

# WATERWORLD

**Liebe Leser,**

heute verabschiede ich mich in den lange verschobenen Ruhestand, da die Achtzig immer schneller näher rücken.

Zweiundfünfzig Jahre WTW bedeuten, dass man die Entwicklung auf dem Gebiet der Messtechnik für den Umweltschutz miterlebt und auch etwas mitgestaltet hat. Die ersten speziell in der Abwassertechnik eingesetzten Handmessgeräte dienten der Sauerstoffmessung; kontinuierlich überwachende Industriegeräte und Regler folgten. Heute gilt es, eine Vielzahl von Parametern messtechnisch zu erfassen und zu interpretieren. Die Entscheidung des Wissenschaftlers Dr. Karl Slevoigt, neben den sogenannten „wissenschaftlichen“ Labormessgeräten ein zweites Standbein im Bereich der Umweltmesstechnik aufzubauen, zeugte vom Weitblick eines Unternehmers.

Weiterhin viele nützliche Informationen beim Lesen der WATERWORLD wünscht Ihnen

Ihr



Besuchen Sie uns auf der



**WASSER BERLIN  
INTERNATIONAL**

28.–31. März 2017, Halle 3.2, Stand 101

Messen, verstehen, optimieren

## Reduzierung der Betriebskosten durch ISE-Sensoren

Der Einsatz von ISE-Sensoren zur Messung von Ammonium und Nitrat in der biologischen Reinigungsstufe erhöht die Prozesstransparenz und eröffnet Möglichkeiten zur weiteren Optimierung und Senkung der Betriebskosten. Die Messtechnik von WTW bietet neben den dafür erforderlichen verlässlichen Messungen auch Vorteile für die tägliche Arbeit. Die robusten Elektroden ermöglichen eine schnelle und einfache Reinigung und müssen dank Ihrer langen Lebensdauer nur selten ausgewechselt werden. Durch die geringe Drift reduzieren sich die notwendigen Überprüfungen und Wartungsarbeiten.

[Fortsetzung auf Seite 2]

### INHALT

1 ...ISE-Messung  
**Betriebskostenreduzierung**

4 ...Limnologie  
**Algen und Trübung**

5 ...Photometrie-Lexikon  
**Nitrat im Trinkwasser**

6 ...Epidemiologie  
**Einwohner und Drogen**

7 ...Xylem Water Solutions  
**Flygt 4320**

8 ...Rätsel:  
**Mit WTW gewinnen**

### Hohes Einsparpotenzial in der Belüftung

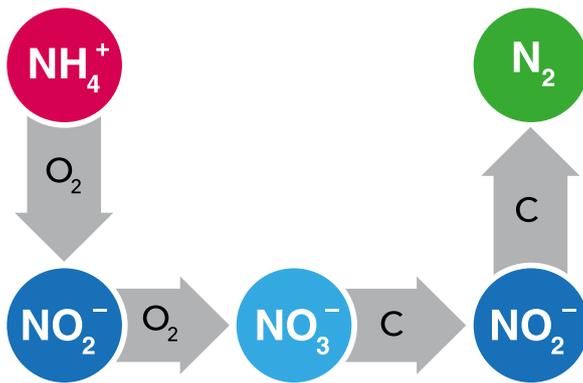
Die Diskussion über das Einsparpotenzial im Belebtschlammverfahren mittels Sauerstoffmessung ist schon seit zehn Jahren ein Hauptthema in Kläranlagen. Nichtsdestotrotz führen geeignete Sensoren und entsprechende Regelalgorithmen sehr schnell zu finanziellen Entlastungen. In Abbildung 1 wird dieses Potential sehr eindrucksvoll dargestellt.



Abb. 1: Typische Anteile am Gesamtenergiebedarf einer KA (aus „Energieeffizienz kommunaler Kläranlagen“, Hrsg. Umweltbundesamt, 2009)

Bevor die Vorteile der Messtechnik diskutiert werden, gehen wir nochmal einen Schritt zurück. Die Belüftung des Belebtschlammes dient der Umsetzung von Ammonium zu Nitrat und letztlich zu elementarem Stickstoff. Der erste dieser beiden Verfahrensschritte benötigt Sauerstoff, der zweite Kohlenstoff (Abbildung 2).

Abb. 2: Ablaufschema des Belebtschlammverfahrens zur Eliminierung des Stickstoffs  
C = Kohlenstoff  
O<sub>2</sub> = Sauerstoff



### Messen, Verstehen, Optimieren

Eine einfache Form einer Prozessoptimierung der Belüftung ist die Regelung der Sauerstoffkonzentration. Eine auf Sauerstoff basierende Regelung der Belüftung wird als statische Steuerung bezeichnet, wobei ein fixer Sauerstoffsollwert angestrebt wird. Die Dauer der Belüftungs- und Pausenzeiten werden üblicherweise über feste Zeiten realisiert.

Die nächste Stufe einer Regelung der Belüftung stellt die zusätzliche Einbindung einer Ammoniummessung dar, wodurch zum einen die Belüftungs- und Pausenzeiten angepasst werden können (es wird nur so lange belüftet solange auch Ammonium vorhanden ist) bzw. es kann auch die angestrebte Sauerstoffkonzentration an die vorhandene Ammoniumkonzentration angepasst werden. Der Sauerstoffgehalt ist somit kein fester Wert mehr, sondern wird direkt aus der Ammoniummessung ermittelt. Diese dynamische Steuerung kann zu erheblichen Einsparungen führen, da sich die Belüftung stets am aktuellen Sauerstoffbedarf orientiert.

Durch das Hinzufügen einer Nitratmessung können schließlich die Leistung der Belüftung beurteilt, Prozesstransparenz erhöht und problematische Bereiche

bzw. Störungen des Prozesses identifiziert werden. In einem weiteren Schritt kann eine Feststoffmessung zu einem optimalen Schlammalter und somit zu einem erhöhten Nitrifikationsgrad führen.

Zur Übertragung der Messwerte auf die Steuerungsanlage stehen sowohl im System 2020, als auch im System 282/284 5 verschiedene Feldbusse zu Verfügung (PROFIBUS, Modbus RTU, Ethernet/IP, Modbus TCP und PROFINET).

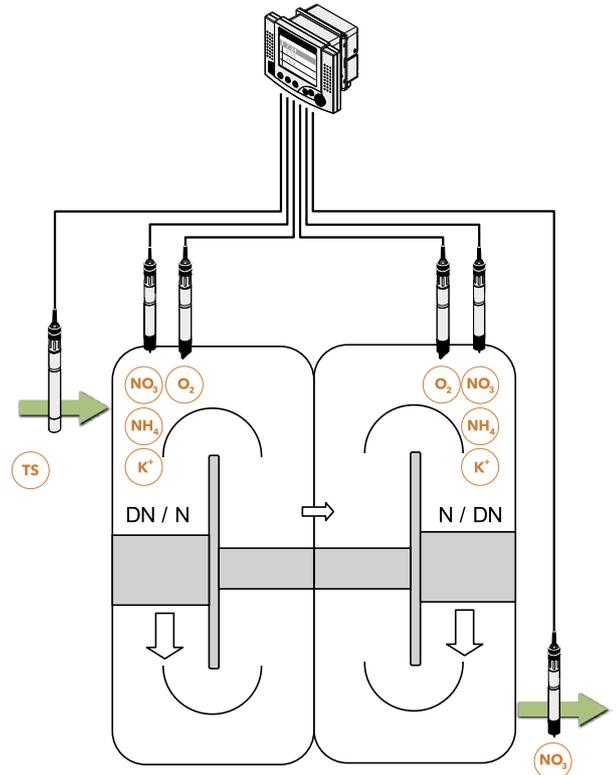


Abbildung 4 zeigt die Sensorausstattung der Biologie für fünf Messparameter (O<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, Kalium und TSS bzw. nochmals NO<sub>3</sub>).

Auf Anlagen mit intermittierender Biologie bieten Ammonium- und Nitratmessungen weitere Vorteile, da sie der Auslöser für Belüftung und Prozessablauf der einzelnen Zonen sind. Außerdem können die Konzentrationen in jeder der einzelnen Zonen überwacht werden, um mit einer geeigneten Steuerung der Anlage die geforderten Ablaufwerte zu erreichen oder zu unterschreiten.

### Qualität und Vorteile der ISE-Messtechnik

Zur Steuerung der biologischen Reinigung bedarf es genauer und verlässlicher Messwerte. In der Vergangenheit bot die ISE-Messtechnik hier, nicht zuletzt auch hinsichtlich der Robustheit der Elektroden, nur unzureichende Qualität. Die häufig erforderlichen Elektrodenwechsel (ca. alle 3 Monate) und hohe Schäden, hervorgerufen durch die Applikation und das Reinigen, brachten der ISE-Technologie einen eher schlechten Ruf ein.



Abb. 3: System 282/284 mit fünf Parametern bei nur einem angeschlossenen Spektralsensor

Abb. 4 (rechte Spalte): Sensorausstattung der biologischen Reinigungsstufe, mit Feststoff am Zulauf, Ammonium oder kombinierte Ammonium-/Nitrat-Messung und Sauerstoff je Straße, Nitrat am Auslauf

Über die Jahre hinweg konnte WTW diese Schwächen Schritt für Schritt beseitigen und verfügt heute über ISE-Sensoren, die mit früheren Geräten nicht mehr vergleichbar sind. So konnte die Robustheit der Elektroden durch ein eingebautes Metallgitter an der Oberfläche deutlich erhöht werden. Die einfache und schnelle manuelle Reinigung der Elektroden wurde so zu einem großen Vorteil, da dazu nichts weiter nötig ist, als eine handelsübliche Zahnbürste (Abbildungen 5 und 6). Weiterhin wurde das Innenleben der Elektroden derart optimiert, dass sich die Betriebsdauer deutlich erhöhte. Die Elektroden werden heute mit einer Garantie von 12 Monaten und einer zu erwartenden Lebensdauer von 18 Monaten ausgeliefert. Und schließlich sorgt eine verbesserte Referenzelektrode für eine erheblich reduzierte Drift und spart damit Sensorüberprüfungs- und -wartungsaufwand.

Die neuesten Entwicklungen erleichtern den Arbeitsalltag und reduzieren die laufenden Kosten noch weiter. So sind bei WTW für den Matrixabgleich nur drei Arbeitsschritte und damit deutlich weniger Zeit notwendig. Kunden, die dieses zeitsparende Menü nutzen wollen, können es mit einem Softwareupdate über USB-Stick und USB-Schnittstelle schnell und kostenfrei auf Ihrem IQ SENSOR NET (System 2020 und System 282/284) installieren. Außerdem bietet die Kreuzkompensation die Möglichkeit, zum Beispiel mit einer Kaliummessung alle Ammoniummessungen im IQ SENSOR NET zu kompensieren. Dies verringert vor allem bei Anlagen mit mehreren Reinigungsstraßen die notwendigen Reinigungs- und Wartungsarbeiten.

Eine erhöhte Stabilität des Messwertes ist nur nützlich, wenn sich auch die Genauigkeit, die Wiederholbarkeit

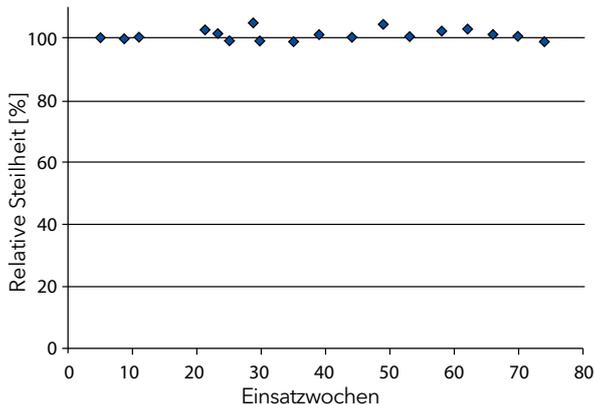


Abb. 7: Relative Steilheit der ISE-Elektroden, aufgetragen gegen die Betriebsdauer in Wochen

und die Reaktionszeit der Messung selbst verbessern (Abbildung 7). Hier zeigen Vergleiche der ISE-Messung mit nasschemischen Analyseautomaten, dass die beiden Verfahren nahezu identische Ergebnisse liefern. Der große Nutzen der ISE-Technik liegt dabei in der kontinuierlichen Live-Messung (Abbildung 8).

**Auch für Anammox**

Durch den erweiterten Messbereich der Ammonium-Messung (0-2000 mg/l), bietet sich die ISE-Mess-technik auch für die anaerobe Ammoniumoxidation an. Die hohen NH<sub>4</sub>-Konzentrationen stammen beispielsweise aus dem Zentratwasser der Schlammbehandlung. Daher wird das Anammox-Verfahren vermehrt eingesetzt, um das Wasser vor der Rückführung in den Hauptstrom zu behandeln. Für die Überwachung des hier anfallenden Nitrits, bietet WTW auch einen optischen Spektalsensor für NO<sub>2</sub> an (Abbildung 3).



Abb. 5: Reinigung der Elektroden mit einer Zahnbürste und dem Überstand einer Probe aus der Biologie

KENNZIFFER 1

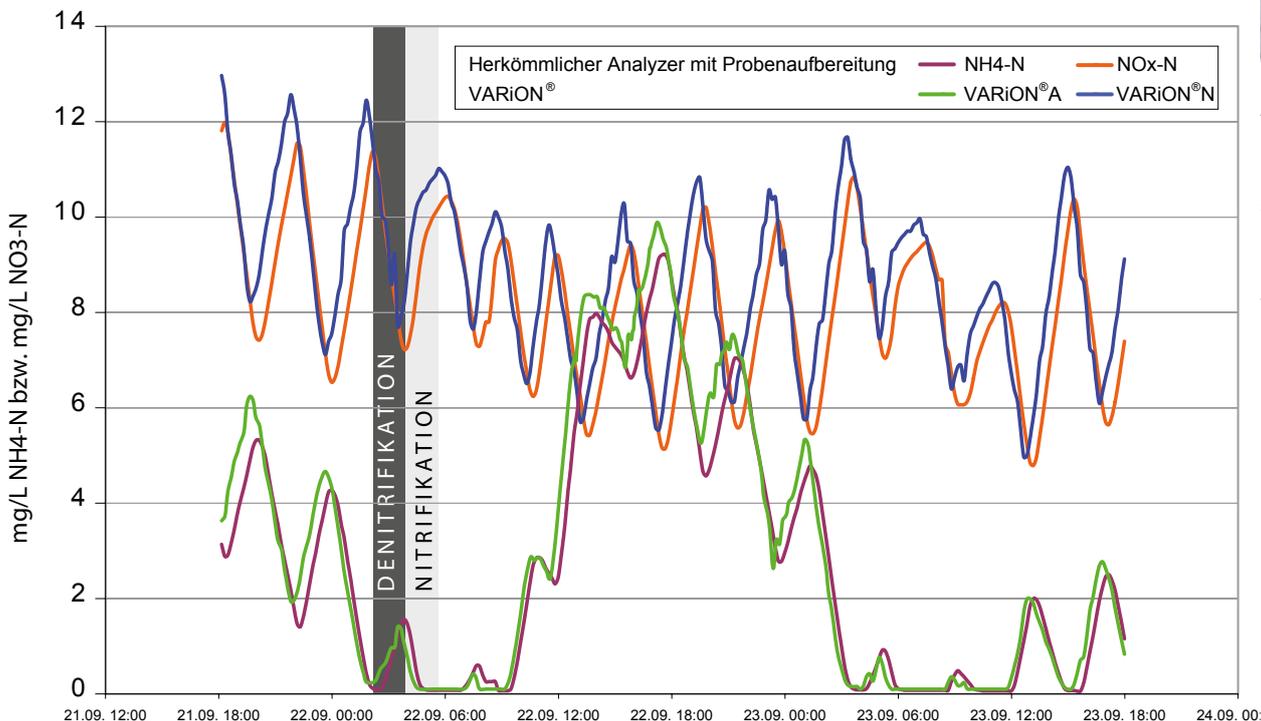


Abb. 6: Die Sensor-montage an einer Kette ermöglicht die Bewegung des Sensors zur Selbstreinigung. Eine Druckluftreinigung kann bei Bedarf nachgerüstet werden.

Abb. 8: Vergleich von Ammonium- und Nitrat-Messungen mit ISE und Analyzern

## Limnologie

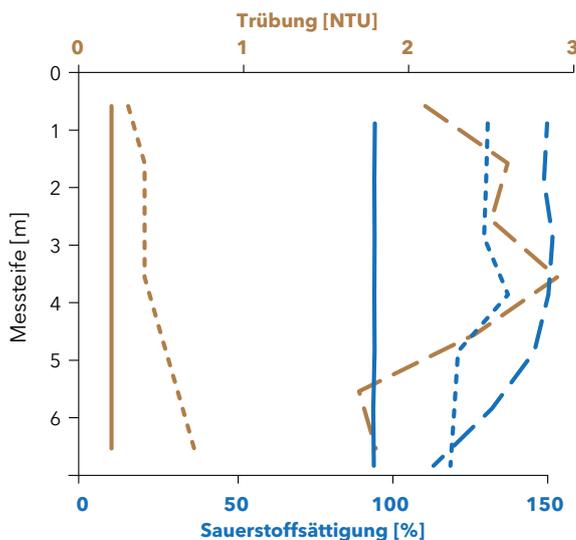
# Einfluss von Algen und Sediment auf die Trübung von Oberflächengewässern

Im Rahmen eines Forschungsprojekts an der Limnologischen Station der TU München wurden in einem Freilandversuch an einem oberbayerischen See und im Labor Trübungsmessungen durchgeführt. Die Ergebnisse geben eine gute Orientierung, welchen Einfluss Algenblüten und Sedimenteintrag auf die Trübung eines Gewässers haben.

### Freilandmessung

Mit stärkerer Algenblüte steigt auch die Trübung des Gewässers. Messungen der Sauerstoffsättigung und der Trübung mit der Multisonde MPP von WTW ergaben hier einen klar erkennbaren Zusammenhang (Abbildung 1). Der Einfluss durch eingetragenes Sediment kann an allen drei Messtagen ausgeschlossen werden, da laut öffentlich erhältlichen Daten des Deutschen Wetterdienstes ([www.dwd.de](http://www.dwd.de)) weder Niederschlag noch starker Wind für den Eintrag oder das Aufwirbeln von Sediment sorgen konnten. Im Vergleich zu Messungen in Leitungswasser (< 1 NTU) ist die Trübung bei Algenblüten auf bis zu 3 NTU angestiegen (Tabelle 1).

Abb. 1: Mit steigender Sauerstoffsättigung (Algenblüte) steigt auch die Trübung.



### Freiland- und Laborversuche

Ein zusätzlicher Freilandversuch mit systematischen Messreihen in 1000 Liter fassenden Tanks hat gezeigt, dass Sediment deutlich höhere Trübungswerte verursacht. Beispielsweise ergaben sich durch die Zugabe von Sediment mit Korngrößen zwischen 10 µm und 38 µm Werte von 10-20 NTU.

Genauere Untersuchungen des Sedimenteinflusses wurden im Labor durchgeführt. In dunklen und ausreichend weiten 1L-Flaschen wurden Sedimente mit unterschiedlichen Zusammensetzungen und Konzentrationen beigegeben. Abhängig davon wurden Trübungen von über 500 NTU gemessen (Tabelle 1). Aufgrund des Absinkens der Partikel sanken auch die Messwerte innerhalb von drei Stunden auf durchschnittlich 16 NTU ab.

KENNZIFFER 2

### Vergleich der gemessenen Trübungswerte

Probe	Trübungswert
Leitungswasser	< 1 NTU
Gewässer mit Algenblüte	0,5 ... 3 NTU
Gewässer mit Sedimenteintrag	10 ... 500 NTU (abhängig von Konzentration und Zusammensetzung)



## EXO 1 & 2

- Langzeitmonitoring der Gewässerqualität
- pH, O<sub>2</sub>, Chlorophyll und viele Parameter mehr
- Bis 250 m Wassertiefe



a xylem brand

## MPP 930 IDS

- Profilmessung zur Gewässerüberwachung
- pH, O<sub>2</sub>, Leitfähigkeit oder Trübung
- Luftdruckkompensierte Tiefenmessung

## Kleines Photometrie-Lexikon

# Nitrat in aller Munde – aber wieviel ist wirklich drin?

Seit letztem Jahr ist die Diskussion um Nitrat wieder stärker aufgeflammt. Aufgrund der intensiven Landwirtschaft kommt der Nitratmessung in Oberflächengewässern, Grund- und Trinkwasser eine wesentliche Bedeutung zu. Im Rahmen der EU-Nitratrichtlinien sind mobile photometrische Messungen für Kernparameter dringender erforderlich denn je:

Für die Nitratmessung stehen kaum einfache Testsätze zur Verfügung. Das liegt an dem üblichen photometrischen Verfahren, dessen Ansätze und Durchführung den Umgang mit konzentrierten Säuren erfordern: Neben der DIN-analogen DMP-Methode mit einem Gemisch aus Schwefel- und Phosphorsäure wie beim WTW-Testsatz N2/25 gibt es auch Ansätze mit konzentrierter Schwefelsäure wie beim Testsatz 14556 oder Chromotropsäure wie beim NO<sub>3</sub>-1 TC. Das Säuregemisch des WTW-Tests N2/25 ist etwas einfacher in der Anwendung, da der Ansatz zur Durchmischung nur geschwenkt werden muß. Bei den reinen Schwefelsäure-Tests muß nach Reagenzienzugabe kräftig geschüttelt werden. Dabei entstehen viele Bläschen, die sich bis zur Messung auflösen müssen, um Messfehler zu vermeiden.

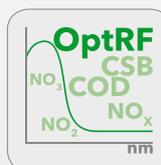
Bei allen Tests ist darauf zu achten, geeignete Schutzausrüstung zu tragen. Auch werden die Reaktionsküvetten sehr heiß und müssen an der Kappe angefasst werden.

### Trinkwasser: Nitrat- und Trübungsmessung kombinieren

Mit pFotoFlex® Turb können viele photometrischen Parameter, der pH-Wert und die Trübung DIN-gerecht vor Ort gemessen werden. Für die Messung von Nitrat stehen

insgesamt 4 Methoden mit dem Schwefelsäure-Ansatz zur Verfügung. Damit die Bestimmungen auch vor Ort sicher durchgeführt werden können, ist eine Arbeitsfläche im Koffer (Abb.1) integriert.

### Optische reagenzienfreie Messung (OptRF) von Nitrat



Die sogenannte OptRF-Messung mit dem Spektralphotometer photoLab® 7600 UV-VIS kann vielfach für Oberflächenwasser eingesetzt werden, auch wenn die Methode für den Kläranlagenauslauf kommunaler Kläranlagen konzipiert ist.

Das sollte aber mit Hilfe von Referenzmessungen im Vorfeld verifiziert werden. Für verschiedene Messstellen lassen sich jeweils Profile mit den unterschiedlichen Optimierungen speichern. Die Probe kann direkt in eine Quarzküvette pipettiert, die Messung gestartet und der Messwert abgelesen werden.

Da Nitrat und Nitrit eine sehr starke Absorption im UV-Bereich bei 200-210 nm zeigen, ist der Messbereich relativ klein und eine Verdünnung meist unumgänglich. Es gilt, die Verdünnung so klein wie möglich und so groß wie nötig zu halten.

Die leichte Handhabung sowie die bequeme Stromversorgung über Autobatterie macht die Feldmessung mit dem photoLab® 7600 UV-VIS sehr einfach. Neben der OptRF-Messung sind 10 verschiedene Nitrat-Testmethoden sowie weitere 250 Methoden wie SAK, Färbung und chemische Parameter programmiert.

KENNZIFFER 3



### Messfehlerquellen im Feld ...

... sind vor allem eine zu niedrige **Temperatur**, eine falsch gewählte, ungeeignete **Probenahme-stelle** und **bläschenhaltige Proben!**

Zu kalte Proben führen je nach Verfahren zur **Kondensation** und **Tröpfchenbildung** an der Küvette sowie zu einer **verlängerten Reaktionszeit**. **Bläschen** bringen durch den „**Trübungseffekt**“ häufig zu **hohe Messwerte**, ganz egal ob sie durch **Schütteln** oder **falsches Pipettieren** eingebracht wurden.

Abb.1: Der kleine Arbeitstisch im photoFlex®Turb Kofferset bietet Sicherheit bei der Bestimmung vor Ort

## Epidemiologische Studien im Abwasser

# Dem Drogenmissbrauch auf der Spur

**Bis in die politisch-medialen Eliten der Gesellschaft hinein werden immer wieder spektakuläre Fälle von Drogenbesitz bekannt. Aber wie weit ist der Rauschmittelkonsum tatsächlich in der breiten Gesamtbevölkerung verbreitet? Dies quantitativ festzustellen, ist eine der Aufgaben der Suchtforschung, und ein Instrument dazu sind abwasserbasierte epidemiologische Studien. Dabei werden Abbauprodukte der Narkotika im Kläranlagenlauf analysiert.**

Literatur: Been, F.; Rossi, L.; Ort, C.; Rudaz, S.; Delémont, O.; Esseiva, P. Population Normalization with Ammonium in Wastewater-Based Epidemiology: Application to Illicit Drug Monitoring. Environ. Sci. Technol. 2014, 48, 8162-8169.

Entscheidend bei solchen Analysen ist der Bezug auf die aktuelle Bevölkerungszahl. Nur wenn man diese kennt, kann man sagen, ob die beobachteten Muster auf eine Änderung des Konsumverhaltens oder auf eine Änderung der Personenanzahl zurückzuführen ist. Rein statistische Zahlen, wie die Gesamtbevölkerung einer Stadt sind dafür viel zu starr, da sie Fluktuationen z.B. durch Pendler oder Urlauber nicht wieder spiegeln. Auch Wasserqualitätsparameter, wie der BSB und der CSB, die regelmäßig durch Labormessungen erfasst werden, sind nicht optimal geeignet, da sie teilweise auch von industriellen Einleitungen herrühren.

Abb. 1: Messtelle der  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Erhebung

Abb. 2 (links): Tagesgang von  $\text{NH}_4\text{-N}$  an Wochentagen und an Wochenenden (modifiziert nach Béen et al., 2014)\*

Der geeignete indirekte Marker für den Uringehalt im Abwasser und damit eine potentielle Alternative zu existierenden Markern für die Bevölkerungszahl könnte Ammonium sein. Sein Eintrag ins Abwasser findet vor allem über Toiletten statt, ist nur wenig durch „nichtmenschliche“ Quellen beeinflusst und kann zudem kontinuierlich im Prozess bestimmt werden.

Abb. 3 (rechts): Normalisierte Konzentration der Drogen/Metaboliten mit Normalisierung über  $\text{NH}_4\text{-N}$ , auf Bevölkerungszahl umgerechnet im Tagesgang (modifiziert nach Béen et al., 2014)\*

Um  $\text{NH}_4\text{-N}$  als potentiellen Marker zu validieren, wurde die Konzentration im Rahmen einer Studie (Béen et al. 2014) 10 Monate lang im Zulauf der Kläranlage Lausanne/Schweiz mit der AmmoLyt® Plus von WTW gemessen (Abb. 1). Mit Hilfe der Durchflussmengen und des Einwohnergleichwertes von  $6,9 \pm 0,4$  g/Tag  $\text{NH}_4\text{-N}$  wurde damit die Personenzahl in der Stadt abgeschätzt. Es konnte gezeigt werden, dass durch eine  $\text{NH}_4\text{-N}$  Messung tatsächlich wöchentliche (Pendler) und saisonale (Urlauber) Fluktuationen erfasst werden können (Abb. 2).

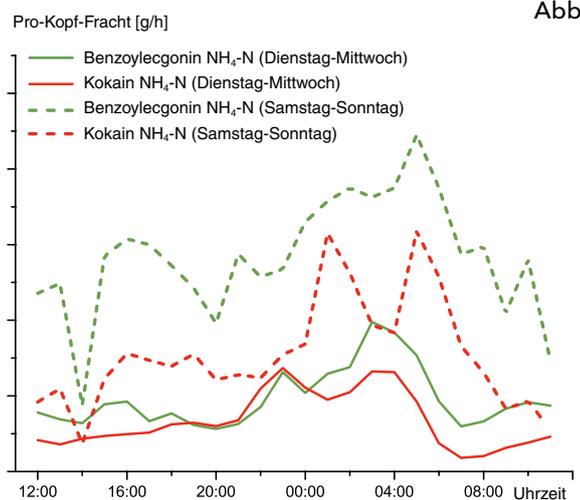
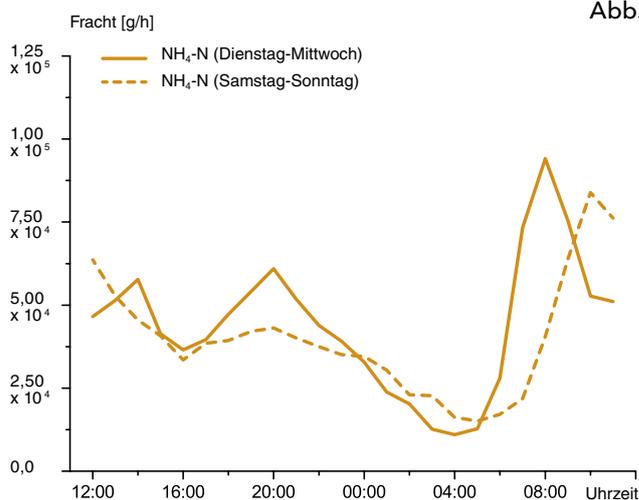
\* zugunsten der Übersichtlichkeit wurden die Standardabweichungen weggelassen.

Diese  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Tages-/Wochengänge wurden genutzt, um die Last von Kokain und dessen Abbauprodukt Benzoyllecgonin im Abwasser zu analysieren. Es konnte eine charakteristischer Anstieg dieser Substanzen im Abwasser am Wochenende nachgewiesen werden. Auffällig ist dabei eine Spitze in der Nacht von Samstag auf Sonntag, die um 5 Uhr morgens schlagartig abfällt. Dies könnte auf das Schließen von Nachtclubs und Bars zurückgeführt werden.



Es zeigte sich außerdem, dass die Normalisierung der Drogenlast im Abwasser auf  $\text{NH}_4\text{-N}$  als dynamischen Marker im Vergleich zu statischen Markern keinen Einfluss auf das Muster der Drogenlast hat. Dies lässt den Schluss zu, dass ein im Vergleich zur Schwankung der Bevölkerungszahl stärker erhöhter Drogenkonsum vorliegt. In Langzeitstudien könnte dann die Erfassung der Personenzahl durch eine kontinuierliche  $\text{NH}_4\text{-N}$  Messung jedoch stärkere Änderungen aufzeigen, die durch statische Indikatoren wie die Gesamtbevölkerungszahl unbemerkt blieben.

KENNZIFFER 4



## Xylem Water Solutions

# Integrierter Frequenzumrichter senkt den Energieverbrauch

**Kann man ein gutes Produkt noch besser machen? Xylem konnte es und hat das Spitzenprodukt Banana entscheidend weiterentwickelt: Das neue Modell Flygt Typ 4320 ist jetzt serienmäßig mit einer automatisierbaren Drehzahlregelung ausgestattet. Das erhöht die Energieeffizienz enorm, optimiert Schub und Umwälzleistung.**

Die technische Neuerung versetzt das neue Banana-Rührwerk in die Lage, seine Leistungsaufnahme immer den Gegebenheiten in seinem Umfeld anzupassen. Wird zum Beispiel in einem Belebungsbecken Luft eingeblasen, reagiert das Modell Flygt 4320 auf diesen Einflussfaktor. Es passt seine Umdrehungszahl den Betriebsbedingungen entsprechend an, um trotz Schwankungen bei den Verlusten die Strömungsgeschwindigkeit konstant zu halten. Es treten keine überhöhten Strömungsverluste auf, zudem verbraucht der Motor weniger Energie.

Das war ein ganz wichtiger funktioneller Ansatz bei der Neuentwicklung, denn:

„Im Vergleich zu konventionellen Rührwerken beeinflusst hauptsächlich die Belüftung die Rührwerksleistung im Becken“, sagt Heinz Blume, Verkaufsleiter kommunale Wasserwirtschaft bei Xylem.

So weit die Theorie. Im Klärwerk Hodenhagen/Niedersachsen bestätigte ein Vergleichstest die tatsächliche Steigerung der Effizienz. Bei dem Pilotprojekt ersetzte das verbesserte Banana-Rührwerk das Vorgängermodell Flygt 4410 in einem Belebungsbecken mit 18,60 m Durchmesser und 5,80 m Tiefe. Wurde das Becken belüftet, so benötigte das drehzahlgeregelte Rührwerk nur noch gut 68 % der Leistungsaufnahme im Vergleich zum alten System. Im unbelüfteten Zustand verzeichnete der Xylem-Test sogar einen Energieverbrauch von gerade mal 38%. Bei gleichbleibend guter Durchmischung. Heinz Blume: „Die neuen Bananas funktionieren letztlich genau so gut wie die alten. Sie sind aber deutlich effizienter.“



Flygt 4320-Rührwerk: Der Austausch und die Anschlüsse erfolgen wie beim Vorgängermodell einfach und unkompliziert.

In der Kläranlage Hodenhagen wurde eines der ersten neuen Banana-Rührwerke Flygt 4320 eingesetzt. Der Vergleich alt zu neu bestätigte den Effekt der Drehzahlregelung: Die Leistungsaufnahme reduzierte sich deutlich.

Xylem Water Solutions Deutschland GmbH  
Bayernstraße 11, 30855 Langenhagen  
Telefon: 0511-7800-0, Fax: 0511-78293

E-Mail: [info.de@xylem.com](mailto:info.de@xylem.com), Web: [www.xylem.de](http://www.xylem.de)



