

# Neue Methode zur biologischen Entschlammung von Stillgewässern

## 1. Problemstellung

Künstlich angelegte Teiche haben kein stabiles biologisches Gleichgewicht. Aufgrund der meist geringen Tiefe kann sich keine Schichtung ausbilden. Durch zusätzliche anthropogene Nutzung (zum Beispiel Fischzucht) erfolgt ein weiterer Nährstoffeintrag. Sie sind daher als eutrophe oder sogar hypertrophe Gewässer einzuordnen. Sie unterliegen einem Verlandungsprozess.

In den Abbildungen 1 und 2 sind die Vorgänge im Teich bei verschiedenen Sauerstoffgehalten dargestellt. In einem eutrophierten Teich sinkt die tote Biomasse auf den Teichgrund; sie verbraucht durch mikrobiologische Verwertung den Sauerstoff, so dass in den tieferen Schichten nicht genügend Sauerstoff zur Verfügung steht. Diese tote Biomasse bildet am Teichgrund eine wachsende Schlammschicht. Durch das Eisen wird das aus der Biomasse freigesetzte Phosphat in den Schlamm eingebunden; die Reduktion des Eisens setzt wieder Phosphat frei. Dieses führt mit Licht zum Wachsen von Phytoplankton, was als Algenblüte wahrgenommen wird. Anspruchsvolle Fischarten können in diesem Teich aufgrund des niedrigen Sauerstoffgehaltes nicht mehr leben.

In einem ausreichend mit Sauerstoff versorgten Teich steht die produzierte und absterbende Biomasse im Kreislauf. Tote Biomasse wird durch aerobe Bakterien mineralisiert. Pflanzen am Teichgrund sorgen auch dort für eine ausreichende Sauerstoffversorgung. Es kommt nur in geringem Maße zu Schlammablagerungen.

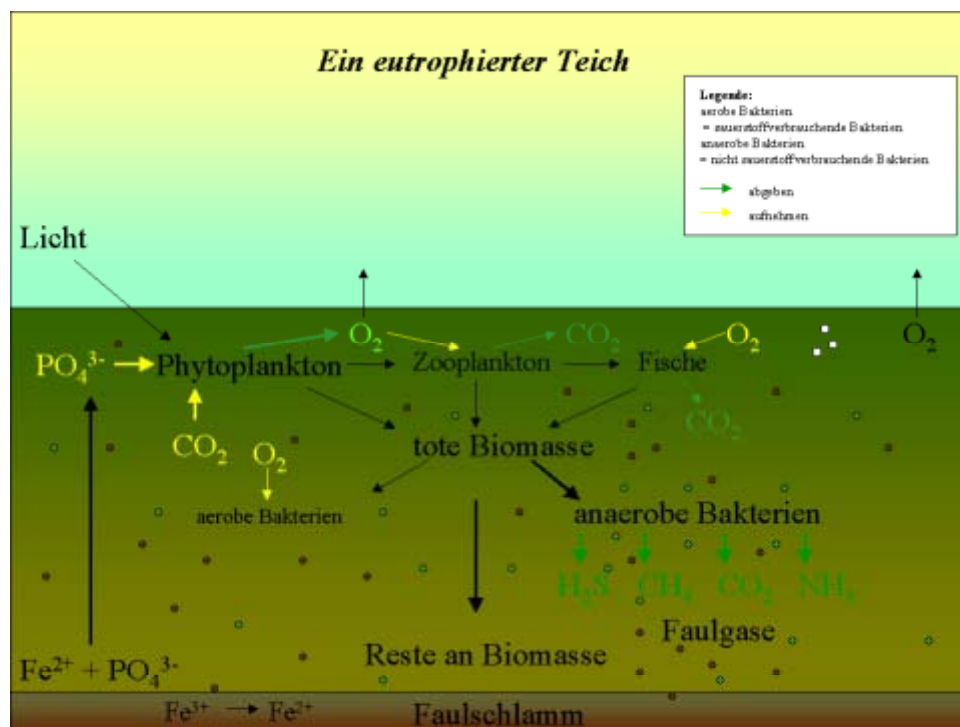
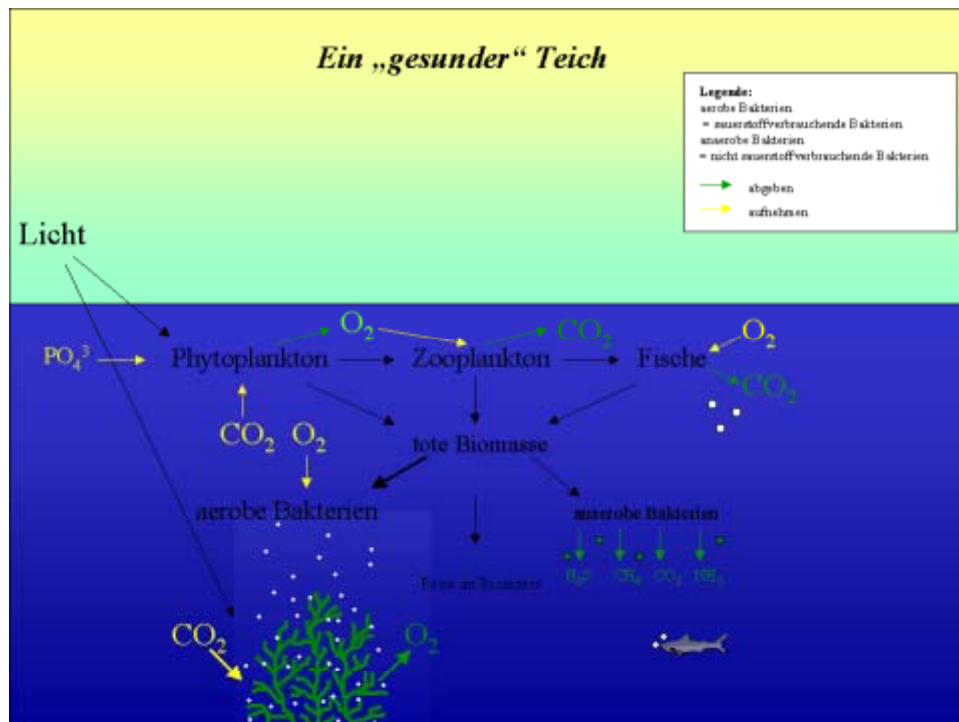


Abbildung 1: Metabolismus im eutrophierten Teich



**Abbildung 2: Metabolismus im „gesunden“ Teich mit ausreichender Sauerstoffversorgung**

## 2. Erhaltende Maßnahmen

In erster Linie sollte durch Verringerung des Nährstoffeintrages versucht werden, den Teich wieder in einen stabilen Zustand zu versetzen. Ist dies nicht möglich oder ist der Verlandungsprozess zu weit fortgeschritten, muss eine Entschlammung erfolgen. Dazu gibt es verschiedenen Möglichkeiten, z. B. die mechanische Ausbaggerung des Schlammes oder der Einsatz von Belüftungssystemen. Diese können oberflächlich oder im Tiefenwasser wirken. Dazu wurden zahlreiche Methoden entwickelt.

## 3. Vor- und Nachteile der konventionellen Entschlammung

Bei der konventionellen Entschlammung wird das Sediment mit Baggern vom Ufer aus oder mit Saugbaggern auf Schwimmpontons entfernt. Die geförderten Schlämme können am Teichufer belassen werden oder müssen je nach Schadstoffgehalt besonders deponiert werden, was erhebliche Kosten verursachen kann.

Generell sind beim Einsatz von Baggern, Saugbaggern und LKW für den Abtransport feste und ausreichend große Zufahrtswege notwendig. Dies erfordert meist aufwändige Vorbereitungen. Zudem führt das Befahren von empfindlichen Böden zu Verdichtungen, Eintrag von Sanden und damit zu nachhaltigen Schädigungen.

Die mechanische Entschlammung entfernt alle eventuell vorhandenen Reste der höheren Unterwasservegetation aus dem Gewässer. Dabei wird der See in ein früheres Entwicklungsstadium zurückversetzt. Der Eingriff bedeutet eine radikale Veränderung des Ökosystems.

Als Vorteile der Ausbaggerung sind allerdings die kurze Zeit für die Durchführung der Maßnahme zu nennen. Zudem können ausgewählte Standorte gezielt entschlammt werden. Die Entfernung des Schlammes bewirkt einen Nährstoffaustrag. Dadurch kann die biologische Primärproduktion limitiert und die Entstehung neuer organischer Substanz begrenzt werden.

Als Kosten der mechanischen Entschlammung werden ca. 150 €/m<sup>2</sup> (<sup>1</sup>) angegeben.

#### 4. Biotechnische Entschlammung

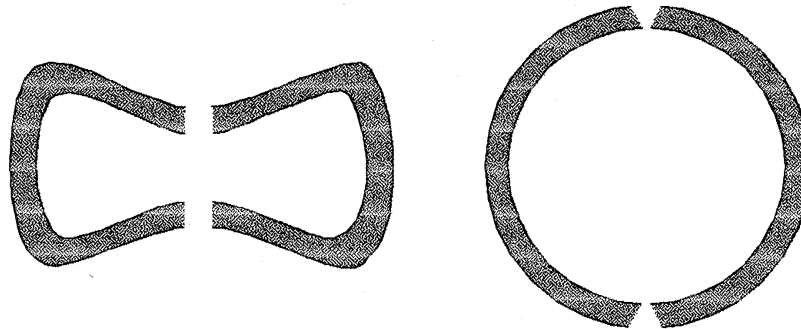
Zur biotechnischen Entschlammung sind bereits verschiedene Verfahren entwickelt worden, die durch intermittierende oder konstante Sauerstoffzufuhr Nährstoffe in Teichen abbauen und damit zur Verminderung des organischen Schlammes führen.

Eine neue Technologie, die hier im Demonstrationsvorhaben in Wernigerode zur Anwendung kam, ist die lineare Belüftung. Sie stellt eine effiziente und flexible Dosiertechnik dar, die ein weites Einsatzspektrum hat.

##### 4.1. Lineare Belüftung

Die Wirkungsweise des im Demonstrationsmaßstab angewendeten DRAUSY-Schlauches ist in der Patenschrift EP 0 824 306 B1 als Dosiersystem beschrieben. Durch eine besondere Geometrie und den Einsatz von Werkstoffen hoher Elastizität werden unterschiedliche Innendrucke durch eine Querschnittsverformung kompensiert; so soll über eine lange Strecke in gleichmäßiges Einbringen von Flüssigkeiten oder Gasen in Wasser erlaubt werden.

Das geschieht in der Weise, dass sich im Schlauch in definierten Abständen kleine Löcher befinden, die sich aufgrund der Querschnittsverformung bei abfallendem Druck vergrößern und bei steigendem verkleinern (Abbildung 3).



**Abbildung 3: Querschnittsdeformation des DRAUSY-Schlauchs - Druckkompensation durch Veränderung der Austrittsöffnung**

Auf diese Weise kommt es unabhängig vom Druckabfall im Schlauch an allen Austrittsöffnungen zu gleichen Austrittsmengen. Von der neuen Einbringtechnik über ein DRAUSY-Schlauchsystem ist zu erwarten, dass eine wesentliche Verbesserung der Nutzungseffizienz der Oxidationsmittel erreicht werden kann.

##### 4.2. Abbauraten

Im hier vorgestellten Demonstrationsvorhaben wurde in Vorbereitung der Landesgartenschau 2006 in Wernigerode ein Teich mit einer Fläche von 8500 m<sup>2</sup> und einer mittleren Tiefe von ca. 1 m durch einen 400 m langen DRAUSY-Schlauch belüftet. Die Belüftung erfolgte vom 19.08. bis 03.11.2003, dabei wurden über den Drausy-Schlauch kontinuierlich ca. 120 l/min Luft feinblasig dosiert. Dies führte zu einer Reduzierung der Schlammhöhe von 60 cm auf 20 cm.

Aufgrund der feinblasigen Belüftung kommt es während der Behandlung nur zu geringen Verwirbelungen. Wegen des stets aeroben Zustandes im Schlamm war keine Dosierung von

Fällmitteln gegen die Phosphorrücklösung aus dem Sediment erforderlich. Die Verringerung der Schlammhöhe ist auf zwei Effekte zurückzuführen:

- Der organische Anteil des Schlammes wird durch den mikrobiellen Abbau vermindert.
- Durch diese aerobe Langzeitbehandlung ändern sich die granulometrischen Eigenschaften des Schlammes derart, dass er eine deutlich kompaktere Struktur annimmt.

Im siebenwöchigen Betrieb des Kompressors wurden zur Druckluftherzeugung täglich ca. 57 kWh Strom benötigt.

#### 4.3. Nachhaltigkeit

Durch die kontinuierliche Belüftung des Teiches auch während der Nachtzeit wird im Teich ein durchgängig aerobes Milieu geschaffen und ständig Schlamm abgebaut. Es kommt zu Nitrifikation, d.h. das im Wasser enthaltene Ammonium wird in Nitrat umgewandelt. Das Nitrat kann dann als Sauerstoffdonator dienen und in nachfolgenden Teichen oder Gewässern mithelfen, das aerobe Milieu zu erhalten. Dort kann der weitergehende Abbau des Nitrates zu Stickstoff erfolgen und anaerobe Zustände vermeiden helfen.

Nach Beendigung der Maßnahme werden in den weitgehend mineralisierten Sedimenten Phosphorverbindungen verstärkt zurückgehalten. Diese Vorgänge führen zu einem nachhaltigen Gleichgewicht, da der gewässerinterne Nährstoffpool reduziert und die primäre Algenproduktion limitiert wird. Dadurch wird die Bildung neuer Sedimente für einige Zeit nach der Behandlung begrenzt. Mit einer angemessenen Minimalbelüftung kann das Sediment dann auf Dauer aerob gehalten werden. Durch die weitgehende Mineralisation des Restsediments ist die Ansiedlung von höheren Wasserpflanzen möglich.

#### 4.4. Vor- und Nachteile

Gegenüber der mechanischen Entschlammung ergeben sich durch den biologischen Abbau mittels linearer Belüftung des Schlammes eine Reihe von Vorteilen. Der hier eingesetzte flexible Schlauch zur Belüftung erlaubt eine Verlegung auch in stark verwinkelten Teichen.

Der Stromverbrauch liegt bei ca. 1,9 kWh pro Kubikmeter behandelten Schlammes. Durch die feinblasige Verteilung ist der Stoffaustausch sehr effektiv und die benötigte Luftmenge gering. Aufgrund der geringen Blasengröße kommt es zu geringen Verwirbelungen, da die Steiggeschwindigkeit der Blasen niedrig ist. Zudem wurde ein schneller Abbau des Schlammes innerhalb von 7 Wochen beobachtet. Es wird allerdings eine Behandlungszeit von mindestens 12 Wochen empfohlen.

Als Kosten für die biologische Entschlammung sind die Ausgaben für Kompressor, Schlauchsystem und Mieten für einen Baucontainer anzusetzen. Unter Berücksichtigung der Stromkosten ergibt sich hieraus ein Behandlungspreis von 15-20 €/m<sup>3</sup> Schlamm, bzw. 2,75-4,00 €/m<sup>2</sup> Teichfläche. Somit liegen die Behandlungskosten weit unter den Angaben für eine mechanische Entschlammung, aber auch ca. 30 % unter den Kosten anderer Sedimentbelüfter (1).

## 5. Zusammenfassung

Neben vorbeugenden Maßnahmen erfordert der Betrieb von Teichen häufig auch einen Entzug von Biomasse. Dieser kann durch eine Sedimentbelüftung effektiv und mit deutlich weniger ökologischen Folgen, als bei der Ausbaggerung, erfolgen. Durch das lineare DRAUSY-Belüftungssystem erfolgt ein sanfter Abbau des Schlammes, ohne dass wesentliche Beeinträchtigungen des Teichwassers beobachtet wurden.

Zudem zeichnet sich diese Technik noch durch folgende Vorteile aus:

- flexible Verlegung auch in verwinkelten Teiche,
- kostengünstigere Behandlung gegenüber bekannten Verfahren,
- keine Schlammabfuhr und ev. gesonderte Entsorgung des Schlammes notwendig,
- Schonung des ökologischen Gleichgewichts im Teich und der Uferbereiche,
- Mineralisation des Schlammes durch Abbau von organischer Substanz.

Durch diese Sanierungsmaßnahme kann die Gewässerqualität des Teiches nachhaltig verbessert werden. Durch den Abbau von organischer Substanz wird einer erhöhten Sauerstoffzehrung und Faulprozessen vorgebeugt. Durch die Erhaltung des Teiches und deren Lebewesen wird der Teich mit der Sanierung nicht in einen früheren Zustand zurückversetzt, sondern kann nach der Sanierung sofort wieder seine Funktionen übernehmen. Höhere Lebewesen werden durch die Sanierung nicht beeinträchtigt, da der Lebensraum auch während der Sanierung erhalten bleibt, und dabei verbessert wird.

Autoren:

Dipl.-Ing.Ute Urban  
Prof. A. Heilmann  
Hochschule Harz  
Friedrichstr. 57-59  
38855 Wernigerode  
03943-659-360  
uurban@hs-harz.de

Frank Schröder  
Landesgartenschauengesellschaft  
Wernigerode 2006 mbH  
Klintgasse  
38855 Wernigerode

---

<sup>1</sup> Koch, Spieker (1999): Entschlammung flacher Stillgewässer/Parkteiche, Stadt + Grün: das Gartenamt; Organ der Ständigen Konferenz der Gartenbauamtsleiter, Hannover, Heft 5/99, S. 318-321