabens, das das Ziel verfolgte, einen Leitfaden zur Ermittlung des Innovations- und Einsparpotenzials bei kommunalen Kläranlagen zu erstellen. Auftraggeber war das Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Ernährung, Weinbau und Forsten (Rheinland-Pfalz). In diesem Forschungsprojekt wurde der Einsatz der biologisch-chemischen Hilfsstoffe Tenside, Folsäure und Enzyme in der Abwassertechnik untersucht. Der Leitfaden sollte den Kläranlagenbetreibern helfen, die richtigen Entscheidungen für oder auch gegen den Einsatz dieser Hilfsstoffe – einzeln oder in Verbindung mit weiteren innovativen Technologien – zu treffen. Zielsetzung des damaligen Probebetriebes mit DOSFOLAT[®]XS war es, anhand des Beispiels der Kläranlage Bad Salzig die Einflüsse dieses Produktes auf die Überschussschlamm-Reduktion, die Erhöhung der Prozessstabilität (Nitrifikation, Ablaufwerte usw.), den Sauerstoffbedarf sowie die Schlammigenschaften (Struktur, Absetzverhalten, Entwässerung usw.) herauszuarbeiten.

Aufgrund der positiven Erfahrungen mit DOSFOLAT[®]XS im Versuchsbetrieb 2004/2005 auf der Kläranlage Bad Salzig, hat sich der Betreiber nach Abschluss des Forschungsvorhabens dafür entschieden, DOSFOLAT bis zum heutigen Tage dauerhaft einzusetzen. Über die erzielten Langzeitergebnisse wird nachfolgend berichtet.

Wirkmechanismen von DOSFOLAT[®]XS

Im Produkt DOSFOLAT[®]XS (doppelt stabilisierte Folsäure), das der Kläranlage extern zugeführt werden kann, ist das Vitamin Folsäure in stabilisierter und für die Zelle verfügbarer Form enthalten. DOSFOLAT[®]XS enthält nicht nur ausreichend Folsäure, sondern zusätzliche biochemische Co-Faktoren, die durch Synergismus eine rasche Umstellung der Stoffwechselaktivität im Belebtschlamm bewirken und somit den Wirkungsgrad des Abbaus signifikant erhöhen. Folsäure, ein Vitamin der B-Gruppe, spielt eine fundamentale Rolle in den Lebensprozessen des menschlichen Organismus und wird in vielfältiger Weise therapeutisch eingesetzt. Sie ist seit mehreren Jahrzehnten als Wachstoffs für Mikroorganismen bekannt. In ihrer aktiven Form, der 5,6,7,8-Tetrahydrofolsäure regelt und beschleunigt sie den C1-Kohlenstoffwechsel in den Zellen (Bild 2) /1, 2, 3/.

Das DOSFOLAT[®]XS wird auf die mittlere CSB-Fracht im Zulauf zur Biologie dosiert und kontinuierlich in den Rücklaufschlammvolumenstrom über 24 h zugegeben. In der



Dosierstelle von DOSFOLAT[®]XS, Verteilerschacht

Bild 3



DOSFOLAT-Dosierbehälter (frostgeschützt) und -pumpe neben Verteilerbauwerk

Bild 4

Startphase (erste 15 Tage) werden 0,60 l DOSFOLAT/ t CSB dosiert, anschließend erfolgt eine Standardbetriebs-Dosierung mit 0,13 l DOSFOLAT/ t CSB.

Siedlungswasserwirtschaftliche Vorgaben

Das im Einzugsgebiet der Kläranlage Bad Salzig anfallende Abwasser durchfließt zunächst die Rechen- und Sandfang/Fettfanganlage und wird über den Verteilerschacht (Bild 3) der Biologie zugeführt. Bei der Biologie handelt es sich um eine klassische Schreiber-Anlage mit Gebläsesteuerung über das Redoxpotenzial (Bild 1) mit anschließendem Nachklärbecken. Der abgezogene Überschussschlamm wird in das Schlamm-silo gefördert und von dort aus der Siebbandpressenanlage zur Entwässerung (mit Nachkalkung) zugeführt. Die Biologie der Kläranlage Bad Salzig ist im 1. Teilausbau auf 6.000 EW, die Nachklärung bereits für

12.000 EW ausgelegt worden. Die Belastung der Kläranlage Salzig zeigte sich über die letzten 10 Jahre im Mittel mit rund 3.000 Einwohnerwerten (EW) nahezu konstant.

Dosierstelle von DOSFOLAT[®]XS

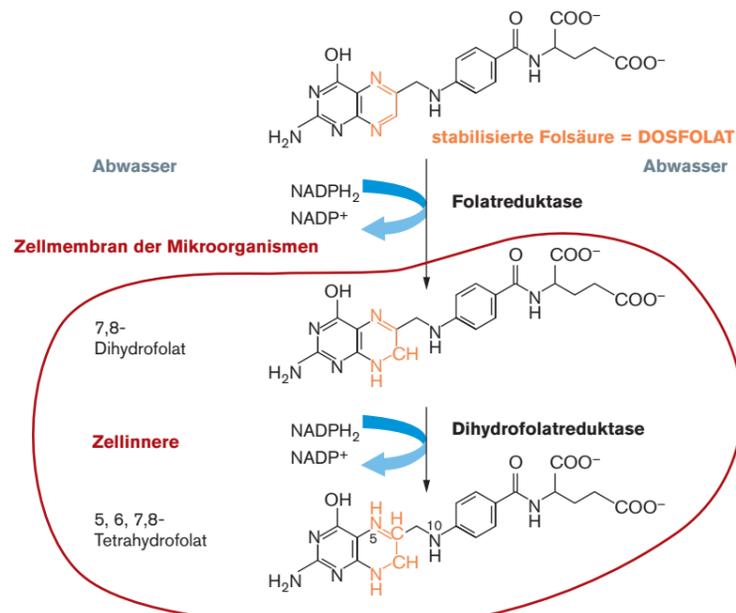
Die Dosierung der stabilisierten Folsäure erfolgt direkt in den Rücklaufschlammvolumenstrom im Verteilerbauwerk (Bild 1). An der Dosierstelle ist stets eine ausreichende Turbulenz zur intensiven Einmischung der Folsäure gegeben. Die Dosierung des Fällmittels (P-Elimination) erfolgt in den Schacht zwischen Belebung und Nachklärung, so dass sie sich nicht in unmittelbarer Nähe zu der Folsäure-Dosierstelle befindet. Die Gefahr einer gegenseitigen Beeinflussung beider Hilfsstoffe besteht somit nicht. Die Folsäure-Dosierstation besteht aus einer Gitterbox als Dosierbehälter (frostgeschützt) mit 1.000 Liter Fassungsvermögen (Bild 4),

einer Dosierpumpe mit Schlauchanbindung zur Dosierstelle (Bild 1) sowie einer Enthärtungsanlage.

Langzeit-Betriebsergebnisse im Zeitraum 2004 bis 2013

Überschussschlammabzugsregime

Nach Dosierbeginn der Folsäure (Start: 13. Oktober 2004) wurde das Schlammabzugsregime, d. h. die tägliche Entfernung des Überschussschlammes (Tonnen Feststoffe je Tag), in den ersten 15 Tagen unverändert wie im Zeitraum vor der Folsäure-Dosierung beibehalten. In diesem Zeitraum setzte die Wirkung der Folsäure langsam ein und die Biozönose stellte sich auf einen intensivierten C1-Stoffwechselvorgang um. Durch die Intensivierung des C1-Stoffwechselvorganges wurde in diesem Zeitraum der tägliche Schlammzuwachs erniedrigt und



Bildung der Tetrahydrofolsäure 5,6,7,8-THF als die biologisch aktive Form der Folsäure

Bild 2

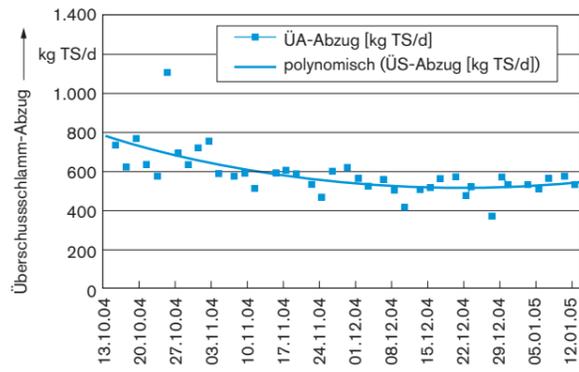
WE MAKE WATER INTAKE WORK.

GEIGER MultiDisc[®] MIT FISCHRÜCKFÜHRUNG.
WIR PLANEN UND PRODUZIEREN EFFIZIENTE SYSTEMLÖSUNGEN FÜR IHRE ROHWASSERENTNAHME.

- Rechensysteme
- Siebssysteme
- Fischschutztechnik: Verhaltensbarrieren, Immobilisierung, Fischrückführung

BILFINGER WATER TECHNOLOGIES
Global Business Unit Water Intake
Hardeckstraße 3, 76185 Karlsruhe, Deutschland
www.water.bilfinger.com

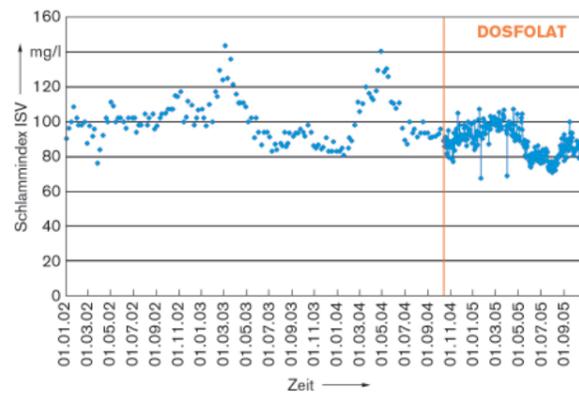




Überschussschlammabzugsregime in den ersten 90 Tagen nach der DOSFOLAT[®]XS-Startdosierung

Bild 5

somit das Schlammalter erhöht. Nach Ablauf der 15-tägigen „Einfahrphase“ mit der Initialdosierung wurde auf die Standardbetriebs-Dosierung umgestellt. Der Überschussschlammabzug (kg TS/d) wurde schrittweise reduziert (Bild 5). Der tägliche Schlammzuwachs wurde weiter erniedrigt und somit das Schlammalter (25 – 30 Tage) entsprechend erhöht. Die Reduktion des Überschussschlammabzuges wurde solange schrittweise fortgesetzt bis sich ein Gleichgewichtszustand zwischen Überschussschlammabzug und dem täglichen (realen) Überschussschlammzuwachs in der Belebung eingestellt hat. Dies war etwa Mitte Januar 2005 der Fall, d. h. rund 90 Tage nach dem Zeitpunkt der Startdosierung.

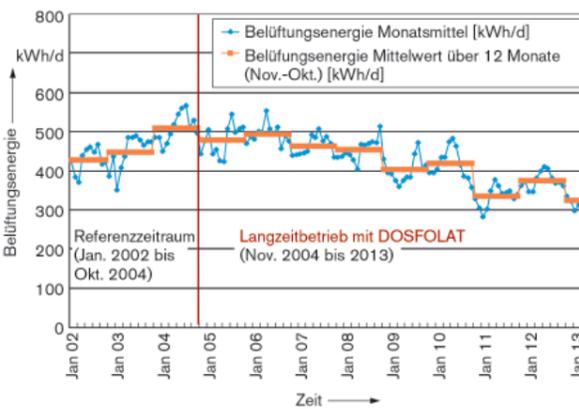


Einfluss von DOSFOLAT[®]XS auf den Schlammindex (ISV) im ersten Versuchsjahr

Bild 6

Schlammigenschaften: Schlammindex, Glühverlust und Sichttiefe in der Nachklärung

Es zeichnete sich im Zeitraum nach dem Start mit DOSFOLAT[®]XS im Oktober 2004 eine positive Entwicklung des Schlammindex (ISV) ab (Bild 6). Im Referenzzeitraum (Januar 2002 bis Oktober 2004) war die Schwankungsbreite des ISV im Vergleich zum Langzeitbetrieb (November 2004 bis 2013) mit DOSFOLAT[®]XS deutlich stärker ausgeprägt. Auch traten im Referenzzeitraum regelmäßig in den Monaten März/April eines Jahres Spitzenwerte bis zu einer Größenordnung von 140 ml/g auf, während im Langzeitbetrieb mit DOSFOLAT[®]XS die beobachteten Maximalwerte geringer ausfielen. Im gesamten Langzeitbetrieb mit DOSFOLAT[®]XS (November 2004 bis 2013) zeigte sich der ISV durchgängig stabil. Der Glühverlust war jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen, jedoch ergaben sich grundsätzlich im Langzeitbetrieb mit DOSFOLAT[®]XS keine signifikanten Veränderungen gegenüber dem Referenzzeitraum. Die fortlaufend dokumentierte Sichttiefe in der Nachklärung und die abfiltrierbaren Stoffe im Ablauf der Nachklärung bewegten sich in einem günstigen Bereich. Insgesamt konnte ein deutlich besseres Absetzverhalten des Schlammes dokumentiert werden. Dies deckt sich mit den Aussagen des Betriebspersonals der Kläranlage Bad Salzig, das den Schlamm als insgesamt kompakter im Vergleich zum Referenzzeitraum einstuft.

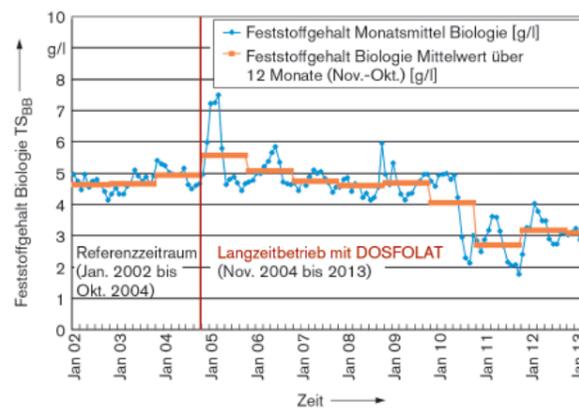


Verlauf des Energieverbrauchs (Druckluftgebläse) im Referenzzeitraum und Langzeitbetrieb mit DOSFOLAT[®]XS

Bild 7

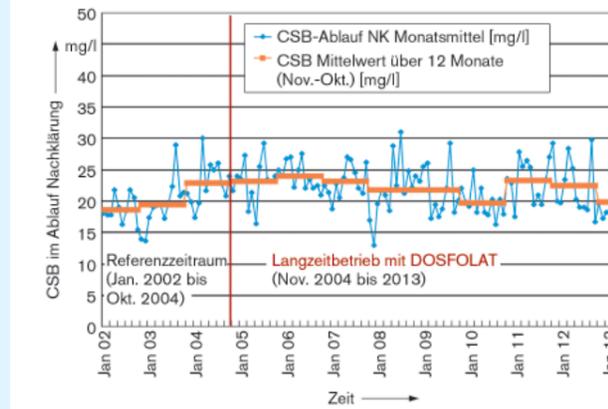
Belüftungsenergie

Trotz Reduktion des Überschussschlammes konnte der Energieverbrauch der Belüftung (Druckluftgebläse) in der Belebung während des Langzeitbetriebes mit DOSFOLAT[®]XS im Zeitraum November 2004 bis Juli 2010 in den Schwankungsbreiten des Referenzzeitraums (Januar 2002 bis Oktober 2004) gehalten werden (Bild 7). Eine Steigerung war demnach nicht zu beobachten. Die Ursache hierfür liegt in der Erhö-



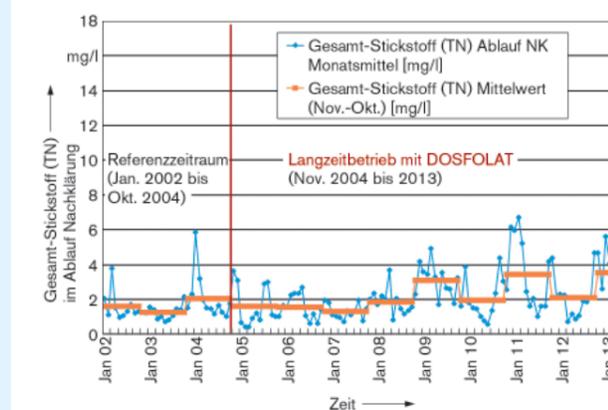
Verlauf des Feststoffgehaltes in der Biologie im Referenzzeitraum und Langzeitbetrieb mit DOSFOLAT[®]XS

Bild 8



Verlauf der CSB-Ablaufkonzentration im Referenzzeitraum und Langzeitbetrieb mit DOSFOLAT[®]XS

Bild 9



Verlauf der Gesamt-Stickstoff-Ablaufkonzentration im Referenzzeitraum und Langzeitbetrieb mit DOSFOLAT[®]XS

Bild 10

hung der am Stoffwechselprozess beteiligten aktiven Biomasse durch den Einfluss der Folsäure, da der eingetragene Sauerstoff auf diese Weise besser ausgenutzt wird. Durch die positive Langzeitwirkung des DOSFOLAT[®]XS (Erhöhung des Schlammalters, Freischaltung von Reservekapazitäten) und

einer durchgeführten Energieanalyse konnte der Betreiber im Juli 2010 den Feststoffgehalt deutlich in der Belebung auf Werte im Bereich von 3 g/l senken (Bild 8). Infolgedessen ergab sich ab diesem Zeitpunkt bis heute eine deutliche Reduktion der benötigten Belüftungsenergie gegenüber dem Refe-

renzzeitraum um rund 20 %, während die mittlere Reduktion der Belüftungsenergie des gesamten Langzeitbetriebes (November 2004 bis heute) im Vergleich zum Referenzzeitraum (2002 bis Oktober 2004) bei rund 9 % lag.

Kläranlagenablaufwerte

Die Ablaufwerte (CSB, N und P) der Nachklärung als Konzentrationen zeigten sich im Langzeitbetrieb mit DOSFOLAT[®]XS (November 2004 – heute) sehr stabil mit ausgeprägten geringeren Schwankungsbreiten gegenüber dem Referenzzeitraum (Januar 2002 bis Oktober 2004). Die gesetzlich geforderten Grenzwerte konnten somit sicher eingehalten werden (Bilder 9 bis 11).

Erzielte Klärschlammreduktion

Bei der Ermittlung des reduzierten biologischen Überschussschlammfalls hat sich die Technik der Massenbilanzierung als geeignetes Instrument herausgestellt, und zwar unabhängig davon, ob der Wirknachweis des DOSFOLAT[®]XS im Vorher/Nachher-Vergleich über die spezifische Überschussschlammproduktion (kg TS/kg CSB) oder über die absoluten Überschussschlamm-massen (kg TS) geführt wird. Welche Vorgehensweise sinnvoll ist, hängt von den zur Verfügung stehenden Betriebsdaten und der Belastungssituation der biologischen Stufe im Vorher/Nachher-Vergleich ab (Einzelfallbetrachtung). Die Führung des Wirknachweises über die absoluten Überschussschlamm-massen kann dann erfolgen, wenn die Zulaufmengen sowohl im Referenzzeitraum (ohne DOSFOLAT[®]XS) als auch im Langzeitbetrieb (mit DOSFOLAT[®]XS) nahezu identisch sind. Bei der Kläranlage Bad Salzig stimmen die Belastungsverhältnisse



Abwasser



FAM - Ammonium-Messung

Trinkwasser



AMI Trides - Chlor/pH-Messung

Labor

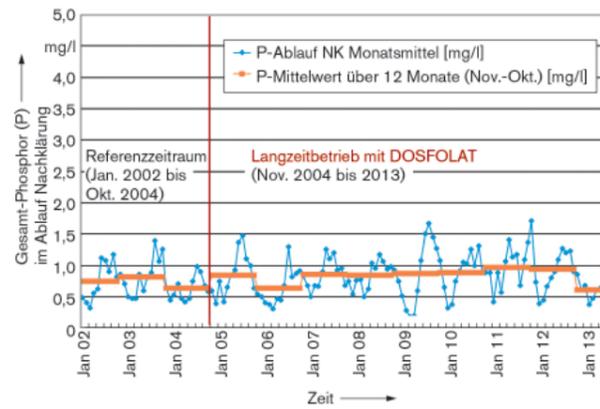
Messkoffer für Qualitätssicherung und Kalibration:
Fotometrische Bestimmung von Chlor und anderen Desinfektionsmitteln nach der DPD-Methode.



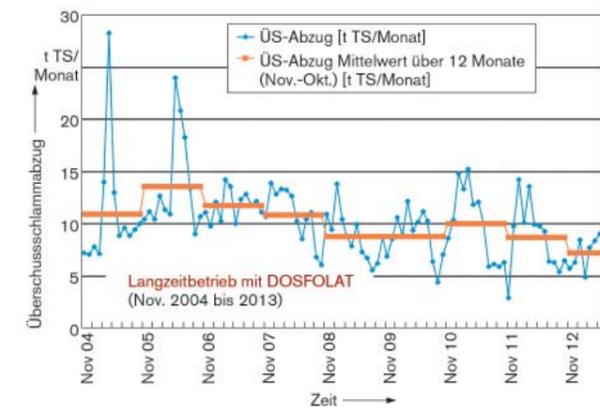
Chematest 20/25

Die Experten für Messtechnik

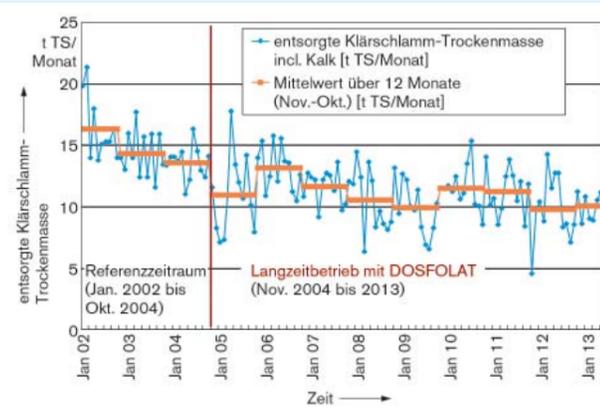
- Komplett-Messsysteme für:
- Oberflächengewässer
 - Abwasser
 - Trinkwasser
 - Badewasser
 - Prozesswasser
- Dienstleistungen:
- Projektierung
 - Installation
 - Wartung, Service
 - Mobile (GEP) Messkampagnen



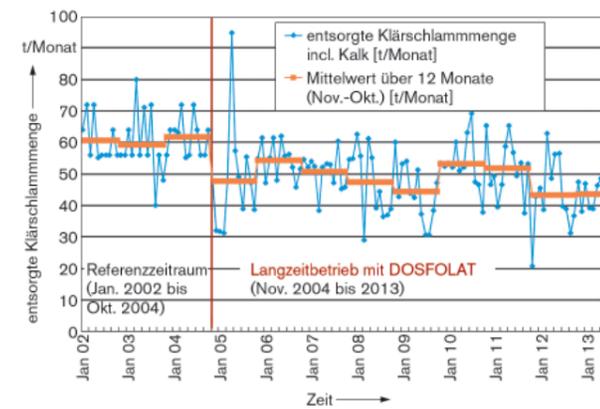
Verlauf der Gesamt-Phosphor-Ablaufkonzentration im Referenzzeitraum und Langzeitbetrieb mit DOSFOLAT[®]XS
Bild 11



Abgezogene Überschussschlamm-trockenmasse (t TS) im Langzeitbetrieb mit DOSFOLAT[®]XS
Bild 12



Entsorgte Klärschlamm-trockenmasse (t TS) im Referenzzeitraum und Langzeitbetrieb mit DOSFOLAT[®]XS
Bild 13



Entsorgte Klärschlamm-menge (t) im Referenzzeitraum und Langzeitbetrieb mit DOSFOLAT[®]XS
Bild 14

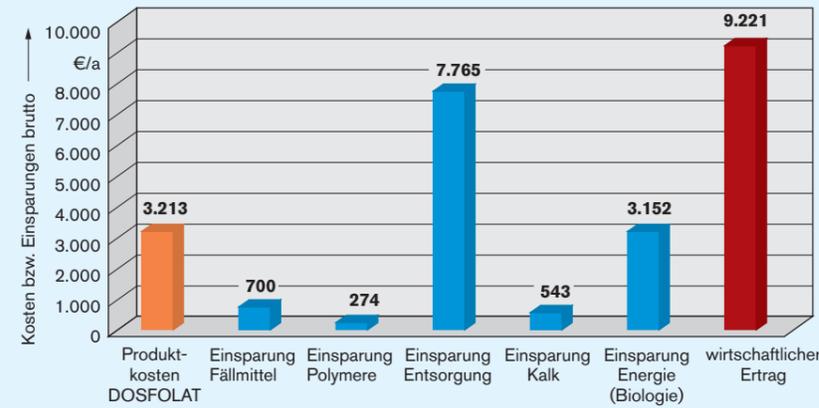
im Referenzzeitraum und Langzeitbetrieb hinreichend genau überein. Die Ergebnisse der Massenbilanzierung der Klärschlamm-massen sind in den Bildern 12 bis 14 graphisch aufbereitet, differenziert in die abgezogene Überschussschlamm-trockenmasse (t TS/Monat), in die entsorgte Klärschlamm-trockenmasse (t TS/Monat) und die entsorgte Klärschlamm-menge (t/Monat). Im Ergebnis ist festzuhalten, dass die Werte im Langzeitbetrieb gegenüber den Referenzzeitraum um rund 20 % geringer ausfallen, was auf die Wirkung der Folsäure zurückzuführen ist.

Hilfsstoffverbräuche (Eisen, Polymer und Kalk)

Neben dem ermittelten Einsparpotenzial der Klärschlamm-menge durch DOSFOLAT[®]XS in Höhe von 20 % sind auch Einsparungen bei den eingesetzten Hilfsstoffen zu dokumentieren. Der Fällmitteleinsatz (P-Fällung) konnte im Langzeitbetrieb um rund 25 % gesenkt werden, da die Verweilzeit (Wirkzeit) des Fällmittels im System aufgrund des höher eingestellten Schlammalters und des reduzierten Schlammabzuges entsprechend erhöht werden konnte. Die erzielten Minderschlammmengen führten zwangsläufig auch zu Einsparungen beim Polymerverbrauch in der Siebbandpresse (Entwässerungsprozess). In gleicher Weise ergaben sich Einsparungen beim Kalk bei der Nachkonditionierung des entwässerten Schlammes.

Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Innovative Technologien werden nur Eingang in die Kläranlagen finden, wenn sich deren Wirtschaftlichkeit entsprechend darstellen lässt bzw. wenn gesetzliche Vorgaben existieren oder in der Vorbereitung sind. Hierfür wird immer eine Einbeziehung der abwassertechnischen und wirtschaftlichen Randbedingungen der jeweiligen Kläranlage erfolgen müssen, um durch Realisierung von Maßnahmen einzeln oder in Verbindung mit weiteren Maßnahmen ein Optimum hinsichtlich Prozessstabilität und Kostenreduzierung zu erzielen [4]. Für die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit des Einsatzes des Hilfsstoffes DOSFOLAT[®]XS bei der Kläranlage Bad Salzlig sind die Produktkosten sowie der monetäre Nutzen in den einzelnen Prozessen der Schlammbehandlung und Entsorgung zu erfassen. Bei der Ermittlung der Kosteneinsparpotenziale sind die Positionen Fällmittel-, Polymer- und Kalk-Verbrauch sowie die Klärschlamm-Entsorgungsmengen unter Einbeziehung der jeweiligen Massen im Referenzzeitraum und Langzeitbetrieb zu betrachten. Das Ergebnis der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung ist graphisch in Bild 15 dargestellt. Der wirtschaftliche Ertrag beträgt demzufolge nach Abzug der Kosten für



Wirtschaftlichkeitsbetrachtung

Bild 15

das Produkt DOSFOLAT[®]XS 9.221 €/a. Hier ist noch nicht die Einsparung der verminderten Belüftungsenergie (Gebläseleistung) im vollen Umfang berücksichtigt.

Zusammenfassung

Bei der Kläranlage Bad Salzlig wurde seit Oktober 2004 kontinuierlich das biologische Additiv DOSFOLAT[®]XS eingesetzt.

Erreichte Prozessziele des Einsatzes von DOSFOLAT[®]XS bei der Kläranlage Bad Salzlig

Tab. 1

DOSFOLATXS doppelt stabilisierte Folsäure	PROZESSZIELE										
	Prozessstabilität					Reststoffe	Hilfsmittel	Energie			
	Erhöhung des Schlammalters	Freishalten von Anlagenkapazitäten (Belebung, Schlammbehandlung)	Reduzierung der Rückbelastung (Trübwasser)	Reduzierung fädiger Organismen	Schlammindex (ISV)	Reduzierung der Ablaufwerte (N, P, CSB)	biologische Überschussschlamm-Reduktion	Fällschlamm-Reduktion (P-Fällung)	Reduzierung Konditionierungsmittel (Polymer, Eisen, Kalk)	Reduzierung Fällmittel (P-Fällung)	höhere Ausnutzung des Sauerstoffs in der Belebung
	++	++	+	o	+	+	++	+	+	+	+

+ = positive Wirkung, o = keine Wirkung

Im Langzeitbetrieb (2004 bis 2013) konnte nachgewiesen werden, dass sowohl eine höhere Prozessstabilität, eine Reduktion des zu entsorgenden Klärschlammes um rund 20 % als auch eine Kostenreduktion in Höhe von rund 9.000 € durch den Einsatz des biologischen Additivs DOSFOLAT[®]XS erzielt werden konnten (Bild 15). Nach Aussage des Betriebspersonals der Kläranlage Bad Salzlig zeigt sich der Betrieb der Kläranlage insgesamt stabiler und leistungsfähiger. Die Tabelle fasst die positiven Auswirkungen der Dosierung von DOSFOLAT[®]XS auf den Betrieb der Kläranlage Bad Salzlig zusammen. Aufgrund der erzielten guten und andauernden Ergebnisse beabsichtigt der Betreiber auch weiterhin das Produkt DOSFOLAT[®]XS einzusetzen.

LITERATUR

- 1/ Strunkheide, J.: Stabilisierte Folsäure reduziert Schlamm. In: wwt, Heft 6/2004, S. 10-17
- 2/ Schulte, Th.: Zusatzstoffe im Test - Folsäure reduziert Klärschlamm. In: wwt, Heft 1-2, 2005, S. 32-33
- 3/ Lanzrath, Miriam: Einsatz des Hilfsstoffes DOSFOLAT in Abwasserreinigungsanlagen zur Leistungssteigerung und Kostensenkung am Beispiel der Kläranlage Bonn-Duisdorf. Diplomarbeit an der Fachhochschule Köln, unveröffentlicht, 2007
- 4/ Strunkheide, J.: Leistungssteigerung bei Kosteneinsparung - Ganzheitlicher Ansatz. In: wwt, Heft 1-2, 2005, S. 10-15

KONTAKT

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



Entdecken Sie eine neue Dimensionen der Entwässerung. Der Dekanter ALDEC G3 revolutioniert die bekannten Maßstäbe. Das innovative Design birgt Energieeinsparpotentiale von bis zu 40 % und eine Steigerung der Durchsatzleistung um bis zu 10 %. Wie alle Alfa Laval-Lösungen ist der ALDEC G3 schnell installiert, unkompliziert in der Wartung und zuverlässig im Betrieb.

Sie wollen uns kennenlernen? Schreiben Sie uns unter: info.mideurope@alfalaval.com

