



## **Einsatz von Reaktoren mit Ökodol® auf Kläranlagen - Zusammenfassung**

### **Problem**

In modernen biologischen Kläranlagen mit zusätzlicher Stickstoffentfernung kommt es häufig zu Betriebsstörungen durch Bildung von Blähschlamm, Schwimmschlamm und/oder Schaum im Nachklärbecken.

Insbesondere bei niedrigeren Temperaturen können sich die Absetzeigenschaften des Belebtschlammes gravierend verschlechtern und im Extremfall zu einem Schlammabtrieb führen, welcher die Ablaufwerte des gereinigten Abwassers erheblich verschlechtert.

Verantwortlich für die Absetzschwierigkeiten ist u.a. das vermehrte Auftreten von fadenförmigen Bakterien, wodurch die Ausbildung kompakter Belebtschlammflocken erschwert bzw. verhindert wird.

Zudem stellt die Betonkorrosion an Beckenwänden, -böden und Zuführungen zunehmend ein Problem dar.

### **Hintergrund**

#### Schlammbestandteile, Bakterien

Bei der biologischen Abwasserbehandlung nach dem aeroben Belebtschlammverfahren befindet sich in einem belüfteten Reaktionsbecken (Belebungsbecken) im Abwasser suspendierter Belebtschlamm, in dessen Flocken Mikroorganismen in Mischkulturen leben.

Die Mikroorganismen, insbesondere Bakterien sorgen für den Abbau von gelösten organischen Stoffen in den Abwässern. Sie wachsen und vermehren sich durch den Abbau der organischen Stoffe, wodurch zusätzliche Biomasse entsteht.

In einem nachgeschalteten Sedimentationsbecken (Nachklärbecken) werden die Belebtschlammflocken sedimentiert, das gereinigte Abwasser in einem Überlauf abgezogen und ein Teil der abgetrennten Biomasse als Rücklaufschlamm in das Reaktionsbecken zurückgeführt.

Der Belebtschlamm besteht normalerweise aus unregelmäßig geformten Flocken zwischen 50 und 300 µm Durchmesser und einem spezifischen Gewicht  $> 1$ . Die Flocken bestehen einerseits aus den Mikroorganismen, insbesondere Bakterien und andererseits aus organischen Ausscheidungsprodukten der Bakterien, i.w. Makromoleküle wie Polysaccharide und Proteine, auch extrazelluläre polymere Substanzen (EPS) genannt. Diese EPS bilden ein dreidimensionales gel-artiges Netzwerk, welches die Bakterien zusammenhält und schützt. Für die Stabilität des Netzwerks sorgen eingelagerte anorganische Substanzen wie Carbonate, Phosphate, Metallhydroxide.

#### Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht

Das sogenannte Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht spielt auch in der Abwasserreinigung eine große Rolle. Alles deutet daraufhin, dass das übermäßige Wachstum der Fadenbakterien und die Blähschlamm-Bildung ursächlich auf ein gestörtes Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht zurückzuführen ist.

Folgende Punkte beeinflussen das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht, bzw. den Kohlensäuregehalt im Belebtschlamm:

- Die gesteigerte Reinigungsleistungen der biologischen Kläranlagen verbunden mit einem intensiveren Abbau der organischen Inhaltstoffe bewirkt eine verstärkte Kohlensäureproduktion und Kohlensäureanreicherung (CO<sub>2</sub>). Dadurch erhöht sich der Anteil freier Kohlensäure im Belebtschlamm und die Säurekapazität und der pH-Wert sinken. Das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht wird gestört. Das kalkaggressive Milieu führt zur Auflösung des die Flockenstruktur stabilisierenden Calciumcarbonats. Infolge des Calciumcarbonatmangels bricht die Flockenstruktur des Belebtschlammes zusammen und die Absetzeigenschaften verschlechtern sich. Gleichzeitig bewirkt der erniedrigte pH-Wert einen Wachstumsvorteil für die fadenförmigen gegenüber den übrigen Bakterien.
- Dieser Effekt tritt verstärkt in den kälteren Monaten (Dezember – März) auf, wenn die Temperaturen im Belebtschlamm unter 14 °C sinken. Bei diesen Temperaturen zeigt die Kohlensäure eine erhöhte Löslichkeit und zum anderen ist das Wachstum der Fadenbakterien bevorzugt gegenüber den übrigen Bakterien.
- Einführung der Denitrifikation durch an-aerobe und anoxische Bereiche setzt in diesen Bereichen zusätzlich Kohlendioxid frei.
- Bei der Stickstoffoxidation (Nitrifikation) werden starke Mineralsäuren frei. Diese neutralisieren die vorhandene Säurekapazität und setzen Kohlensäure frei.
- Bei tieferen Belebtschlammbecken ist die Löslichkeit von Kohlensäure mit zunehmender Tiefe höher.
- Die Belüftung mit Luft wurde reduziert. Hierdurch werden damit in Zusammenhang stehende Strip-Effekte ebenfalls reduziert.
- Die Kläranlagen werden bereits seit einiger Zeit betrieben. Eventuelle Effekte durch das Abbinden von frischerem Beton sind abgeschlossen. Es kann hier keine weitere Kohlensäure eingebunden werden.

### **Lösung / Entwickeltes Verfahren mit Ökodol®**

Das entwickelte Verfahren soll nicht nur die Symptome sondern vor allem die Ursachen des vermehrten Wachstums der Fadenbakterien und der Blähschlamm-Bildung beseitigen und zudem kostengünstig und in der täglichen Praxis einfach und wartungsarm zu betreiben sein.

Ein Teilvolumenstrom des Belebtschlammes (1 bis 20 %) wird an geeigneter Stelle entnommen und durch einen Reaktor geleitet, wobei der Reaktor Ökodol® enthält. Die Durchleitung durch den Reaktor erfolgt von unten nach oben. Anschließend wird der Belebtschlamm im freien Ablauf aus dem Reaktor heraus und in das Belebtschlammbecken zurückgeführt.

Der Reaktor sollte gleichmäßig durchströmt werden. Ein gesicherter Betrieb ist insbesondere bei einer Beschickung des Reaktors 5 bis 20 m<sup>3</sup> Schlamm pro Stunde und m<sup>2</sup> Reaktorfläche möglich. Anstelle eines einzigen Reaktors kann auch eine Serie von Reaktoren bzw. eine Reaktorkaskade eingesetzt werden.

Im Kontakt mit dem wässrigen Belebtschlamm wandeln sich die Inhaltsstoffe des Ökodol®s um zu Ca(OH)<sub>2</sub>, Mg(OH)<sub>2</sub>, Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> sowie verwandten Verbindungen. Die Stoffe werden im Laufe der Betriebszeit vollständig gelöst und lagern sich in der Belebtschlammflocke an. Die Flockenstruktur wird dadurch stabilisiert und der CaCO<sub>3</sub>-Gehalt der Flocke steigt. Auf diese Weise wird gezielt der Schlamm behandelt und in seiner Struktur stabilisiert. Die Schwimmschlamm- und Blähschlamm-Bildung wird reduziert, bzw. verhindert.

Die Durchleitung des Belebtschlammes durch den Reaktor gemäß dem entwickelten Verfahren bewirkt, dass der  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt der Belebtschlammflocke deutlich ansteigt während die freie Kohlensäure (Basenkapazität) abnimmt.

In Langzeitversuchen bei verschiedenen Kläranlagen konnte mit dem Verfahren der  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt der Belebtschlammflocke innerhalb kurzer Zeit etwa verdoppelt werden, während die Menge an freier Kohlensäure gleichzeitig auf etwa 50% sank. Der Belebtschlamm wurde gezielt mit Calciumcarbonat und Magnesiumcarbonat versorgt und die Schwimmschlamm- und Blähschlamm-Bildung reduziert.

Die Zeit, in welcher sich das fein abgestimmte System einer Kläranlage auf die Zuführung der Calcium- und Magnesiumverbindungen umstellt, kann je nach Kläranlage und den äußeren Bedingungen variieren. In allen untersuchten Kläranlagen konnten jedoch spätestens nach 6 Monaten positive Effekte festgestellt werden.

### Vorteile

- Die kalkaggressive Kohlensäure wird neutralisiert, der pH-Wert im Belebtschlamm wird angehoben.
- Bei steigender Löslichkeit der Kohlensäure (sinkende Temperaturen) wird im gleichen Verhältnis mehr Kohlensäure neutralisiert, d.h. bei wechselnden Temperaturen arbeitet das Verfahren selbstregulierend.
- Durch die Dimensionierung des Reaktors und damit des Volumenstroms kann das Verhältnis der neutralisierten Kohlensäure zum Gesamtvolumen der Biomasse festgelegt werden.
- Es kann keine Überdosierung oder Anreicherung erfolgen, da der Reaktor nach dem Gesetz des Kalk-Kohlensäure-Gleichgewichts immer nur das Gleichgewicht zwischen Kalk und Kohlensäure erreichen kann.
- Dadurch reduziert sich der Verbrauch des Reaktormaterials auf die Menge, die für die Lösung des Problems benötigt wird.
- Zudem fällt kein zusätzliches Schlammvolumen an. (Im Gegensatz zu Verfahren die Kalkhydrat, Dolomithydrat oder entsprechende Suspensionen dosieren.)
- Der  $\text{CaCO}_3$ -Gehalt der Belebtschlammflocke wird gezielt erhöht, infolgedessen werden die Brückenbildung und die Vernetzung der EPS-Makromoleküle durch Calcium- und Magnesium-Ionen verbessert. Die Flocken werden stabilisiert.
- Das Wachstum der fadenförmigen Bakterien ist gegenüber den übrigen Organismen nicht mehr bevorzugt.
- Der Reaktor muss nicht rückgespült werden, da durch die Beschickung von unten kein Zusetzen des Reaktors möglich ist.
- Der Betrieb ist einfach und wartungsarm. Es muss lediglich der Befüllungsgrad mit dem Reaktormaterial gewährleistet sein, da das Material sich mit der Zeit verbraucht.
- Der Verbrauch ist abhängig von der neutralisierten Menge Kohlensäure.
- Fördert und stabilisiert die biologische Phosphatelimination, da Calciumphosphatfällung verstärkt wird und die Phosphatspeicherung durch erhöhte Magnesiumkonzentration begünstigt wird.
- Sowohl Calcium als auch Magnesium spielen im Nährstoffkreislauf der Bakterien eine Rolle.
- Die Funktion des Faulturms wird stabilisiert und eine Erhöhung der Gasausbeute ist möglich.
- Die Betonwände und -böden der Becken und Zuführungen werden vor Betonkorrosion geschützt.