

# WASSERLINSE®

LESEFORUM FÜR FACHLEUTE IM ABWASSERBEREICH

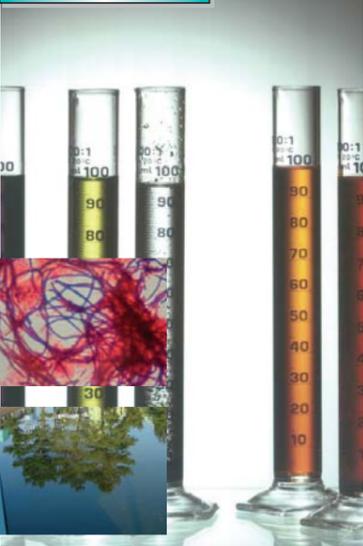
Abwasserreinigung



Anlagentechnik und Messtechnik



Produkte



Analysen



## Kläranlagen für Sie vorgestellt: Mitteleuropas erstes Klär-Berg-Werk



Nach jahrelanger Standortsuche, ging im Jahre 1996 bei St. Lorenzen in Südtirol eine etwas andere Kläranlage in Betrieb. Fast vollständig in den Tobl-Berg gebaut, hat die ARA zwar deutlich mehr gekostet als übliche Kläranlagen vergleichbarer Grösse, aber diese Lösung hat letztlich alle überzeugt. Die private Betreibergesellschaft spricht eindeutig von langfristigen Vorteilen.

Luftaufnahme der ARA Tobl mit gezeichnetem Schnitt durch die Stollenanlagen.



Lesen Sie hierzu bitte den Bericht auf den Seiten 6/7

## Vom Praktiker für den Praktiker Die erfolgreiche Bekämpfung von Blähschlamm, Schwimmschlamm- und Schaum



Hartnäckige Schaum- und Schwimmschlammprobleme plagten die Kläranlage Strass im Zillertal in den Jahren 2000-2003. Bis eine nachhaltige Verbesserung der Situation erzielt werden konnte, wurden verschiedenste Versuche durchgeführt. Eine einfach-raffinierte Lösung der "Marke Eigenbau" führte schließlich zum Erfolg.



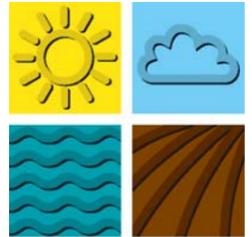
Lesen Sie hierzu bitte den Bericht auf den Seiten 2/3

Top Aktuell



Erste Erfahrungen mit einem neuen Produkt – SÜDFLOCK® K225. SÜDFLOCK® und Polymer – eine vielversprechende Verbindung! Seite 5

BIUKAT – Netzwerk für Umwelt- und Klimaschutz gegründet. Wissensnetzwerk für Umwelt- und Kläranlagentechnologie nimmt Arbeit auf. Seite 11



BIUKAT

Die Sichelhautbiozönose: Abwasserreinigung schon im Kanal. Seite 8/9



# Vom Praktiker für den Praktiker

## Die erfolgreiche Bekämpfung von Blähschlamm, Schwimmschlamm und Schaum



Ein Erfahrungsbericht von Christian Fimml, Abwasserverband Achenal-Inntal-Zillertal

**Hartnäckige Schaum- und Schwimmschlammprobleme plagten die Kläranlage Strass im Zillertal in den Jahren 2000-2003. Bis eine nachhaltige Verbesserung der Situation erzielt werden konnte, wurden verschiedenste Versuche durchgeführt. Eine einfach-raffinierte Lösung der "Marke Eigenbau" führte schließlich zum Erfolg.**

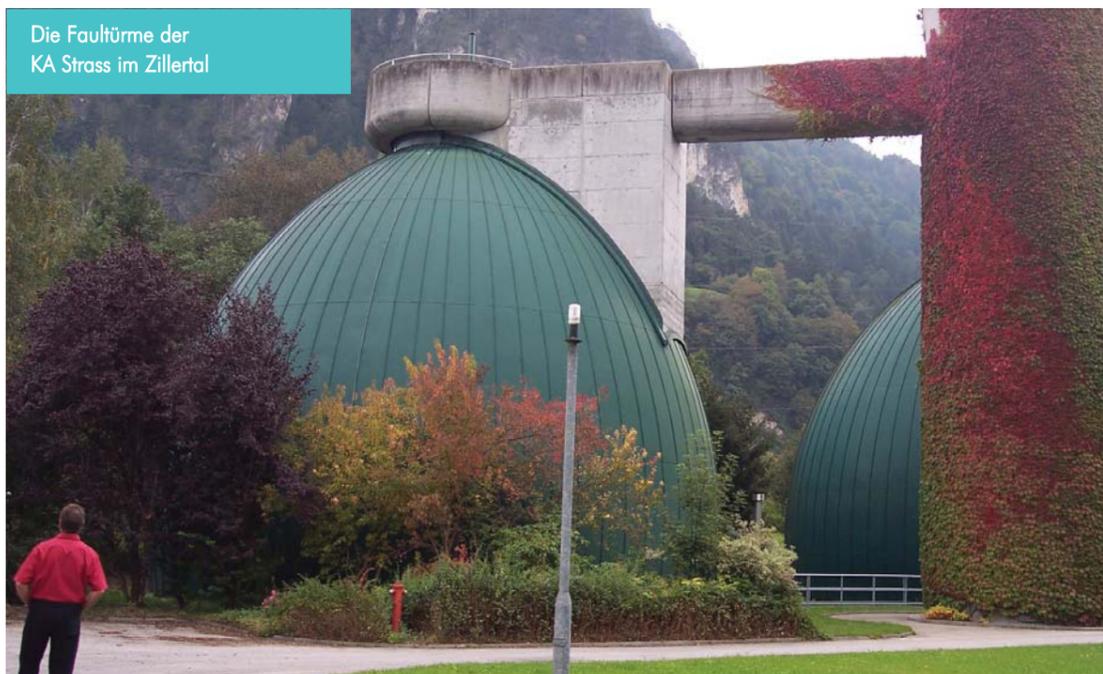
Die Kläranlage des Abwasserverbands Achenal-Inntal-Zillertal ist seit 1989 in Betrieb. Vom Anfang der 90er Jahre bis ins Jahr 2007 hat sich die Kläranlagenbelastung im Jahresdurchschnitt von ca. 70.000 EW<sub>60</sub> auf 135.000 EW<sub>60</sub> fast verdoppelt. Dass sich dabei auch die Schlammverhältnisse in der biologischen Stufe geändert haben, ist verständlich. "Bis zum Jahr 2000 kannten wir Blähschlamm- und Schaumprobleme nur von anderen Kläranlagen!" stellten die Mitarbeiter der Kläranlage fest. Erst in den letzten Jahren hat der Schwimm- und Fettschlamm in der Belebung (trotz Phosphatfällung mit Natriumaluminat) und im Nachklärbecken massiv zugenommen.

**Nicht nur lästig, sondern auch teuer**

Anfänglich waren diese Schaumbildungen nur am Ende der saisonalen Belastung von April bis Mai aufgetreten. Ab dem Jahr 2001 aber wurden diese Fettschaumbildungen immer intensiver und begannen bereits im Februar. Die Schaumbildung wurde zu einem lästigen Problem, das uns neben vielen Arbeitsstunden beim "Schlamm-schieben" auch hohe Betriebskosten verursachte.

Um festzustellen, warum die Schwimmschlammprobleme in den letzten Jahren derart massiv zunahm, recherchierten wir im Internet und in diversen Fachzeitschriften. Dabei sind wir auf einige interessante Artikel gestoßen. Grundsätzlich beruht die Bildung von Schwimmschlamm und Schaum auf drei Faktoren, wenn diese in einem bestimmten Verhältnis zueinander vorliegen: (Arbeitsbericht der ATV Arbeitsgruppe 2.6.1. 1998)

- fein verteilte Gasbläschen
- hydrophobe (=wasserabweisende) Abwasserinhaltsstoffe
- oberflächenaktive Substanzen, welche die Oberflächenspannung des Wassers herabsetzen und damit die Bläschenbildung begünstigen



Die Faultürme der KA Strass im Zillertal

**Interessante Fakten aus dem Internet recherchiert**

Durch die steigende Anlagenbelastung, die großteils durch den Fremdenverkehr verursacht wird, ist anzunehmen, dass der Anteil an Fettsäureprodukten und eventuell auch an zerkleinerten Speiseresten stark zugenommen hat. Diese Abwasserinhaltsstoffe begünstigen im Belebungsbecken die Hydrophobierung von Schlamm und verstärken die Bildung von oberflächenaktiven Substanzen, was wiederum das Wachstum von Fadenbakterien, in unserem Fall vermutlich vorwiegend *Microthrix parvicella* fördert. Wird der dabei entstehende Fettschlamm und Schaum von den Nachklärbecken oder auch in Zonen des Belebungsbeckens nicht abgezogen bzw. aus dem System entfernt, so entstehen in der Schaum- und Fettschlammdecke optimale Lebensbedingungen, die eine rasante Vermehrung der Fadenorganismen ermöglichen.

Das Hauptproblem unserer Anlage lag sicher darin, dass die Schlammabzugseinrichtung in den Nachklärbecken bei mehr Schwimmschlamm aufkommen nicht mehr in der Lage war, diese Mengen zu entfernen. Weiters kann bei unserem System der abgezogene Schwimmschlamm nicht aus dem System entfernt werden (was vermutlich bei den meisten Kläranlagen der Fall ist) und wird wieder in den Rücklaufschlammkreislauf gepumpt.

**Wir starteten folgende Versuche:**

**1. Umbau der Schwimmschlammabzugseinrichtung an den Nachklärbecken**

Wir betreiben 3 Nachklärbecken mit je 5600m<sup>3</sup> Inhalt. Der Schwimmschlammabzug ist am Räumermontiert und besteht aus zwei Nirobehältern, die in der Höhe verstellbar sind und in denen eine Pumpe installiert ist. Über eine schwimmende Klappe wird der Schlamm von der Oberfläche abgezogen. Diese Einrichtung funktioniert allerdings nur bei geringem Schwimmschlammfall. Kaum bildet sich eine Schwimmschlammdecke, entsteht eine Brückenbildung vor den Pumpbehältern. Um dies zu verhindern, montierten wir beim Nachklärbecken 3 (in Folge NKB) eine im Wasser liegende Schnecke, die den Schwimmschlamm in den Pumpbehälter befördern sollte. Mit dieser Einrichtung funktionierte der Abzug schon besser, war aber immer noch nicht optimal. Daher wurde beim NKB-2 eine Variante mit Paddel installiert, die ebenfalls den Zweck hatte, die Schwimmschlammdecke zu zerstören und eine Strömung in Richtung Pumpbehälter zu erzeugen. Im NKB-1 wurde letztendlich noch ein Spritzbalken montiert, über den Ablaufwasser mittels Düsen in Richtung Pumpbehälter gespritzt wurde.

Alle diese Lösungen brachten zwar eine optische Verbesserung an den Nachklärbecken, aber der Schwimmschlamm wurde insgesamt nicht weniger. In den Belebungsbecken wuchs die Schwimmschlammdecke wieder an, bei einem hydraulischen Stoss durch ein Regenereignis wurde der ganze Schwimmschlamm erneut in die Nachklärbecken verfrachtet!

**2. Einsatz einer Schwimmschlammbehandlungsanlage**  
Über die Internetsuche stießen wir auf den Lösungsvorschlag der Fa. Huber, deren Dispergiergerät zur Feinentgasung von Schwimmschlamm uns



hoch war, (ca. 150m<sup>3</sup> Wasser und 100 kWh Strom pro Tag) wussten wir bald, das kann nur eine vorübergehende Notlösung sein.



Schwimmschlammabzug mit Spiralförderer

**4. Schwimmschlamm-entfernung mit einem Spiralförderer**

Durch die vorangegangenen Versuche wussten wir, dass der Schwimmschlamm aus dem System entfernt werden muss. Da dieser Schlamm aber kaum pumpfähig ist kam uns die Idee einen Spiralförderer einzusetzen. Kaum wurde dieser Schaum-schlamm aber mechanisch belastet, wurde dieser wieder so dünn, dass er auch mit einer Spirale nicht zu fördern war. Trotz größter Bemühungen durch unser motiviertes Personal scheiterte dieser Versuch kläglich.

kurzfristig probeweise zur Verfügung gestellt wurde. Aufgrund von Schwierigkeiten beim Pumpen und Absaugen des Schaum-Schwimmschlamm-Gemisches musste der Versuch leider nach 3 Wochen abgebrochen werden.



Schaumbekämpfung mit Wasser und Schaumrohren

**3. Schaumbekämpfung mit Wasser und Flockungsmittel**

Das Bespritzen der Schaumdecke in den Belebungsbecken mit Wasser war kurzfristig noch die beste Möglichkeit, um die Schaumberge nieder zu halten. Um hier die Effizienz noch zu steigern, setzten wir Schaumrohre ein, wie sie bei der Feuerwehr zur Brandbekämpfung verwendet werden. Zusätzlich mischten wir Flockungsmittel hinzu, um die Absetzeigenschaften des Schlammes zu verbessern. Durch kontinuierliches Niederspritzen war zeitweise die Schaumdecke sogar ganz verschwunden. Nach Abstellen oder Verringern des Spritzwassers baute sich jedoch die Schaumdecke wieder relativ schnell auf. Da mit dieser Methode der Wasser- und Stromverbrauch sehr

**5. Schwimmschlammabzug über einen Behälter mit absenkbaren Klappen**



Nirobehälter für den automatischen Schwimmschlammabzug

Nachdem wir nun schon einige negative Erfahrungen mit dem Medium Schwimmschlamm gemacht hatten,



wurde noch eine weitere Idee umgesetzt. Wir installierten einen Blechkasten, auf dem zwei schwimmende Klappen montiert waren, so im Ablaufgerinne des Belebungsbeckens, dass nur Schwimmschlamm über die Klappen in den Blechkasten floss. Die darin montierte Pumpe konnte das Schlamm-Schaumgemisch problemlos fördern. Wurde der Kasten voll gefüllt, schwammen die Klappen senkrecht auf und es konnte kein Schlamm mehr nachfließen, bis sich das Niveau im Behälter wieder durch den Pumpvorgang absenkte. Diese vorerst einfache Einrichtung zeigte endlich die ersten positiven Erfolge. Der abgezogene Schlamm konnte aber noch nicht vollständig aus dem System entfernt werden. Aus den Erkenntnissen dieser Versuche entstand nun ein endgültiges Konzept, das zügig umgesetzt wurde.

Schwachlastbiologie über diese Einrichtung abziehen kann (ca. 300-1000m<sup>3</sup>/d). Es musste auch die Verrohrung bis zur Schlammbehandlung ins Zentralgebäude neu verlegt werden. Dabei wurden ca. 90m PE-Rohr in Erde verlegt und ca. 60m Nirorohr in DN100 im Zentralgebäude montiert. Die gesamte Investition lag bei ca. 7.500 Euro.

#### Schaum und Schwimmschlamm sind kein Thema mehr

Die Abzugseinrichtung ist nun schon seit Dezember 2003 in Betrieb und läuft seither ohne nennenswerte Störungen. Der Schwimmschlamm in der Belebung und auf den Nachklärbecken war nach kurzer Betriebszeit wie aufgelöst und ist auch seither kein Thema mehr. Seit dieser Umstellung hat sich die Energiebilanz der

#### Ergänzung durch das passende Fällmittel

Ab diesem Zeitpunkt wurde auf der Kläranlage zeitweise SÜDFLOCK® K2 (ein Fällungsmittel auf Al-Fe-Chlorid-Basis) zusätzlich zum Natriumaluminat eingesetzt. Obwohl die Dosierung nicht kontinuierlich erfolgte, hat dies vermutlich ebenfalls zur nachhaltigen Verringerung des Schwimmschlammes beigetragen. Auch der Schlammvolumenindex (SVI) hat sich seit dieser Zeit von Jahresmittelwerten um 150 ml/g auf aktuell (2007) etwa 70 ml/g verbessert. Dieser niedrige SVI-Wert ist ein weiterer Beitrag zur allgemein erhöhten Betriebsstabilität der Anlage.



Herr Fimmel am Schaltschrank seiner ÜSS-Abzugseinrichtung



Position des Behälters im Gerinne



absenkbare Klappen zum gezielten Schwimmschlammabzug

#### Ausführung der Schwimmschlammabzugseinrichtung

Im Ablaufgerinne der Biologie, wo sich relativ viel Fettschlamm ansammelt, wurde ein Nirobehälter mit ca. 2m<sup>3</sup> Inhalt angebracht. Die darauf montierten Klappen reichen über die gesamte Breite des Gerinnes. Die Klappen werden mittels Pneumatikzylinder automatisch über eine Niveausonde geregelt. Im Behälter befindet sich eine Schlammpumpe, die so ausgelegt ist, dass sie den gesamten Überschussschlamm der

Kläranlage um ca. 10% verbessert (Eigenenergieanteil 2003 - 83% und 2004 - 94%) was vermutlich unter anderem aus folgenden Gründen zu erklären ist:

Autor:  
Christian Fimmel  
Betriebsleiter  
AIZ-Abwasserverband  
A-6261 Strass i.Z  
Tel.: (0)5244 65118-12  
em@il: fimmel@aiz.at

- kein Verbrauch von Brauchwasser durch Niederspritzen von Schwimmschlamm
- weniger Betrieb der SS-Pumpen im NKB (von ca. 250kWh/d auf 25kWh/d)
- fettreicher Schwimmschlamm geht direkt in die Schlammbehandlung
- weniger Belüftungsenergie durch optimale Schlammverhältnisse

## Säfte im Gleichgewicht

### Nützen Sie die Wintermonate für eine Wasserlinsen-Elixier-Kur!



#### Ein kleines Rätsel

Am ersten Tag befindet sich eine Wasserlinse in einem großen See. Jeden Tag verdoppelt sich die Anzahl der Wasserlinsen. Am 30. Tag ist der See voll. Wann war der See halbvoll?

Am 29. Tag

Schauen wir uns die Eigenschaften der Wasserlinse etwas näher an: Während sie wächst, reinigt sie das Wasser von Schadstoffen. In Belgien und Polen wird die Wasserlinse zur Reinigung in Kläranlagen eingesetzt. Sie entzieht dem Wasser unerwünschte Nährstoffe, wie Stickstoff und Nitrat. Die kleinen Pflanzen reichern während des Wachstums also Schadstoffe an. Man kann der Wasserlinse direkt ansehen, ob das Wasser, auf dem sie gewachsen ist, sauber oder verunreinigt, vielleicht sogar stark belastet ist. Daher wird sie schon seit Jahren als Biotest für die Überprüfung der Wasserqualität eingesetzt. Im Vergleich zur chemischen Analyse bietet die Wasserlinse viele Vorteile: Sie misst nicht einzelne Schadstoffe, sondern gibt durch ihr Wachstum eindeutig an, wie diese Schadstoffe zusammen wirken. Denn besonders in Gewässern können sich viele verschiedene Schadstoffe addieren und erst gemeinsam schädlich für Flora und Fauna sein. Wenn die Eigenschaften der Wasserlinse ähnlich auch in unserem Körper zu tragen kommen, können wir die Aussagen Hildegards besser verstehen. Natürlich weist Hildegard auf die Wirkung der Gesamtheit der Inhaltsstoffe beim Wasserlinsen-Kräuterwein hin: **"Die Vicht entsteht nämlich aus warmen und kalten schlechten Säften. Jedoch stammt sie mehr von den kalten wie von den warmen Säften. Kommt nun die Wärme der übrigen enthaltenen Pflanzen im richtigen Verhältnis mit der Kälte der Wasserlinse und der Kälte der Tormentillwurzel zusammen, dann nehmen die unrichtig warmen und kalten Säfte im Menschen ab."**

Ein Lösungsansatz für die Wirkung von Wasserlinsen-Elixier ist, dass dieses Mittel auf ähnliche Art und Weise den Körper reinigt, wie es die Wasserlinse im Wasser tut. Das schlechte Verhältnis der Säfte wird wieder in ein gesundes umgekehrt, und somit entstandenen "schlechten Proteinen" die "sumpfigen" Nährstoffe entzogen. Das Wasserlinsen-Elixier kann auch für eine allgemeine Ausschwemmung von Schadstoffen aus dem Körper eingesetzt werden. Näheres zum Thema Vicht, wird im Buch **Große Hildegard-Apotheke** beschrieben.

Eine Wasserlinsen-Kräuterwein-Kur sollte vorbeugend ab dem 30. Lebensjahr gemacht werden. Dabei beträgt die kurmäßige Einnahme mindestens 4 Wochen, maximal aber 3 Monate. Nach einer Pause von 2 Monaten kann die Kur wiederholt werden.

### Steigern Sie Ihr Wohlbefinden mit dem Wasserlinsen-Elixier!

#### Wasserlinsen-Elixier nach Hildegard von Bingen

- 10 g weißer Pfeffer
- 5 g Ingwerwurzel
- 45 g Zimtrinde
- 3 ml Salbeiktinkur
- 7 ml Fencheltinkur
- 70 ml abgeschäumter Honig
- 1 l Weißwein
- 20 g Wasserlinsen
- 40 g Blutwurzblätter
- 40 g Ackersenf
- 20 g Labkraut

Pfeffer, Ingwer, Salbei, Fenchel und Honig mit Weißwein vermischen. Das Ganze durch eine Mischung der übrigen Zutaten filtrieren.

Täglich 1 Likörglas vor dem Frühstück und 1 Likörglas vor dem Schlafengehen nehmen.



Quelle:  
Aus der Hildegardkunde von A-Z,  
Dr. Wighard Strehlow

# Energieeffizienzanalysen in der kommunalen Abwasserreinigung

**In Zeiten steigender Energiepreise und der Diskussion über den CO<sub>2</sub>-Ausstoß ist es angebracht, maximale Effizienz bei der Verwendung von Elektrizität und Wärme anzustreben. Kläranlagen gehören zu den wichtigsten Energieverbrauchern in Gemeinden und Städten, so dass hier oft nennenswerte Einsparungen erreichbar sind. Mit gezielten mathematischen Modellierungen und neuen MSR- (Mess-, Steuer- und Regel-) - Strategien können solche Potenziale gut erkannt und ausgeschöpft werden.**

## Einsparmöglichkeiten gibt es auf fast allen Anlagen

Prinzipiell sind an jeder bestehenden Anlage Einsparpotentiale zu finden. Das bedeutet nicht, dass die Anlagen nicht fachgerecht betrieben werden. Doch erst in jüngerer Zeit lässt sich mittels moderner Mess- und Regeltechnik eine Anlage so transparent gestalten und automatisieren, dass eine Energieoptimierung möglich wird. Auch auf Anlagen, die als energieeffizient zu bezeichnen sind, werden Einsparpotentiale bis zu etwa 25% eingeräumt [4].

Bei Energieeffizienz-Analysen ist vor allem ein fundiertes Datenmaterial von großer Wichtigkeit. Die Analyse erfolgt in der Regel in zwei Schritten: in einer Grobanalyse wird zunächst der Energieverbrauch in Bezug auf die Reinigungsleistung ermittelt. Die Reinigungsleistung kann beispielsweise nach der abgebauten CSB-Fracht eingestuft werden. Weil in diesem Bereich zum einen der höchste Energieverbrauch (Betrieb der Belebung) aufzubringen ist, und weil zum anderen BSB<sub>5</sub> und CSB zu einem hohen Anteil (95-99%) abgebaut werden, sollte der Stromverbrauch in etwa mit der abgebauten Fracht korrelieren. Ähnliches gilt für Schlamm-pumpen.

Für eine grobe Abschätzung sind also Daten über den Stromverbrauch der Anlage (und speziell der Biologie), über die Belastung und die Gasproduktion ausreichend. Das Abwasser, vor allem das C/N-Verhältnis, muss hierbei in etwa der Zusammensetzung von kommunalem Abwasser entsprechen [4].

## Grobanalyse: Stromverbrauch proportional zur Schmutzfracht

So genannte Sonderverbraucher (z.B. ausgelagerte Pumpwerke, Hebeanlagen, Biofilter, Membranfilter u.ä.), deren Notwendigkeit sich beispielsweise aus der topografischen Lage oder besonderen Ablaufanforderungen ergibt, also Verbraucher, die an der "Standardkläranlage" nicht zu finden sind, sollten aus dem Datenmaterial ausgegrenzt werden können. Dies erleichtert einen späteren Vergleich mit anderen Anlagen.

Es bleibt hier noch zu sagen, dass zu Vergleichszwecken eine Standardkläranlage definiert wird [4], welche aus einer Belebungsanlage ohne zuvor die beschriebenen Sonderverbraucher besteht.

Auch der Energieverbrauch für Abwasserpumpwerke wird in der Regel als Bedarf für Sonderbauwerke aus der Anlage ausgegliedert. Als Faustregel kann man aber annehmen, dass 1kWh elektrische Energie 200m<sup>3</sup> Wasser um 1m anhebt, bei einem Wirkungsgrad von etwa 0,56 [4]. Auch bei anderen Sonderverbrauchern halten sich die Energiebezüge im Vergleich zu den Hauptverbrauchern meist in Grenzen.

Es existieren Richt- bzw. Idealwerte, die eine grobe Einstufung einer Anlage im Vergleich mit anderen Anlagen ermöglichen. Die Richtwerte wurden aus dem Vergleich verschiedener Anlagen bestimmt, Idealwerte zeigen die erreichbaren Werte. In den Kläranlagennachbarschaften von Bayern [3] sind z.B. folgende Zahlenwerte angegeben: (siehe Tabelle)

Aus Abb. 1 geht hervor, dass 50-75% des Stromes für den Betrieb der Belebung verbraucht werden (hauptsächlich für die Belüftung). Daneben sind die größeren Verbraucher wie Mischer/Rührer, Sandfanggebläse und Rücklaufschlamm-pumpen zu nennen. Die Verhältnisse werden an der grafischen Darstellung besonders deutlich.

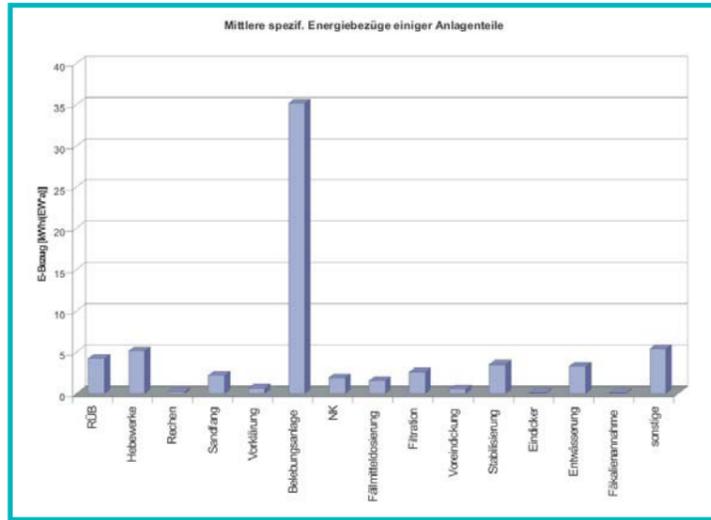


Abb. 1: grafisch dargestellt sind hier mittlere Energiebezüge einiger Anlagenteile (Zahlenwerte aus [1]); Der große Einfluss der Belebung auf den Energiehaushalt der Anlage wird klar ersichtlich

Große Bedeutung für die Energiebilanz besitzt auch der effiziente Betrieb des Faulturms. So kann eine Erhöhung der hier investierten Mischenergie durch den zusätzlichen Gewinn an Methan überkompensiert werden. Oft kann durch den Einsatz eines BHKWs über die Hälfte des Elektrizitäts- und Wärmebedarfs einer Anlage abgedeckt werden. So geht man von etwa 17 kWh/(EW a) elektrischer Energie aus, zuzüglich der Wärme für den Eigenbedarf [2]. Deshalb sind optimierte Regelstrategien und Betriebsweisen hier besonders wirksam.

## Feinanalyse einzelner Anlagenkomponenten

In einer anschließenden Feinanalyse werden dann die einzelnen Verbraucher genauer unter die Lupe genommen. Auf die Einzelheiten der Methodik soll hier nicht näher eingegangen



Durch die Ermittlung spezifischer Energiebezüge für einzelne Anlagenteile und verfahrenstechnische Einheiten werden so vergleichbare Daten gewonnen, die eine Beurteilung der Anlage hinsichtlich vorhandener Einspar- und Automatisierungspotenziale erlauben. Durch die Berücksichtigung der gewonnenen Erkenntnisse in neuen MSR-Strategien oder im

für alle Verfahren, inkl. Tropf- und Tauchkörperanlagen ein sinnvolles Werkzeug zur Aufdeckung von Einsparpotenzialen und zur allgemeinen Optimierung. Durch steigende Energiepreise in der Zukunft wird die Attraktivität einer solchen Maßnahme mit Sicherheit noch zunehmen. Neben einer Verbesserung der Prozessstabilität kann die von der UAS angebotene Analyse im Idealfall etwa bis zu einem Drittel der elektrischen Energie einsparen, so dass eine schnelle Amortisation erreicht werden kann.

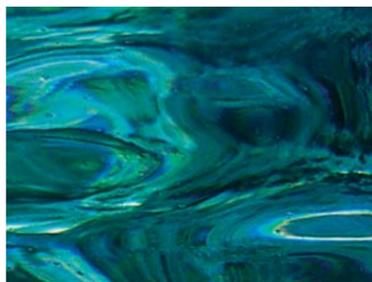
Autor:  
Dipl.-Ing.(FH) Stefan Donaubauer  
UAS Messtechnik GmbH  
Verfahrenstechnik, Wasser-,  
Abwasserbehandlung  
Prof.-Hermann-Staudinger-Str. 4  
D-94234 Viechtach  
Tel.: +49 (0)9942 9486-24  
Fax.: +49 (0)9942 9486-10  
em@il: info@uas.de  
www.uas.de

- [1] D. Thöle et al. (2004) Praktische Erfahrungen mit der Umsetzung von Energiesparmaßnahmen auf Kläranlagen, Korrespondenz Abwasser 6, S.619ff
- [2] M. Schröder (2007) Klärschlamm als Energieträger, Korrespondenz Abwasser 10, S.1035ff
- [3] Kläranlagennachbarschaften Landesverband Bayern 2001, S.92f
- [4] H. Agis (2001) Energieoptimierung an Kläranlagen, Bundesministerium für Land-, Umwelt- u. Wasserwirtschaft und Kommunalkredit Austria AG
- [5] MURL (1999) Energie in Kläranlagen - Handbuch, Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft NRW

Zuge künftiger Ausbaumaßnahmen können so nicht nur Energiekosten eingespart, sondern auch Betriebsprobleme vermieden werden (Regelung der Trübwasserrückführung, RLS-Regelung, Ausgleich von Stößen, etc.). Entsprechende Konzepte werden an die jeweilige Situation angepasst und detailliert ausgearbeitet. Dabei wird auch die Rentabilität einer solchen Energieeffizienzanalyse abgeschätzt, eine Auswertung der Betriebs-tagebücher und evtl. Messreihen vorgenommen.

## Flexibilität durch transparente Messwerterfassung

Mit einer transparenten und automatisierten Messwerterfassung sind zudem jederzeit Kontrollen und Veränderungen in Regelstrategien möglich. Daneben sind Einrichtungen, welche die Betriebssicherheit gewährleisten, wie etwa NH<sub>4</sub>- oder Trübungsmessungen im Ablauf und die entsprechenden Alarmeinrichtungen sinnvoll. Sie wirken sich zwar nicht auf den Stromverbrauch, jedoch auf die Transparenz der Anlage aus. Sie gewährleisten damit auch die Kontrolle über den Erfolg von Maßnahmen.



	2.000 - 5.000 EW		5.000 - 10.000 EW		10.000 - 30.000 EW		30.000 - 100.000 EW		über 100.000 EW	
	Richtwert	Idealwert	Richtwert	Idealwert	Richtwert	Idealwert	Richtwert	Idealwert	Richtwert	Idealwert
C (t <sub>TS</sub> > 5d) m. Faulung			30	23	(27)	(21)	(24)	(18)		
C + N (t <sub>TS</sub> > 15d) m. Faulung			39	30	34	26	30	23	26	20
C+N (aerobe Stabilisierung)	54	41	46	35	40	31				

Tab.: Richtwerte in kWh / (EW a); Agis setzt diese Zahlen etwas niedriger an, liegt aber in der gleichen Größenordnung zwischen 18 und 28 kWh pro EW und Jahr, wobei das EWCSB-Äquivalent mit 110 g/d angesetzt wurde (aus Kläranlagennachbarschaften Bayern, 2001)

werden. Es wird auf die Quellen [4], [5] verwiesen.

Neben den grundlegenden Informationen (Verfahren, Belastungsgröße wie EWCSB, Volumina, Zu- und Ab-laufmengen, Schlamm-mengen, Gasproduktion, s.o.) sind auch möglichst detaillierte Informationen zu den Verbrauchswerten einzelner Anlagenteile (Sandfang, Belebung, Presse usw.) notwendig.

Die hier gezeigten Methoden zur Energieeffizienzanalyse wurden an Belebungsanlagen entwickelt. Für dieses Verfahren stehen die meisten Daten und Vergleichswerte zur Verfügung, weshalb sich dieser Artikel vorrangig darauf bezieht. Prinzipiell ist eine Energieeffizienzanalyse aber

# SÜDFLOCK® und Polymer - eine vielversprechende Verbindung!

## Erste Versuche mit einem neuen Produkt

Um die Vorteile einer polymergestützten Flockung mit der klassischen Phosphatfällung zu verbinden, wurde einem Al-Fe-Chlorid eine Polymerkomponente zugesetzt. Dieses neue Kombi-Produkt wird derzeit in verschiedenen Kläranlagen großtechnisch getestet. Erste Ergebnisse machen zuversichtlich, dass dies eine interessante Lösung nicht nur für die Problematik des Schlammabtriebs sein könnte.

Über Regenwetter an sich konnte man diesen Sommer ausreichend und zu recht klagen, aber mancher Betriebsleiter hat neben einem nassen Kragen auch noch die Sorge wegen erhöhtem Schlammabtrieb aus der Nachklärung im Nacken sitzen. Immer wieder kommt es bei Regenereignissen zu erhöhter hydraulischer Belastung, welche den Abtrieb von Suspensa verursacht, der wiederum schnell zu einer Überschreitung der Grenzwerte führen kann.

Dies war auch der Fall auf der Kläranlage Buchloe, auf der Schlammabtrieb aus der Nachklärung und hohe Werte bei abfiltrierbaren Stoffen immer wieder Probleme bereiten. Sowohl Regen als auch Stoßbelastungen eines Indirekteinleiters verschärfen die Situation zusätzlich. Auf der Suche nach Abhilfe waren schon zahlreiche Versuche mit unterschiedlichsten Produkten unternommen worden.

Im Juli 2007 entschloss sich Herr Knittel, Betriebsleiter der KA Buchloe, im Rahmen eines Versuchs ein neues Produkt der SÜD-CHEMIE AG zu testen. Das Produkt SÜDFLOCK® K225 beinhaltet neben SÜDFLOCK® K2, (einem Fällungsmittel auf Al-Fe-Cl-Basis) ein hochwirksames Polymeradditiv. Die Polymerdosis ist gezielt niedrig angesetzt, um bei einem Einsatz als P-Fällmittel unterstützend zu wirken, ohne dabei eine Überdosierung (mit allen bekannten negativen Folgen) zu riskieren.

Hr. Knittel ist mit der Situation seit Juli 2007 sehr zufrieden.



Das Nachklärbecken in Buchloe vor Versuchsbeginn; Schlieren und Schwimmstoffe auf der Nachklärung verschlechtern die Ablaufwerte.

### "Unsere Nachklärung ist wie ein Bergsee!"

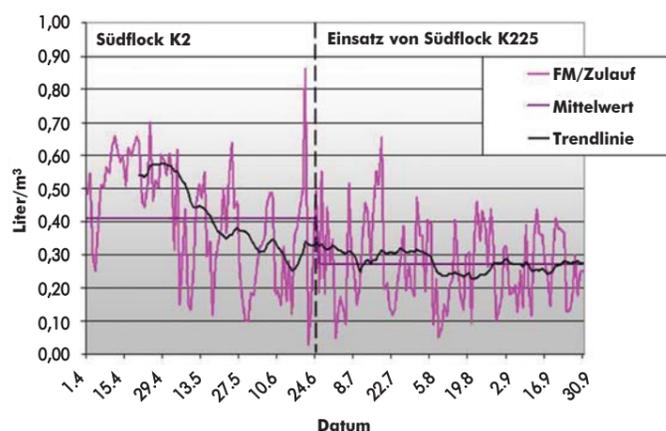
Bereits kurz nach Beginn des Versuches im Anfang Juli 2007 zeigten sich deutliche Verbesserungen bei den Parametern Sichttiefe, abfiltrierbare Stoffe und Gesamt-Phosphat im Ablauf der Kläranlage. "Diese Sichttiefe in der Nachklärung, das ist für uns wie ein Bergsee!" freute sich Herr Knittel, nachdem die ersten Auswirkungen des neuen Produktes sichtbar wurden.

Die abfiltrierbaren Stoffe konnten während der Versuchszeit stabil in einem sehr niedrigen Bereich gehalten werden. Das Problem mit häufigem Schlammabtrieb bei Stoßbelastungen oder Regenereignissen (selbst bei 3-facher Wassermenge als zu Trockenzeiten) war hiermit praktisch gelöst.

### Auch extrem hohe Durchflußmengen konnten bewältigt werden

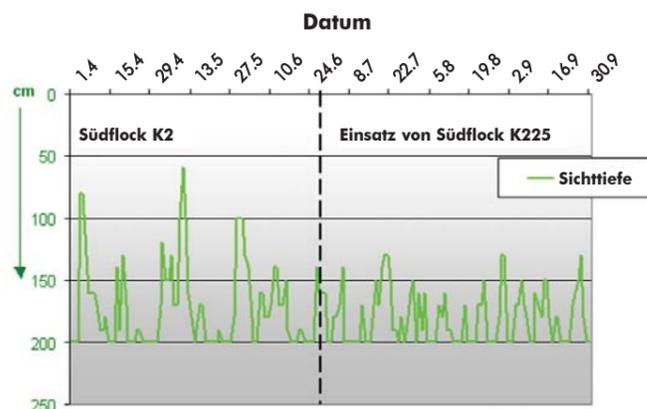
Gleichzeitig konnten sich die Buchloer aber noch über einen weiteren Effekt freuen: Die Verbrauchswerte des polymerhaltigen Produkts gegenüber dem zuvor eingesetzten Fällmittel lagen deutlich niedriger. Wie die folgende Grafik zeigt, konnten im Vergleich zu vorher nahezu 40% eingespart werden.

### Fällmittelverbrauch bezogen auf 1m³ Zulauf



Fällmittelverbrauch und Sichttiefe über die letzten 4 Monate.

### Sichttiefe in der Nachklärung



Außerdem lagen die Werte für Gesamt-Phosphor im Ablauf so weit unter dem erklärten Wert, dass eine weitere Reduzierung der Dosierung über eine Anpassung des Phosphat-Regelkreises erwogen wird.



Der Suspensaabtrieb ist gestoppt, die Nachklärung ist wieder so, wie sie sein soll.



Da der Versuch in Buchloe derzeit andauert, kann noch kein endgültiges Fazit gezogen werden. Es gibt jedoch bereits jetzt interessante Erkenntnisse:

- Der Versuch auf der Kläranlage Buchloe zeigt, dass der Einsatz von SF K225 einen Rückhalt von Suspensa und die Beschwerung des Schlammes weitgehend verbessert und damit die gesamte Betriebsstabilität erhöht.
- Die Schlammflocke wurde größer und stabiler als mit Eisen-/Aluminiumfällmitteln und adsorbiert zusätzlich freie partikuläre Stoffe
- Die Reduzierung der Gesamtdosiermenge zeigt ein interessantes Einsparpotential auf, das auch für problem-unabhängige Einsätze attraktiv sein könnte.
- Ein Fällungsmittel mit Polymeradditiv erlaubt, die Vorteile der Polymerwirkung auf den Schlamm zu nutzen, ohne eine zusätzliche separate Aufbereitung und Dosierung von Polymeren vornehmen zu müssen.
- Der Aufwand für Produktwechsel und Handhabung beschränkt sich auf ein Minimum, da eine Vermischung des polymerhaltigen Produktes mit SÜDFLOCK® K2 unbedenklich ist. (Vor oder nach einem Produkteinsatz sind keine Behälterreinigungen erforderlich.)

### Wir halten Sie auf dem Laufenden

Die Auswirkungen von SÜDFLOCK® K225 werden derzeit noch auf einer Reihe von unterschiedlichen Kläranlagen in Bayern getestet. Es zeichnen sich bereits weitere Einsatzmöglichkeiten ab, über die wir Sie an dieser Stelle (in der nächsten Ausgabe der Wasserlinse) stets aktuell informieren werden.

Autorin:  
Dipl. Biol. Roswitha Bühl  
SÜD-CHEMIE AG  
Ostenriederstraße 15  
85368 Moosburg  
Tel.: +49 (0)8761 82- 639  
Fax.: +49 (0)8761 82- 663  
em@il: roswitha.buehl@sud-chemie.com  
www.sud-chemie.com



## Kläranlagen für Sie vorgestellt: Mitteleuropas erstes Klär-Berg-Werk

**Nach jahrelanger Standortsuche, ging im Jahre 1996 bei St. Lorenzen in Südtirol eine etwas andere Kläranlage in Betrieb. Fast vollständig in den Tobl-Berg gebaut, hat die ARA zwar deutlich mehr gekostet als übliche Kläranlagen vergleichbarer Größe, aber diese Lösung hat letztlich alle überzeugt. Die private Betreibergesellschaft spricht eindeutig von langfristigen Vorteilen.**

Nicht, dass die geprüften Standorte aus technischer Sicht ungeeignet gewesen wären, aber in der örtlichen Bevölkerung fand keiner der zwischen 1976 und 1990 untersuchten Standorte die nötige Akzeptanz. Und dennoch war es unumgänglich, zugunsten der Rienz, den das gesamte Pustertal durchfließenden Fluss, eine moderne Abwasserreinigung bereitzustellen.

Fast unscheinbar, der sichtbare Teil der ARA Mittleres Pustertal.



### Vorteile der unterirdischen Bauweise:

- Einsparung von wertvollem Kulturgut, der in den engen Alpentälern knapp ist.
- Von der Witterung unabhängige Bauausführung.
- Hohe Akzeptanz bei der Bevölkerung.
- Keine Geruchsemissionen aufgrund der zentralen Be- und Entlüftung.
- Problemloser Winterbetrieb (Vereisung, Schnee, Frost).
- Keine Erschwernisse als Folge von Windeinflüssen.
- Keine Algenbildung in den Kanälen und Becken aufgrund fehlenden Sonnenlichts.
- Längere Lebensdauer der baulichen und mechanischen Anlagen durch konstante Temperaturverhältnisse und fehlende witterungsbedingte Einflüsse.
- Zuleitung in freiem Gefälle. Andere Varianten hätten eine Pumpstation erfordert.

Wo andere Berge von Tunnels für den automobilen Verkehr oder für Eisenbahnlinien durchlöchert werden, hat der Tobl-Berg bei St. Lorenzen im italienischen Südtirol etwas ganz Spezielles zu bieten: kilometerlange Kavernen mit Ausmaßen, die diejenigen eines normalen Autobahntunnels fast klein aussehen lassen, und mittendrin Betriebszentralen mit viel Überwachungs- und Steuerungstechnik.

Vor allem aber gibt es hier, tief unter dem bewaldeten Tobl-Berg, zehntausende von Kubikmetern verarbeiteten Stahlbeton zum alleinigen Zweck, das Abwasser von 14 Gemeinden zu reinigen, und den anfallenden Klärschlamm direkt vor Ort zu Trockenschlamm zu verarbeiten. Die Rede ist von der Kläranlage Mittleres Pustertal (ARA Tobl), Mitteleuropas größter, praktisch vollständig in den Berg gebauten Abwasserreinigungsanlage (ARA).

### Unsichtbar und geruchlos

Die Frage ist durchaus erlaubt, warum denn eine komplette ARA ausgerechnet in Kavernen verlegt werden soll? Ausschlaggebend war letztlich die Standortfrage. Nachdem während rund 14 Jahren das mit der Planung und Bauleitung beauftragte Ingenieurbüro Dr. Ing. Peter Castlunger aus Bruneck über zehn grundsätzlich geeignete Standorte geprüft hatte, musste höheren Orts abschließend entschieden werden.

Das stark touristisch geprägte Einzugsgebiet Mittleres Pustertal, Unteres Gadertal und Tauferer Ahrntal konnte und wollte es sich nicht mehr länger leisten, sein Heimgewässer mit weitgehend ungenügend geklärtem Abwasser zu belasten. Dazu kam, dass die Rienz in die Adria mündet und diese von der EU als empfindliches Gewässer eingestuft wird. Auch in dieser Hinsicht duldete das Projekt keinen Aufschub und keine Kompromisse, was die Leistungsfähigkeit betrifft.

So fasste die Südtiroler Landesregierung Anfang der neunziger Jahre den Beschluss, die neue Verbandskläranlage bei Bruneck unterirdisch in Kavernen zu bauen. Diese Lösung stieß denn auch bei der betroffenen Bevölkerung endlich auf fruchtbaren Boden und die Arbeiten konnten in die Hand genommen werden. Betriebsleiter Dr. Ing. Konrad Engl formuliert in einem Beitrag in "Wirtschaft im Alpenraum" vom Oktober letzten Jahres die damalige Stimmung treffend: "Was man nicht sieht, stinkt nicht."

### Bauen unter erschwerten Bedingungen

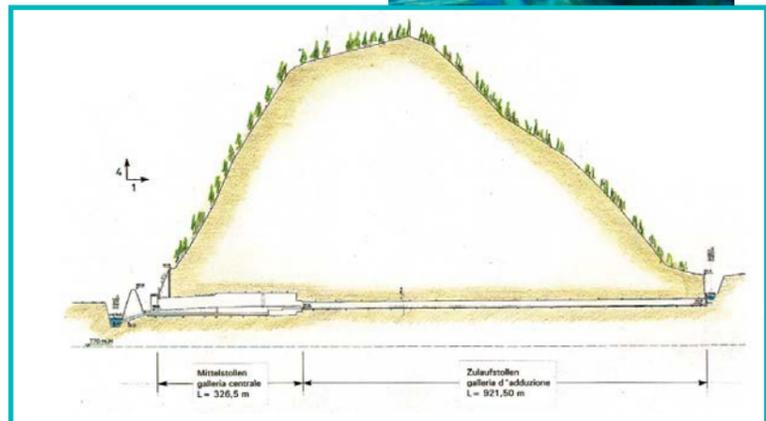
Im Jahr 1990 wurden einem Firmenkonsortium aus lokalen Bauunternehmen der Auftrag für die Planung, den Bau und den Betrieb in Konzession erteilt. Die Konzession umfasste die Baulandbeschaffung, die Projektierung und Bauleitung sowie den Bau

bis zur schlüsselfertigen Anlage samt einer anschließenden 10-jährigen Betriebszeit der Anlage. Zusätzlich zum vereinbarten Pauschalpreis musste auch die Bedingung erfüllt werden, die ARA bis Ende 1995 in Betrieb nehmen zu können.

Am 3. Juli 1996 war es dann soweit, die ARA Tobl konnte nach umfassenden Funktionstests und lediglich fünf Jahren Bauzeit in den regulären Betrieb übergehen. Von außen ist davon heute wenig zu sehen, der größte Teil der Anlagen befindet sich im Berg. So sind am Südhang des Tobl-Berges nur gerade das Betriebsgebäude, die Abdeckungen der beiden unterirdischen Faultürme sowie der Gasometer zu sehen. Fast unscheinbare Gebäude aus Sicht des wandernden Touristen, aber mit viel versteckter Hightech-Installation im Innern.

Die vierstrebig geführte biologische Abwasserbehandlung samt Vor- und Nachklärung ist in zwei Stollen zu je 400 m Länge untergebracht, die vom 325 m langen Mittelstollen mit der zweistrebig mechanischen Vorbehandlung über Verbindungsstollen gespeist werden.

An sich ist die für 130.000 EGW (biologisch) dimensionierte Verbandskläranlage Mittleres Pustertal mit Denitrifikation und Nitrifikation sowie einer umfassenden Schlammbehandlung eine moderne Anlage wie viele dieser Größenordnung, aber eben nur fast! Die Entscheidung, die Kläranlage bis auf die Schlammlinie, den Gasometer und das Betriebsgebäude komplett unterirdisch zu bauen, war für alle Beteiligten eine echte Herausforderung.

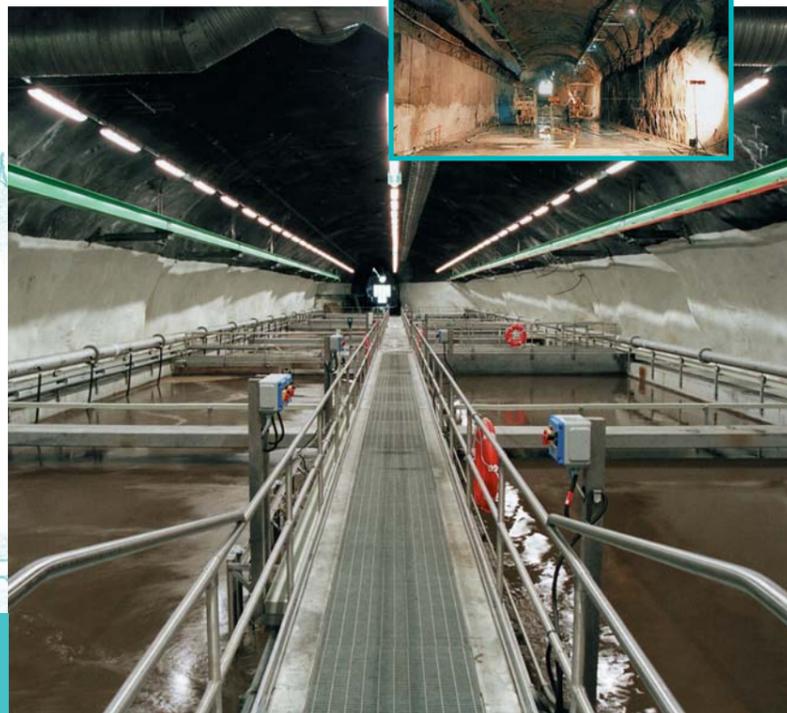


Viel Fels über 1228m Klärsystem.

Vom Einlass der Kanalisation in den Zulaufstollen zur Kläranlage im Norden des Tobl-Berges, über die gesamte Abwasserbehandlung, die Be- und Entlüftungsanlagen und die Dosierstationen sind sämtliche Einrichtungen samt die dazu gehörenden technischen Räume in Stollen und Kavernen untergebracht. Allein der 2.000 m<sup>3</sup> fassende Zufluss- und Staukanal ist rund 922 Meter lang, bevor er in die Rechenanlage und den Sand-/Fettfang im mittleren Stollen einmündet.

Um Platz für die Kavernen und Stollen zu schaffen, wurden zum Beispiel 220 Tonnen Sprengstoff zur Explosion gebracht und 200.000 m<sup>3</sup> Felsmaterial aus dem Berg gefahren. Die entstandenen Kavernen weisen einen Durchmesser von 14 bis 18,5 m auf (Mittel- bzw. Seitenstollen). Bei der Erstellung der gesamten Anlage wurden insgesamt 1.500 t Bewehrungs- (Armierungs-)stahl und rund 50.000 m<sup>3</sup> Beton verbaut.

Schal- und Betonarbeiten in einem der beiden Seitenstollen.



Blick auf das im Umlauf geführte Belebungsbecken in einem der beiden Seitenstollen.

Eingang und Betriebsgebäude der ARA Tobl, mittleres Pustertal.



Da für eine unterirdische Kläranlage Veränderungen der Luftzusammensetzung vor allem für die Arbeitssicherheit der hier tätigen Belegschaft von enormer Bedeutung sind, wurden die Be- und Entlüftungssysteme samt den entsprechenden Steuerungs- und Sicherheitseinrichtungen zu zentralen Projektelementen.

### Ohne Be- und Entlüftung geht gar nichts

Die unterirdische Bauweise stellte ganz besondere, erhöhte Anforderungen an die Betriebssicherheit der Anlage. So sind die Ventilatoren auf einen 1- bis 6-fachen Wechsel der Luft in den Stollen pro Stunde ausgelegt. Unterteilt in drei voneinander unabhängige Regelkreise für die Seiten- und den Mittelstollen stellen sie so sicher, dass ein Totalausfall der Lüftung so gut wie gar nicht eintreten kann.

Am Einlauf der Kanalisation in den Berg sind Gassensoren installiert, die vor allem auf explosive Gase, aber auch auf andere flüchtige Kohlenwasserstoffe empfindlich reagieren. Am Ende des Zulaufstollens, beim Zulauf zum Grobrechen, messen weitere Sensoren diese Gase erneut. In der Abluftleitung der Anlage werden wiederum der Gehalt an explosiven Gasen, Methan, H<sub>2</sub>S, CO und der Sauerstoffgehalt sowie Temperatur und Feuchte gemessen.

Bei Erreichen von bereits 20% der unteren Explosionsgrenze (UEG) wird über das Prozessleitsystem ein Voralarm ausgelöst, der zur Folge hat, dass Zu- und Abluftventilatoren auf maximalen Luftaustausch hochgefahren werden. Bei 40% UEG wird automatisch ein Hauptalarm ausgelöst. Diese Maßnahme hat bereits weitreichende Folgen für den Betrieb der Kläranlage, werden doch der Zulaufstollen zur Anlage geschlossen und der Mittelstollen mit den mechanischen Einrichtungen und den technischen Räumen völlig stromfrei geschaltet. So soll sichergestellt werden, dass es im Berg nicht zu einer Explosion (mit verheerenden Folgen) kommen kann.

Im normalen Betrieb wird der Luftumsatz im Berginnern über die Messwerte für Temperatur und Feuchte gesteuert. Dabei können die Ventilatoren Luftmengen von 12.000 m<sup>3</sup>/h bis zu 48.000 m<sup>3</sup>/h bewegen, damit ein verträgliches Klima für die Mitarbeiter, aber auch für die Installationen erhalten bleibt.

Die Abluft wird über einen 3-stufigen Kreuzstromwäscher biologisch und chemisch behandelt. Sauerstoff und Kohlenmonoxid haben hier keine Regelungsfunktionen, liefern jedoch für die Arbeitssicherheit wichtige Anzeigen. Die maximal bewegte Luftmenge beträgt in der gesamten Anlage ca. 150.000 m<sup>3</sup>/h.

Damit auch wirklich die geforderte Arbeitssicherheit aufrecht erhalten werden kann, müssen alle drei Monate die Gassensoren ausgetauscht und die Messköpfe spätestens jedes zweite Jahr ersetzt werden. Zusammen mit dem hohen Strombedarf der Ventilatoren, die selbstverständlich ohne Unterbrechung laufen müssen, haben diese Sicherheitsaspekte zusammen mit weiteren spezifischen Umständen zur Folge, dass die jährlichen Betriebskosten der mit insgesamt 13 Mitarbeitern betriebenen ARA ca. 10% höher sind als bei einer Kläranlage in offener Bauweise (mehr dazu in [www.arapustertal.it](http://www.arapustertal.it), Kapitel Betrieb).

### Ein Mehraufwand, der sich lohnt

Dass eine solche Kläranlage nicht zu den gleichen Kosten zu haben ist, wie eine oberirdische ARA, versteht sich von selbst. Das war auch den Verantwortlichen klar, als die Entscheidung zugunsten der tourismus- und einwohnerverträglichen Lösung gefällt wurde. So kam die gesamte Anlage bis 1996 auf rund 65 Mio. Euro zu stehen, mit eingerechnet die Trocknungs- und die angegliederte thermische Verwertungsanlage für den Klärschlamm, welche 1998 bzw. 2004 zur ökologisch sinnvollen Reduktion und Verwertung des zu entsorgenden Klärschlammes gebaut wurde. Allein die Anlagen zur Schlammbehandlung kosteten nochmals rund 6,8 Mio. Euro.

Am stärksten zu Buche geschlagen haben natürlich die baulichen Maßnahmen im Berg. So belief sich allein die Erstellung von Kavernen, Zufahrtsstraße und Zulaufstollen auf über 21,5 Mio. Der zweite große Brocken waren die Baumeisterarbeiten im Untergrund mit rund 17 Mio. Euro und der Maschinenbau mit knapp 12 Mio. Euro. Die aufwändigen Elektroanlagen, sowie die Mess- Steuer- und Regeltechnik haben nochmals 7,7 Mio. Euro verschlungen.

Im bereits erwähnten Beitrag in "Wirtschaft im Alpenraum" vom Oktober 2006 äußerte sich Pepi Ausserhofer, Verwaltungsratspräsident der ARA Tobl GmbH, ab 01.01.2007 ARA Pustertal AG, mit Rückblick auf die ersten zehn Betriebsjahre: "Langfristig überwiegen die Vorteile dieser Bauweise, das können wir nach zehn Jahren privater Betriebsführung der Anlage mit Bestimmtheit sagen."

### Nachteile der unterirdischen Bauweise:

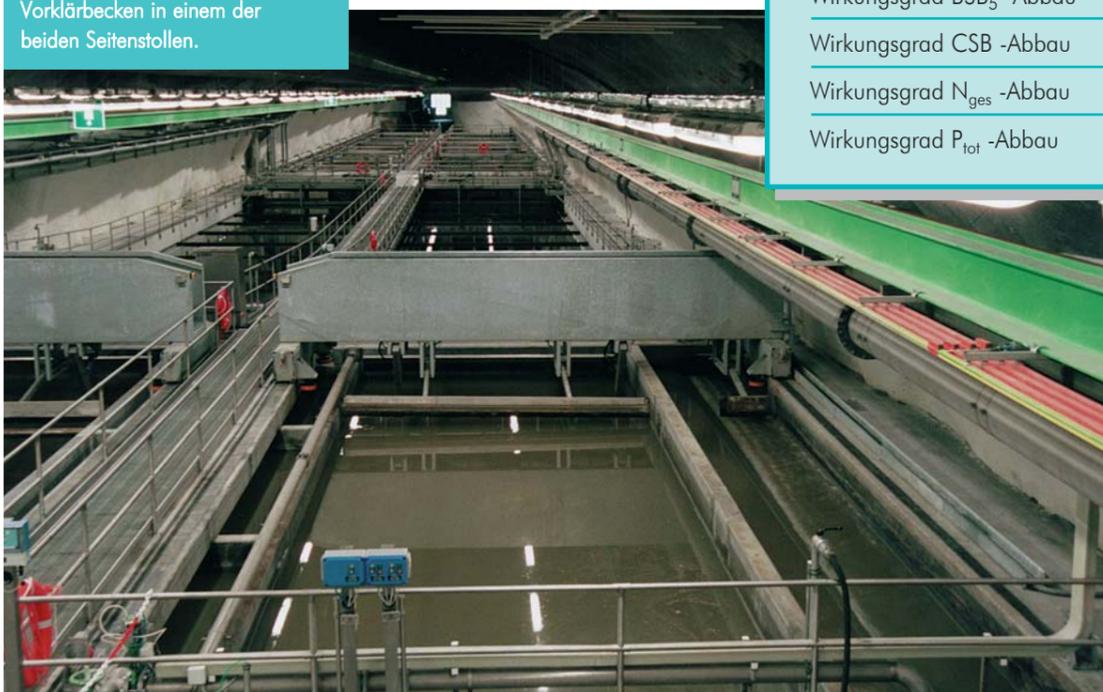
- Höhere Baukosten infolge der Felsausbruchs- und Felsicherungsarbeiten.
- Höhere Betriebskosten infolge der Be- und Entlüftungsanlagen in den Stollen.



### Kennzahlen zur ARA Tobl

	Dimensionierung	Mittlere Belastung 2006
Zufluss	28'500 m <sup>3</sup> /Tag	15'801 m <sup>3</sup> /Tag
Hydraulische Belastung	95'000 EGW/Tag	79'067 EGW/Tag
Biologische Belastung (60g BSB <sub>5</sub> /E*Tag)	130'000 EGW/Tag	113'707 EGW/Tag
BSB <sub>5</sub> im Zulauf	7'800 kg/Tag	438 mg/l
CSB im Zulauf	14'300 kg/Tag	713 mg/l
N <sub>ges</sub> im Zulauf	1'620 kg/Tag	63.3 mg/l
P <sub>tot</sub> im Zulauf	390 kg/Tag	10.1 mg/l
Wirkungsgrad BSB <sub>5</sub> -Abbau		99.1%
Wirkungsgrad CSB -Abbau		96.3%
Wirkungsgrad N <sub>ges</sub> -Abbau		86.7%
Wirkungsgrad P <sub>tot</sub> -Abbau		93.1%

Vorklärbecken in einem der beiden Seitenstollen.



Ergänzende Auskünfte zur täglichen Praxis in der Berg-Klär-Anlage erhalten Sie bei:

ARA Pustertal AG  
Pflaurenz/Tobl 54,  
I-St. Lorenzen (BZ)  
Betriebsleiter Dr. Ing. Konrad Engl  
Tel.: +39 (0)474 479601  
em@il: info@arapustertal.it  
[www.arapustertal.it](http://www.arapustertal.it)

Autor:  
Daniel Soder  
[www.ds-kommunikation.com](http://www.ds-kommunikation.com)

## Die Sichelhautbiozönose: Abwasserreinigung schon im Kanal

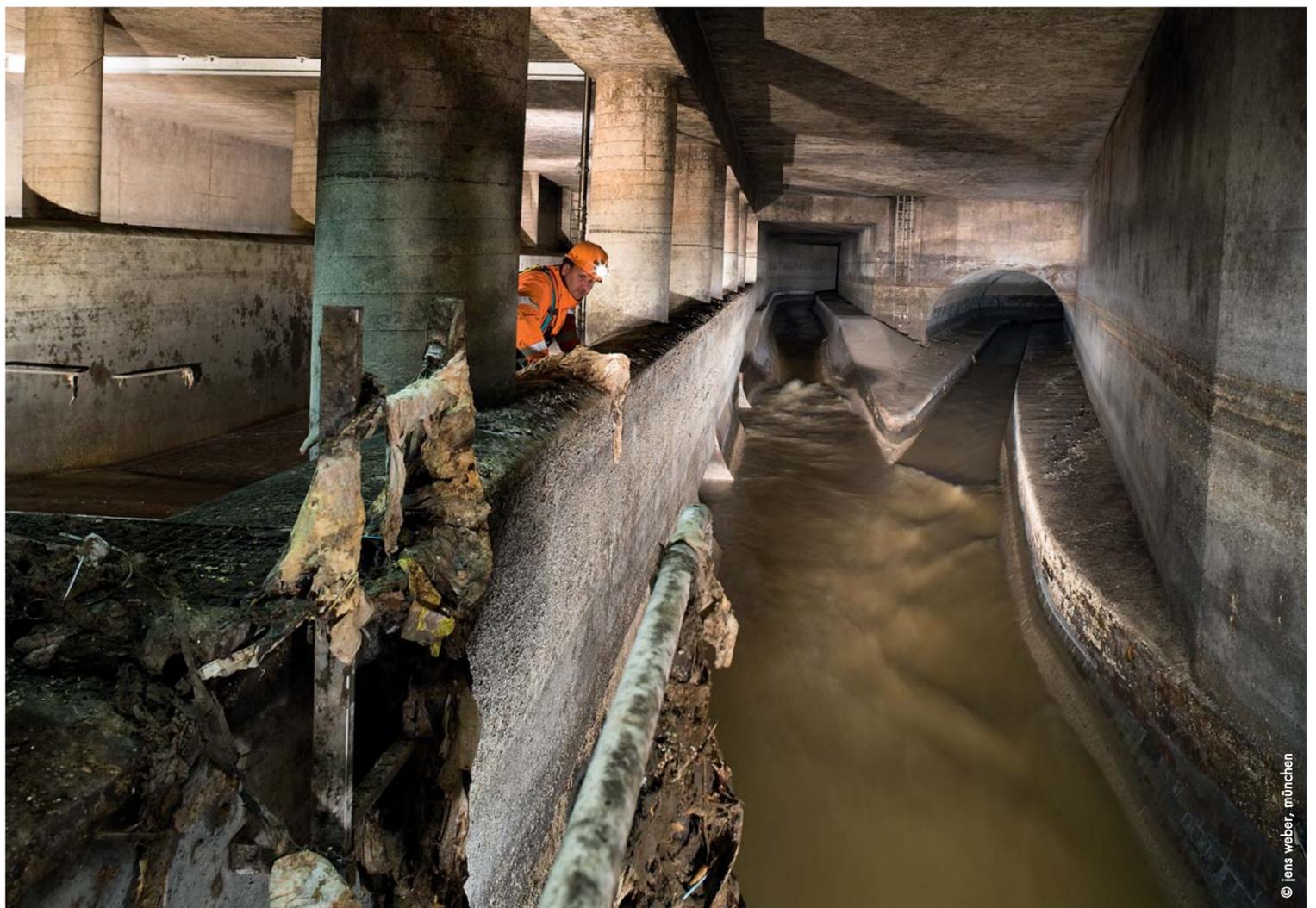
**Durch die äußerst vielfältige Zusammensetzung der Sichelhäute im Kanalnetz und die Aktivität der im Abwasser enthaltenen Bakterien findet bereits auf dem Weg zur Kläranlage ein Abbau von Abwasserinhaltsstoffen statt. Neuere Erkenntnisse hierzu erfordern ein Umdenken, das diese Abbauprozesse in die Planung des gesamten Abwasser-Reinigungsprozesses miteinbezieht.**

Für die biologische Abwasserreinigung wird kommunales sowie industrielles Abwasser gesammelt und in Kläranlagen eingeleitet. Hier dienen sowohl Kohlenstoffverbindungen als auch Stickstoff- und Phosphorverbindungen den Abwasserbakterien als Nährstoff- und Energiequelle, die sie in Biomasse und Abbauprodukte, bestenfalls in H<sub>2</sub>O sowie gasförmige Produkte wie CO<sub>2</sub> und Methan abbauen.

Abwasserbakterien bewohnen aber auch schon die Sammelkanäle zum Klärwerk. Sie liegen dort zum einen suspendiert in der Wasserphase vor, zum anderen bilden sie mehr oder weniger dicke und dichte Biofilmbeläge, die sogenannte Sichelhaut. Dieser Artikel beschäftigt sich mit der Frage nach Zusammensetzung und Aktivität dieser komplexen Biozönose. Sind die Bakterien dort auch schon aktiv? Welche Stoffwechselgruppen finden sich in der Abwasserbiozönose des Kanals? Wie wird das Abwasser schon auf dem Weg zur Kläranlage verändert?

### Der Biofilm Sichelhaut

Die Sichelhaut entwickelt sich an der wasserüberströmten Sohle des Kanals. Die Schichtdicke hängt von der Zusammensetzung des Abwassers, der Verweilzeit und den Strömungsverhältnissen ab. In unseren Untersuchungen zur Sichelhautbiologie von unbelasteten und mit Schwermetallen bzw. chlororganischen Verbindungen belasteten Kanälen lag die Dicke der Sichelhaut im Bereich von 1-2 mm (Lemmer und Roth 1993). Zur Beschaffenheit von Sichelhaut liegt eine Fülle an Literatur vor. Es zeigt sich dabei, dass der Biofilm nicht homogen ist, sondern sich durch die Bildung von Bakterienclustern (Rothe-mund et al. 1993, Lewandowski et al. 1993), durch hohe Strömung (hohe Reynoldszahlen, Debus et al. 1993) oder auch durch die Bewegung von hoch organisierten Organismen wie Würmern immer wieder verändert und eine hohe Heterogenität aufweist. Durch diese Heterogenität können aerobe, anoxische, sulfidogene und anaerobe Bereiche auf engstem Raum zusammen auftreten. Durch Austausch wichtiger Substanzen über die Grenzflächen findet eine Veränderung des Abwassers in vier Phasen statt: in der Wasserphase und der Sichelhaut, aber auch in den Kanalsedimenten und der Kanalatmosphäre (Hvitved-Jacobsen et al. 2002).



### Organismengruppen in der Sichelhaut

Die mikroskopische Untersuchung von verschiedenen Sichelhäuten mit und ohne Belastung mit Schwermetallen oder chlororganischen Verbindungen erbrachte eine Vielzahl von vielzelligen und einzelligen eukaryontischen Organismen sowie eine breite Palette an prokaryontischen Bakterien aus den verschiedensten Stoffwechselgruppen (Lemmer und Roth 1993).

Die vergleichende Untersuchung der Metazoen ergab, dass Nematoden mit Eiern, Larven und Adulten häufig bis zum Teil massenhaft auftreten. Sie bildeten in dieser Untersuchung die wichtigste Organismengruppe. Hämoglobinhaltige Wenigborster, d.h. Oligochäten traten regelmäßig in geringen Zahlen auf, allerdings auch in AOX-belasteten Kanälen. Daneben wurden vereinzelt Vertreter von Topfwürmern (Enchytraeidae) sowie Larven und Puppen der Schmetterlingsmücke *Psychoda* sp. gefunden, die eher als Plage in Tropfkörpern bekannt ist. Milben traten hingegen nur selten auf. Ebenso waren Rädertiere, die in Belebungsanlagen mit hohem Schlammalter durchaus eine wichtige Rolle spielen können, nur selten zu finden.

Pilzhyphen der Gattung *Fusarium* waren in einigen Kanälen häufig, Schleimpilze fanden sich häufig in unbelasteter Sichelhaut mit rein kommunalem Einfluss.

Einzellige Protozoen traten in allen Sichelhäuten in verschiedener Häufigkeit auf. Vereinzelt fanden sich Amöben der Gattung *Vahlkampfia*, bei hoher Belastung oft Flagellaten der Gattung *Bodo*. Daneben kamen *Peranema*- und *Euglena*-Arten vor, die auf niedrige Belastung hindeuten. Auch bei den Ciliaten fanden wir je nach Belastungszustand die verschiedensten Vertreter, wie an starke Sauerstoffzehrung angepasste Gattungen wie *Paramecium* und *Cyclidium*, aber auch Indikatoren für niedrige Belastung wie *Chilodonella*, *Litonotus* und Vertreter der *Oxytrichidae*. In mit Schwermetallen belasteter Sichelhaut saßen oft Glockentiere der Gattungen *Vorticella*, *Epistylis* und *Opercularia* dem Biofilm auf, daneben schwammen kleine Amphileptiden mit *Acineria*- und *Litonotus*-Arten. In AOX-belasteter Sichelhaut überwogen freischwimmende Ciliaten wie *Blepharisma* sp. als Indikatoren für gute Sauerstoffversorgung. Daneben gediehen aber auch Vertreter der Gattungen *Colpidium*, *Paramecium* und *Tetrahymena* mit hoher Toleranz gegenüber Sauerstoffmangel und hohen Ammoniumkonzentrationen.

Auch bei den im Mikroskop auffälligen Bakterien fanden sich Vertreter für die unterschiedlichsten Milieu- und Substratbedingungen. So lag neben einer Vielzahl suspendierter Bakterien wie mikroaerophile Spirillen und Spirochäten auch Aufwuchs von Zoo-gloeartigen Bakterien vor. Auffällig waren in Sichelhaut, in der anaerobe Verhältnisse herrschen, Schwefelbakterien der Gattung *Beggiatoa*. In mit Eisen belasteter Sichelhaut fanden sich

Im aeroben Bereich des Abwassers selbst und in den oberen Biofilmschichten erfolgt aerober Abbau von Kohlenstoffverbindungen durch eine heterotrophe Bakterienflora, die auch im Belebungsbecken aktiv ist. Die Populationsdichte heterotropher Bakterien lag in unseren Untersuchungen in der Größenordnung von 10<sup>10</sup> bis 10<sup>11</sup> koloniebildende Einheiten KBE/g TS bzw. KBE/g oTS.

auch Fadenbakterien der Gattung *Leptothrix*, die als Leitorganismen für eisenhaltige Standorte gelten (Liebmann 1962).

Die Vielfalt an Organismen, die in Sichelhaut zu finden sind, zeigt, dass hier unterschiedlichste Lebensräume mit unterschiedlichsten Wachstumsbedingungen auf engstem Raum beieinander liegen. Was passiert nun in diesem an ökologischen Nischen so reichhaltigen Biotop?

### Bakterielle Stoffwechselgruppen in der Sichelhaut

Das Auftreten verschiedener Stoffwechselgruppen ist abhängig von der Art des Abwassers und der Ausgestaltung des Kanalnetzes, was zur Ausbildung einer mehr oder weniger dicken Aufwuchsschicht führt. In unseren eigenen Untersuchungen ergaben Sauerstoffprofile durch Sichelhaut verschiedener Dicke, dass je nach Belastung ab einer Eindringtiefe der Sonde von 300 bis 1000 µm nur noch ein geringer Gehalt oder gar kein Sauerstoff mehr vorlag (Lemmer und Roth 1993).

Damit erreicht die Dichte eine Größenordnung, wie sie auch im Belebtschlamm der hochbelasteten ersten Stufe einer zweistufigen Anlage gefunden wurde (Lemmer et al. 1994). Dabei war die Größenordnung in belasteter und unbelasteter Sichelhaut etwa gleich.

Die Populationsdichte von lytischen Bakterien, die hochmolekulare Verbindungen abbauen, also Polymere wie Proteine, Stärke oder Fette, lag etwa eine Größenordnung unter der der Heterotrophen. Hier zeigte sich, dass insbesondere Biofilmbakterien, die aufgrund der Adsorption der Abwasserinhaltsstoffe einer höheren Substratkonzentration ausgesetzt sind, eine höhere Stoffwechseldiversität mit hydrolytischer Aktivität ausbilden als ihre in Suspension befindlichen Mitstreiter (Dean-Ross und Mills 1989).

Die Dichte der Bakterien des Stickstoffkreislaufs, d.h. Ammonifikanten und Nitratreduzierer, lag in unseren Untersuchungen in der gleichen Größenordnung, z.T. auch noch höher als die im Belebtschlamm der Hochlaststufe einer kommunalen Anlage gefundenen (Lemmer et al. 1994). Die Dichte gasbildender Denitrifikanten lag dabei etwa eine Größenordnung über der im Hochlastschlamm gefundene.

Eine weitere Stoffwechselgruppe spielte in unseren Untersuchungen kaum eine Rolle, kann aber im Kanalnetz zu unangenehmen Überraschungen führen. Liegen im Kanal Schwefelverbindungen vor, werden diese je nach Redoxpotential, d.h. aeroben oder anaeroben Verhältnissen, unterschiedlich verstoffwechselt. Liegt im Abwasser Sulfat vor, kann dieses in anaeroben Zonen durch sulfatreduzierende Bakterien wie z.B. *Desulfovibrio* sp. in Schwefelwasserstoff umgewandelt werden. Liegen Schwermetalle vor, kann das Sulfid auch ausgefällt werden. Dies geschieht allerdings nur bei relativ niedrigen Sulfidkonzentrationen unter  $1 \text{ g S/m}^3$  (Nielsen et al. 2006). Die Sulfidemission bzw. der Aufbau von  $\text{H}_2\text{S}$  findet insbesondere in Kanälen mit großem Durchmesser, mit steilem Gefälle oder niedrigem pH-Wert statt (Nielsen et al. 2006). Ist der Kanal nicht nur in den innersten Biofilmschichten, sondern bis in die Wasserzone anaerob, geht Sulfid in Lösung und kann bis in die Kläranlage gelangen. Liegen hingegen im Wasser oder in der Kanalatmosphäre aerobe Verhältnisse vor, kann Sulfid zu Sulfat zurückoxidiert werden. Dies geschieht z.B. in der über dem Abwasserstrom befindlichen Betondecke des Kanals, wo sich im Kondenswasser Schwefel oxidierende Bakterien ansiedeln, die  $\text{H}_2\text{S}$  zu Schwefelsäure oxidieren. Daran sind je nach den vorliegenden trophischen Verhältnissen und pH-Werten verschiedenste Schwefeloxidierer beteiligt, die auch unterschiedlich weit reduzierte S-Quellen wie  $\text{H}_2\text{S}$ , S oder  $\text{S}_2\text{O}_3$  zu nutzen imstande sind (Okabe et al. 2007). Die Umsetzungen zu Schwefelsäure wiederum bedingt Korrosionsschäden an Beton und Metallteilen der Kanalbauten. Reaktionen von Schwefelsäure mit Zement führen zu Verbindungen mit

deutlich höherem Volumen, wodurch ein Kanal richtiggehend gesprengt werden kann.

#### Toxizität von Abwasser

Die in unseren Untersuchungen vorliegende Belastung mit Schwermetallen und chlororganischen Verbindungen hatte zwar eine leichte Verminderung der Dichte an eukaryontischen Organismen zur Folge, die Bakterienpopulationen ließen sich dadurch aber nicht beeindrucken (Lemmer und Roth 1993). Ein Grund, dass sich trotz des Einflusses von toxischen Substanzen eine höchst aktive Biozönose ausbilden kann, liegt einmal in der Einbettung der toxischen Stoffe in die extrazellulären polymeren Substanzen, die die Biofilmorganismen als Kitt zusammenkleben. Weiter lag der in der untersuchten Sielhaut vorliegende pH-Wert zwischen 7,8 bis 9, d.h. Schwermetalle lagen hier in ausgefällter Form vor. Auch die chlororganischen Verbindungen führten nicht zu einer drastischen Hemmung der Aktivität, evtl. deshalb, weil sie schon in der Sielhaut einem Abbau unterliegen. Hier wirkt sich die räumliche Nähe zwischen aeroben und anaeroben Verhältnissen als günstig aus, da beim Abbau von AOX-Verbindungen zunächst im Anaeroben eine Dehalogenierung erfolgt, wobei Chlor als Elektronenakzeptor dient und im Anschluss an die Dehalogenierung im Aeroben die restliche Verbindung als Kohlenstoffquelle genutzt wird.

#### Das Gedächtnis der Sielhaut

Die zum Teil starke Adsorption bestimmter Abwasserinhaltsstoffe wurde in den letzten Jahren häufig zum Zwecke eines informationsreichen Monitorings genutzt. So können etwa Einleitungen, deren Aufdeckung durch Messungen des reinen Abwasserstromes praktisch unmöglich wäre, durch die Untersuchung von Sielhaut in bestimmten Kanalstrecken auch noch lange Zeit nachher nachgewiesen werden, wie Gutekunst (1989) beispielsweise für Schwermetalle zeigte. Weiter ist eine ausgeprägte Adsorption dem Nachweis von Mikroschadstoffen dienlich, deren Konzentration in der fließenden Welle oft unter der Nachweisgrenze läge.

Zusammenfluss zweier Kanäle mit unterschiedlicher Belastung.



© Doris Decker

So wurden beispielsweise von Sauer et al. (1997) an Sielhaut umfangreiche Messungen lipophiler organischer Schadstoffe wie polychlorierte Biphenyle (PCB) oder polybromierte Flammschutzmittel vorgenommen, mit Hilfe derer industrielle Einleitungen von nicht-punktuellen Quellen unterschieden werden konnten. Der Gedächtniseffekt ist allerdings umso geringer, je polarer die Stoffe sind, wie z.B. für Chlorphenole gezeigt wurde (Antusch et al. 1995).

#### Pflege des Kanalnetzes

Heterotrophe Bakterien, die geruchsintensive Verbindungen wie Buttersäure oder Mercaptane produzieren (Lucke 2005), und Bakterien des Schwefelkreislaufs führen zu Ärgerissen wie Geruchsbelästigung und Korrosionsschäden. Abhilfe lässt sich durch Einstellung von Verhältnissen mit höherem Redoxpotential im Kanal bewerkstelligen. Dabei führt nicht nur die Zufuhr von Luft oder Sauerstoff, sondern schon die Zugabe von "gebundenem Sauerstoff" in Form von Nitrat- oder  $\text{H}_2\text{O}_2$ -haltigen Produkten (Bentzen et al. 1995, Lucke 2005) zu einer Anhebung des Redoxpotentials, wodurch etwa die Bildung von Schwefelwasserstoff vermindert werden kann.

Durch den frühen Ausbau von Kanalnetzen in Deutschland sind diese mittlerweile in die Jahre gekommen, so dass jetzt umfangreich Sanierungen anstehen. Hier lässt sich das Indikator-Potential von Mikroorganismen aus dem Abwasserkanal nutzen. So zeigten Cronin et al. (2006), dass die Exfiltration von Kanälen zu einer Beeinträchtigung von Grundwasser führen kann. Sie definierten Marker, die die wiederkehrende Verschmutzung ("recharge") durch eine bestimmte Quelle anzeigen. Für Leckagen aus Abwasserkanälen schlagen die Autoren als Markerkombination die Bestimmung von sulfid-reduzierenden Clostridien, fäkalen Streptokokken sowie Bor vor.

#### Ausblick: vom "wastewater design" zum "pipe and plant-treatment"

Lange Zeit begann in den Köpfen der Gelehrten die Abwasserreinigung an der Schwelle zwischen Kanalnetz und Abwasserreinigungsanlage. Mittlerweile ist man sich dessen bewusst, dass die vielfältigen Stoffwechselprozesse im Kanalnetz das Abwasser schon dort weitgehend verändern können. So werden beispielsweise viele Waschmittelinhaltsstoffe schon auf dem Weg zur Kläranlage zu einem nicht unerheblichen Anteil abgebaut (Matthijs et al. 1995). Werden diese Abbauprozesse nun durch aktive Beeinflussung der Verhältnisse im Kanalnetz gelenkt, kann das Abwasser bis zum Eintritt in die Kläranlage sozusagen maßgeschneidert werden ("wastewater design").

So führen anaerobe Zonen zwar einerseits zur berüchtigten Bildung von Schwefelwasserstoff mit allen negativen Begleiterscheinungen. Andererseits produzieren sie aber auch leicht abbaubares Substrat, das Denitrifikation und biologische Phosphorelimination in der Kläranlage günstig beeinflussen kann. Aerobe Verhältnisse hingegen können zu hohen Sauerstoffaufnahmeraten von  $2\text{-}20 \text{ g O}_2 / \text{m}^3 \cdot \text{h}$  führen, wie Untersuchungen im Emscher-Einzugsgebiet zeigten (Hvitved-Jacobsen und Vollertsen 1998), womit schon im Kanalnetz ein beachtlicher Abbau an Kohlenstoffverbindungen und damit eine erhebliche Elimination an CSB/BSB erfolgt. Dies bestätigen auch Voruntersuchungen zu einem aktuellen Projekt, bei dem eine Abnahme des gelösten Kohlenstoffs von  $20 \text{ mg/l}$  pro Stunde Verweilzeit bzw. von Nitrat von  $1,8 \text{ mg/l} \cdot \text{h}$  gefunden wurde (Gujer et al. 2006). Für die Zukunft wird

also zunächst im Forschungsbereich angedacht, das Kanalnetz als zusätzlichen Reaktor zur Abwasserreinigung zu nutzen. Hvitved-Jacobsen et al. (2002) verdeutlichen dies an zwei Beispielen: in Portugal wird durch aktive Belüftung ein Kanalnetz so betrieben, dass organische lösliche und kolloidale Stoffe weitgehend entfernt werden, so dass die Abwasserreinigung stark verbessert wird, obwohl vor der Einleitung ins Meer nur eine mechanische Reinigungsstufe durchlaufen wird. Das Beispiel Emscher zeigt, dass der Erhalt von leicht abbaubarem Substrat während des Abwassertransports die Bedingungen für eine effektive Denitrifikation und biologische P-Elimination in der Kläranlage, die vor der Einleitung in den Rhein durchflossen wird, erheblich verbessert.

Autorin:  
Dr. rer. nat. Hilde Lemmer, München

#### Literatur

- Antusch, E., Sauer, J., Ripp, C., Hahn, H.H. (1995) Organische Stoffe in der Sielhaut - Sorptionsverhalten, Einflussgrößen und Entwicklung einer praktikablen Analysenmethode. Gas Wasser Abwasser 11, 1010-1016.
- Bentzen, G., Smith, A. T., Bennett, D., Webster, N. J., Reinhold, F., Sletholt, E., Hobson, J. (1995) Controlled dosing of nitrate for prevention of  $\text{H}_2\text{S}$  in a sewer network and the effects on the subsequent treatment processes. Water Science & Technology 31(7), 293-302.
- Cronin, A.A., Ruedi, J., Morris, B.L. (2006) The effectiveness of selected microbial and chemical indicators to detect sewer leakage impacts on urban groundwater quality. Water Science & Technology 54(6-7), 145-152.
- Dean-Ross, D., Mills, A.L. (1989) Bacterial community structure and function along a heavy metal gradient. Appl. Environ. Microbiol. 55, 2002-2009.
- Debus, O., Baumgärtel, H., Sekoulov, I. (1993) Influence of fluid velocities on the degradation of volatile aromatic compounds in membrane bound biofilms. Proc. 2nd Int. Conf. On Biofilm Reactors, pp. 343-352. 29.09.-01.10.1993, Paris.
- Gujer, W., Huismann, J., Krebs, P. (2006) [http://www.eawag.ch/organisation/abt\\_eilungen/ing/schwerpunkte/siedlungs-hydrologie/sammelkanal/index](http://www.eawag.ch/organisation/abt_eilungen/ing/schwerpunkte/siedlungs-hydrologie/sammelkanal/index)
- Gutekunst, B (1989) Praktische Erfahrungen und Ergebnisse aus Sielhautuntersuchungen zur Ermittlung schwermetallhaltiger Einleitungen. Korr. Abwasser 36, 1367-1375.
- Hvitved-Jacobsen, T., Vollertsen, J. (1998) An intercepting sewer from Dortmund to Dinslaken, Germany - prediction of wastewater transformations during transport. Report to Emschergenossenschaft, pp.35.
- Hvitved-Jacobsen, T., Vollertsen, J., Matos, J.S. (2002) The sewer as a bio-reactor - a dry weather approach. Water Science and Technology 45(3), 11-24.
- Lemmer, H., Roth, D. (1993) Untersuchungen zur Biologie der Sielhaut. Abschlussbericht des Forschungsvorhabens der Deutschen Forschungsgemeinschaft Le 724/1-1.
- Lemmer, H., Roth, D., Schade, M. (1994) Population density and enzyme activities of heterotrophic bacteria in sewer biofilms and activated sludge. Water Research 28(6), 1341-1346.
- Lewandowski, Z., Stoodley, P., Altobelli, S., Fukushima, E. (1993) Hydrodynamics and kinetics in biofilm systems. Proc. 2nd Int. Conf. On Biofilm Reactors, pp. 313-319. 29.09.-01.10.1993, Paris.
- Liebmann, H. (1962) Handbuch der Frischwasser- und Abwasser-Biologie. Band I, Oldenbourg Verlag München.
- Lucke, N (2005) [www.atv-dvwk-st.de/fachbas/kan/lucke-geruch.pdf](http://www.atv-dvwk-st.de/fachbas/kan/lucke-geruch.pdf)
- Matthijs, E., Debaere, G., Itrich, N., Masscheleyn, P., Rottiers, A., Stalmans, M. and Federle, T. (1995) The fate of detergent surfactants in sewer systems. Water Science and Technology 31(7), 321-328.
- Nielsen, A.H., Hvitved-Jacobsen, T., Vollertsen, J. (2006) Recent findings on sinks for sulfide in gravity sewer networks. Water Science & Technology 54 (6-7), 127-134.
- Okabe, S., Odagiri, M., Ito, T., Satoh, H. (2007) Succession of Sulfur-Oxidizing Bacteria in the Microbial Community on Corroding Concrete in Sewer Systems, pp. 971-980.
- Rothmund, C., Camper, A., Wilderer, P.A. (1993) Biofilms growing on gas permeable membranes. Proc. 2nd Int. Conf. On Biofilm Reactors, pp. 535-542. 29.09.-01.10.1993, Paris.
- Sauer, J., Antusch, E., Ripp, C. (1997) Monitoring lipophiler organischer Schadstoffe im Kanalnetz mittels Sielhautuntersuchungen (Monitoring of lipophilic organic pollutants in sewer systems by sewer slime analysis). Vom Wasser 88, 49-69.

# Moderne online-Messtechnik zur Senkung der Abwasserabgabe

**Schwankungen insbesondere der Ammoniumfracht stellen für eine Kläranlage ein Problem dar, je stärker sie ausgeprägt sind. Abhilfe schaffen regelungstechnische Konzepte, die sich jetzt mit Hilfe moderner Messtechnik umsetzen lassen.**

## Problem: Schwankungen der Zulauffracht

Die Folge von Schwankungen kann sein, dass die Nitrifikation nicht immer vollständig abläuft. Daraus resultiert, dass trotz ausreichend bemessener Belebung ein deutlicher Anstieg der  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentration am Ablauf auftritt [1]. "Wandert" eine Konzentrationsspitze durch die Nachklärung, kann dies zu Grenzwertüberschreitungen führen. Sollte die Überwachungsbehörde bei ihren regelmäßigen Beprobungen eine Überschreitung feststellen, hat das erhebliche finanzielle Konsequenzen. Diese "gefürchteten" Konzentrationsspitzen am Ablauf machen es notwendig, dass der Kläranlagenbetreiber immer einen "Sicherheits-Puffer" nach oben braucht. Diesen Puffer kann man ggf. auch dadurch reduzieren, dass man den Sauerstoffeintrag erhöht. Dies ist jedoch in Zeiten ständig steigender Energiekosten nicht wirtschaftlich. Studien ausgewiesener Fachleute zeigen, dass die Energiekosten weiter drastisch steigen werden. Moderne Kläranlagen müssen darauf vorbereitet sein. Es muss deshalb nach anderen Wegen gesucht werden, wie niedrigere Grenzwerte bei gleichzeitiger Reduzierung der Betriebskosten sicher eingehalten werden können.

## Ausgleich der Belastungsschwankungen mittels Mess- und Regelungstechnik

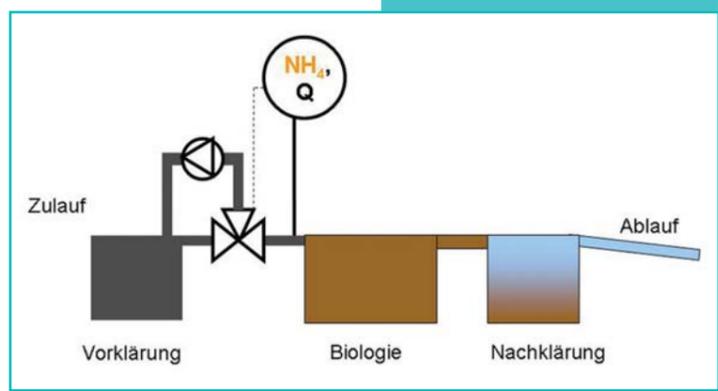
Auf den ersten Blick klingt diese Aufgabe unmöglich. Tagesrhythmus und Gewohnheiten der Bevölkerung können schließlich nicht geändert werden. Bereits im Merkblatt M 268 von 1997 finden sich jedoch Hinweise auf regelungstechnische Konzepte, die den Ausgleich von Belastungsschwankungen ermöglichen:

1. Zulaufsteuerung aufgrund der  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentration im Zulauf
2. Zulaufsteuerung aufgrund der  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentration im Belebungsbecken.

Stellglieder bei Konzept 1 und 2 sind jeweils Schieber und Pumpe.

## Online-Messung im Zulauf zur Biologie

Regelungskonzept (1) beruht darauf, dass ein Teil des Zuflusses zur biologischen Stufe während einer Belastungsspitze zwischengespeichert wird. Das zwischengespeicherte Wasser mit einer hohen  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentration kann dann in belastungsschwachen Zeiten zugegeben werden. Somit kann eine Vergleichmäßigung der in die Biologie zufließenden  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Fracht vorgenommen werden [1]. Dies setzt jedoch eine automatisierte und eine kontinuierliche Messung der  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentration im Zulauf zur Biologie sowie der Zuflussmenge  $Q$  voraus (siehe Bild 1).



## Insitu-Sonden machen Realisierung wirtschaftlich und einfach

Warum diese bereits 1997 von der ATV vorgeschlagenen Konzepte in der Praxis selten umgesetzt wurden, lag hauptsächlich in der Messtechnik begründet. Die Analytoren samt Probenaufbereitung waren oft nicht wirtschaftlich und/oder der Unterhalt war zu personalintensiv. Seit wenigen Jahren sind jedoch einfache und preisgünstige insitu-Sonden auf dem Markt, wie das AMMONO-CONT aus dem Hause Gimat (Bild 2).



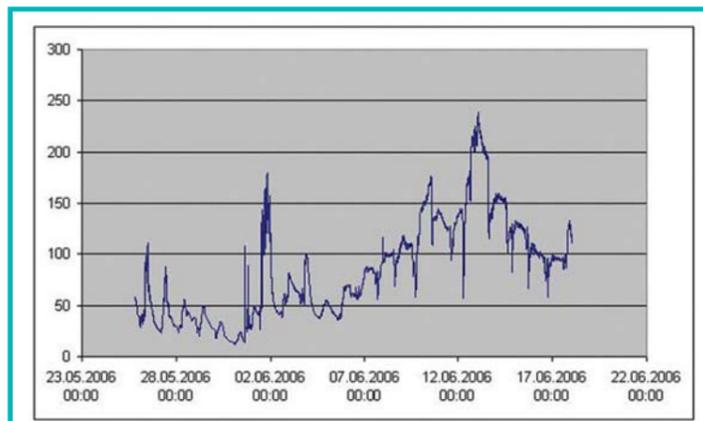
Wie viele Praxisbeispiele zeigen, erlauben diese Messungen bei vertretbaren Anschaffungskosten die zuverlässige und schnelle Messung der  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentration [2], [3], [4].

## Mengenmäßige Zugabe des Filtratwassers automatisieren

Ein weiterer Ansatzpunkt zur Senkung und Vergleichmäßigung der  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Fracht ist es, die zeitliche und mengenmäßige Zugabe des Filtratwassers in dieses Konzept zu integrieren. Die  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentrationen des beim Schlammpressen anfallenden Filtratwassers liegen oft in Bereichen von 500 bis weit über 1000 mg/l [5]. Bereits geringe Mengen können somit zu einem erheblichen Anstieg der Konzentrationen im Zulauf zur Biologie führen.

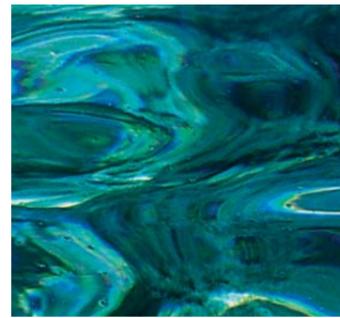
### Konzept 1

Bild 3 zeigt die starken Schwankungen der  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentration im Zulauf zur Biologie einer Kläranlage bei ungesteuerter Filtratwasserzugabe.



## Online-Messung im Belebungsbecken

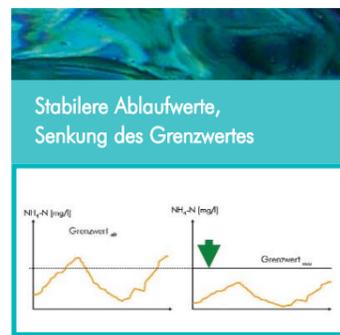
Das Regelungskonzept (2) beruht auf der Messung der  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentration in der Nitrifikationszone und einer  $Q$ -Messung im Zulauf zur Biologie. Bei diesem Konzept wird bei ansteigender  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentration in der Nitrifikationszone, die bei ausreichender  $\text{O}_2$ -Zufuhr ein sicheres Zeichen für eine momentane Überlastung der Nitrifikation darstellt, ein Teil des Zuflusses zwischengespeichert [1]. Bei sinkender bzw. geringerer  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Konzentration wird dieses Wasser wie beim Konzept 1 gezielt zudosiert. Auch hier ist der Einsatz einer online-Messung notwendig, die jedoch bei Konzept 2 in der N-Zone installiert ist (siehe Bild 4).



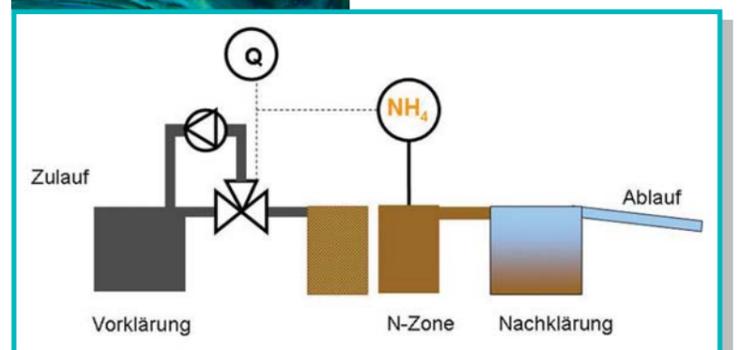
Das Konzept 2 hat gegenüber Konzept 1 den Vorteil, dass kurzfristige Schwankungen in der Leistungsfähigkeit der Nitrifikation berücksichtigt werden [1]. Die biologische Reinigungsstufe wird bei Anwendung dieser Regelstrategie und ausreichend Speicherraum also nur mit einer Stickstofffracht beaufschlagt, welche im Hinblick auf die vorgegebenen Überwachungswerte von der Anlage auch verarbeitet werden kann.

## Zusammenfassung

Erst der Einsatz moderner insitu-Sondensysteme wie dem AMMONO-CONT erlauben Kläranlagenbetreibern die Realisierung längst bekannter regelungstechnischer Konzepte, mit denen trotz stark schwankender Frachten im Zulauf einer Kläranlage und des Anfalls von Filtratwasser gleichmäßigere und niedrigere  $\text{NH}_4\text{-N}$ -Werte am Ablauf der Kläranlage erzielt werden können.



### Beispiel für Schwankung $\text{NH}_4$ -Werte bei ungesteuerter Filtratwasserzugabe



### Konzept 2

Die dargestellten Konzepte ermöglichen vielfach, ohne Risiko für den Betreiber, den Grenzwert für  $\text{N}_{\text{ges}}$  niedriger zu erklären. Dadurch kann beträchtlich an Abwasserabgabe eingespart werden.

Autor:  
Dr. Volker Koschay  
GIMAT GmbH Umweltmesstechnik  
Obermühlstrasse 70  
82398 Polling  
Tel./Fax +49 (0) 881 - 628-0/-15  
em@il: gimat2000@aol.com  
www.gimat.de

### Literatur:

- [1] Merkblatt M 268 "Steuern und Regeln der N-Elimination beim Belebungsverfahren", ATV, Hennef 1997
- [2] Mascha, Hans-Peter "Ammoniumsonde spart viel Zeit und Geld", in: Die Wasserlinse 2 (2005), S. 11
- [3] Berndl, Martin "Kläranlagen sparen 30% Energiekosten", in: Die Wasserlinse 3 (2005), S. 4
- [4] Koschay, Volker "Energieeinsparung auf Oberhausener Kläranlage interessiert Bundespolitiker", in: Die Wasserlinse 4 (2006), S. 11
- [5] Petzi, Susanne; Zacherl, Andreas "Alternativen der Stickstoffreduktion auf Kläranlagen", in: Umweltpraxis 12 (2002), S. 31 ff.

# Wissensnetzwerk für Umwelt- und Kläranlagentechnologie nimmt Arbeit auf

**Mit der Gründung des Bayerischen Institutes für Umwelt- und Kläranlagentechnologie - BIUKAT e.V. Anfang März 2007 wurde in Moosburg an der Isar eine Plattform geschaffen, die für Städte und Gemeinden, Hochschulen, Firmen aus dem Bereich der Umwelt- und Abwassertechnologie sowie Behörden einen intensiven Austausch von Wissen im Bereich der Umwelt- und Kläranlagentechnologie bietet. Durch Tagungen und Seminare wird Wissen vermittelt und werden Dialoge initiiert. In Zusammenarbeit mit Hochschulen, Kommunen und Gewerbetreibenden werden neue Verfahren und Produkte aus dem Umwelttechnikbereich entwickelt und bis zur Marktreife gebracht.**

Für BIUKAT e.V. ist dabei der Schutz des Trinkwassers sowie die Nutzung der Ressource Abwasser ein wichtiger Baustein der Vereinstätigkeit. Dr. Josef Hofmann, Diplom-Chemiker und einer von drei Vorsitzenden, zeigt hierbei folgende Problematik auf: "Wasser ist unser wichtigstes Mittel zum Leben für alle Wesen auf unserem Planeten Erde. Während 80% der Erdoberfläche aus Wasser besteht, ist davon nur 1% der Wassermenge als Trinkwasser geeignet. Das Abwasser von drei Milliarden Menschen fließt derzeit weder in eine Kanalisation noch in eine Kläranlage. Nur einem Bruchteil der Menschheit steht sauberes Trinkwasser zur Verfügung. Deshalb sterben täglich 7.000 Menschen weltweit an wasserbedingten Krankheiten. Für eine nachhaltige Entwicklung ist weltweit entscheidend, dass einfache und kostengünstige Verfahren zur Abwasserreinigung sowie zur Trinkwasseraufbereitung entwickelt werden. Durch Know-How-Transfer aus dem Bereich der Umwelttechnologie können auch bayerische Firmen zur Lösung dieser Probleme beitragen. Hier setzt BIUKAT an, und unterstützt über mehrere Ebenen wie etwa eine internetgestützte Wissensplattform, Tagungen, Seminare und Kontakte diesen Wissenstransfer."



Luftbild der Kläranlage Moosburg, Sitz von BIUKAT e.V.

Die Gründungsmitglieder von BIUKAT bei der Gründungsver-sammlung



Vorne: Die gewählten Vorstandsmitglieder (von links nach rechts) Schatzmeister Roland Lüttmann, Vorsitzender Dr.-Ing. Jörg Strunkheide, Geschäftsführer Hans Stanglmair, Vorsitzender Oliver Berghamer, Vorsitzender Dr. Josef Hofmann

Hinten: Gründungsmitglieder (von links nach rechts) Gerhard Scholz, Dr.-Ing. Klemens Finsterwalder, Peter Berger, Prof. Dr.-Ing. Peter Holbein, Michael Penzkofer, Otto Heinz, Stefan Schmidbauer, Monika und Michael Sittard



Das Logo von BIUKAT -

Sonne als Symbol für erneuerbare Energien, Wolke als Symbol für Klima, Wellen als Symbol für Wasser und Ackerfurchen als Symbol für Boden

Oliver Berghamer, Diplom-Wirtschaftsingenieur, Gründungsvorsitzender und Initiator von BIUKAT sieht vor allem einen wichtigen Bedarf bei der energetischen Optimierung von Kläranlagen: "Abwasserreinigung ist eine Pflichtaufgabe der Städte und Gemeinden. Die Kosten der Abwasserreinigung müssen aufgrund gesetzlicher Vorgaben vollständig auf den Bürger umgelegt werden. Neue Verfahren zur Energieeinsparung und effizienten Energieerzeugung auf Kläranlagen müssen einen wesentlichen Beitrag leisten, um die finanzielle Belastung für den Bürger in Grenzen zu halten. So kann beispielsweise die Abwärme aus der Klärgasverstromung genutzt werden, um Klärschlamm zu trocknen und somit dessen Entsorgungskosten zu reduzieren. Auch die Nutzung neuer Technologien der Energieumwandlung wie etwa die Stromerzeugung aus Klärgas mit hohem Wirkungsgrad in einer Brennstoffzelle kann auf der Kläranlage ein kommunales Energiezentrum entstehen lassen".

der Einsatz von Enzymen und Tensiden bei der Abwasserreinigung die ökonomische und ökologische Gesamtbilanz der Abwasserreinigung deutlich verbessern. Daher ist es mir ein wichtiges Anliegen in der Zusammenarbeit mit Hochschulen neue Ideen in der Praxis auf Kläranlagen zu erproben."

Maßgeblichen Anteil an der Gründung von BIUKAT und an den Innovationen auf der Kläranlage Moosburg hatte der technische Leiter der Kläranlage Moosburg, Roland Lüttmann, Meister für Ver- und Entsorgung und Schatzmeister von BIUKAT. Für ihn stellt die Praxistauglichkeit neuer Ideen das wichtigste Kriterium für Weiterentwicklungen von Verfahren auf Kläranlagen dar: "Die Reinigung von Abwasser stellt ein komplexes System von mehreren Schritten dar. Als Leiter der Kläranlage Moosburg muss ich die optimale Funktionsfähigkeit jedes einzelnen Schrittes sicherstellen, damit die gesetzlich vorgegebenen Ablaufwerte sicher eingehalten werden. Innovationen auf Kläranlagen müssen daher zu diesen Vorgaben passen. Mit BIUKAT wollen wir diesen Transfer in die Praxis unterstützen."

Der Geschäftsführer von BIUKAT, Diplom-Ingenieur Hans Stanglmair, der auch als Vorsitzender der Solarfreunde Moosburg, eines Vereins mit ca. 300 Mitgliedern, jahrelange Erfahrungen im Bereich der Vereinsarbeit für erneuerbare Energien aufweisen kann, sieht BIUKAT als wichtiges Bindeglied zum Technologietransfer: "Innovative Verfahren in der Umwelttechnik entstehen oft aus ungewöhnlichen Ideen. BIUKAT sieht sich in der Rolle des Katalysators, der die Umsetzung in praxisreife Produkte und Verfahren gemeinsam mit Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Wirtschaftsbetrieben vorantreibt. Wir leisten damit einen wichtigen Beitrag zum Wirtschaftsstandort Bayern."

Mittlerweile sind bereits eine Reihe von namhaften mittelständischen Firmen Mitglied bei BIUKAT, wie etwa die S&R Energy GmbH in Moosburg, Hersteller von Blockheizkraftwerken für Klärgas, CFC Solutions GmbH in Ottobrunn, Hersteller der Karbonatbrennstoffzelle, ESRI Geoinformatik in Kranzberg, Hersteller von geographischen Informationssystemen und Heinz Entsorgung GmbH in Moosburg, Logistiker und Abfallentsorger. Ferner engagieren sich mehrere Privatpersonen aus Hochschulen, Behörden, Wirtschaft und Kommunen als Mitglieder bei BIUKAT.

Mit dem 1. Moosburger Umwelttechnikforum unter dem Motto "Innovative Kläranlagentechnologie" am 20. November 2007 präsentierte sich BIUKAT erstmals in einem größeren Rahmen der Öffentlichkeit. Schirmherr der Veranstaltung war der bayerische Wirtschaftsminister Erwin Huber.

Autor:  
Dr. Josef Hofmann  
Bayerisches Institut für Umwelt- und Kläranlagentechnologie BIUKAT e.V.  
Neustadtstraße 100  
85368 Moosburg  
Telefon: 08761/72115-51  
Telefax: 08761/72115-53  
www.biukat.de  
info@biukat.de

## Aktuelle Termine

Titel	Ort	Veranstalter	Datum	Anmeldung/Info
Envietech 2008 - Environmental Technology & Renewable Energy - International Congress and Exhibition	Wien, Österreich	ACV-Austria Center Vienna	31. 01. - 01. 02. 2008	Michael Part Tel.: +43 (1) 26069-2388 Fax: -2370 http://www.envietech.at
Norddeutsches Symposium "Energie auf Kläranlagen"	Lübeck	DWA	07. 02. 2008	Ursula Bergmann Tel.: 05121509-800 od. 803
Kläranlagenbetrieb Stickstoff-elimination: Prozessoptimierung und wirtschaftlicher Betrieb	Stuttgart	DWA	26. - 27. 02. 2008	Gabriele Seil http://dwa-bw.de
Betriebsstörungen auf Kläranlagen	Wathlingen	DWA	28. 02. 2008	Jennifer Rohlfes Tel.: 05121509-800
IFAT 2008	Neue Messe München		05. - 09. 05. 2008	www.ifat.de

### Wir über uns:

wir – das Redaktionsteam – aktuell bestehend aus den Firmen:

#### SÜD-CHEMIE AG

Abwasserbehandlung und Anlagentechnik  
Ostenrieder Str. 15  
D-85368 Moosburg  
Tel./Fax: +49 (0)8761 82-619/-663  
em@il:Andreas.Zacherl@sud-chemie.com  
www.sud-chemie.com

#### UAS Messtechnik GmbH

Prof.-Hermann-Staudinger-Str. 4  
D-94234 Viechtach  
Tel.: +49 (0)9942 9486-24  
Fax.: +49 (0)9942 9486-10  
em@il: info@uas.de  
www.uas.de

#### GIMAT mbH Umweltmesstechnik

Obermühlstraße 70  
D-82398 Polling  
Tel./Fax: + 49 (0)881628-10/-15  
em@il: gimat 2000@aol.com  
Internet: www.gimat.de

Impressum:  
**DIE WASSERLINSE®**

SÜD-CHEMIE AG  
Ostenrieder Str. 15  
D-85368 Moosburg  
www.die-wasserlinse.de

#### Chefredaktion/ Onlineredaktion:

Andreas Zacherl  
Andreas.Zacherl@sud-chemie.com  
Tel.: Redaktion +49 (0)8761 82-619  
Fax: Redaktion +49 (0)8761 82-663

#### Stellv. Redaktion:

Roswitha Bühl  
roswitha.buehl@sud-chemie.com

#### Marketing:

Albert Prockl  
Tel./Fax: +49 (0)8761 82-640/-668  
Albert.Prockl@sud-chemie.com  
Auflage 4.000 Stück.

#### Artdirection:

Jannet Armstrong  
jannet@j-armstrong.de

© 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.



## Die Gewinnchance für aufmerksame Leser!

Machen Sie mit bei unserem Preisrätsel. Wer die neue Wasserlinse aufmerksam gelesen hat, kann mit etwas Glück den Hauptpreis, eine vollautomatische Kaffeemaschine "Magnifica" von DeLonghi gewinnen.



© Copyright by DeLonghi

#### Technische Details

- Neues "Super Silent" 14-stufiges Kegelmahlwerk für noch feineren Kaffeegenuss
- Neue Thermoblock-Technologie mit Bi-Metall System
- Super Aufschäumdüse für besten Milchschaum
- 2 Tassenfunktion

Um das Lösungswort zu erhalten, schreiben Sie die Buchstaben aus den farbigen Feldern der Reihe nach in die leeren Felder für das gesuchte Lösungswort.

#### Lösungswort:

S	a	b	c	d	e	f	g	h	i	k	l	m	n	o	p
						T									S

Schreiben Sie das Lösungswort auf eine Postkarte und schicken Sie diese an folgende Adresse:

Redaktion Die Wasserlinse  
SÜD-CHEMIE AG  
"Rätsel 2008"  
Ostenrieder Str. 15  
D-85368 Moosburg

#### Vergessen Sie Ihre Anschrift nicht!

Aus den richtigen Lösungen wird die Hauptgewinnerin oder der Hauptgewinner ausgelost und persönlich benachrichtigt.

**Einsendeschluss: 01. 03. 2008**

Über den Wettbewerb wird keine Korrespondenz geführt. Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von SÜD-CHEMIE AG, UAS Messtechnik GmbH und Gimat mbH Umweltmesstechnik und deren Angehörige dürfen nicht am Wettbewerb teilnehmen.

Der Rechtsweg ist ausgeschlossen.

	4	c		10		8	n							26		18
		9		f						27	30					
13	28		14							29						
12				l				3								b
					5			31			m			35		g
		25						33						1	k	
	17		p						7							o
				5	2				21	20						
32	37	38		a							11	d		24		
				34				22								19
36	i								23	16						
	15									e				h		

#### Senkrecht:

- Schwermetall
- Festes Wasser
- Naturwissenschaft
- Fisch mit langgestrecktem Körper
- Kontinent
- Empfindlicher Teil des Mittelmeeres
- Grabgerät
- Abk. für Kläranlage
- Andere Bezeichnung für Biologie
- Fluss durch die Schweiz, Österreich und Deutschland
- Sichtweise
- Trinkbarer Aufguss aus Blättern
- Bayrische Akademie für Fernsehen (Abk.)
- Englisch: Wir
- Zahl
- Englisch: Rot
- Landwirtschaftliches Gerät
- Weiblicher Vorname
- Sprengstoff
- Hauptstadt des Kantons Wallis (Schweiz)
- Abk. für Belebungsbecken

#### Waagrecht:

- Nachklärung der Kläranlage Buchloe sieht so aus
- Einrichtung zur Abwasserreinigung
- Treten häufig in Sielhäuten auf
- Positiv geladenes Teilchen
- Bayrisches Institut für Umwelt- und Kläranlagentechnologie
- Abk. für Blockheizkraftwerk
- Herrscher, Tyrann
- Teil der Stickstoffelimination
- Dem Wind abgewandte Seite
- Schwedisches Einrichtungshaus

- Eisenlegierung
- Fluss durch Hannover
- Zeichen zur Aufmerksamkeit
- Knochen des Unterarms
- Biologischer Sauerstoffbedarf
- Zum Beispiel
- Kohlenmonoxid

