

Situation im Otterstedter See vor und nach den Sanierungsmaßnahmen mit Bentophos[®]

Einleitung

Der Otterstedter See wurde vom 30.10. bis 1.11.06 mit Bentophos[®] behandelt. Diese Maßnahme erfolgte zur Fixierung des verbliebenen Phosphats im See nach dem Abpumpen des nährstoffreichen Tiefenwassers, wodurch die absoluten Phosphatgehalte absenkt, aber die Rücklösung von Phosphor aus dem Sediment nicht unterbunden werden konnte*.

Situation während des Behandlungszeitraums

In dem Zeitraum vor der Bentophos-Applikation lag im See eine deutliche Wasserschichtung vor. Unterhalb 6 m Wassertiefe hatten sich direkt über dem Grund anaerobe Bedingungen ausgebildet (*Abbildung 1*). Aufgrund der Wettersituation wurde der Wasserkörper im Otterstedter See durch die Starkwindeinwirkung komplett durchmischt und somit eine Schichtung aufgehoben.

Sauerstoff wurde bis zur Seebasis in 9 m Tiefe eingetragen und der pH stabilisierte sich auf einen Wert zwischen 6,6 und 7,0.

So entstand eine für die Phosphatfällung günstige Voraussetzung, weil ein großer Teil des Gesamphosphor-Gehalts als ortho-Phosphat vorlag und sich gleichmäßig auf die gesamte Wassersäule verteilte. Bei der Aufbringung des Bentophos konnte dadurch eine größtmögliche Phosphatbindungseffizienz während der langsamen Absinkphase durch die Wassersäule erreicht werden.

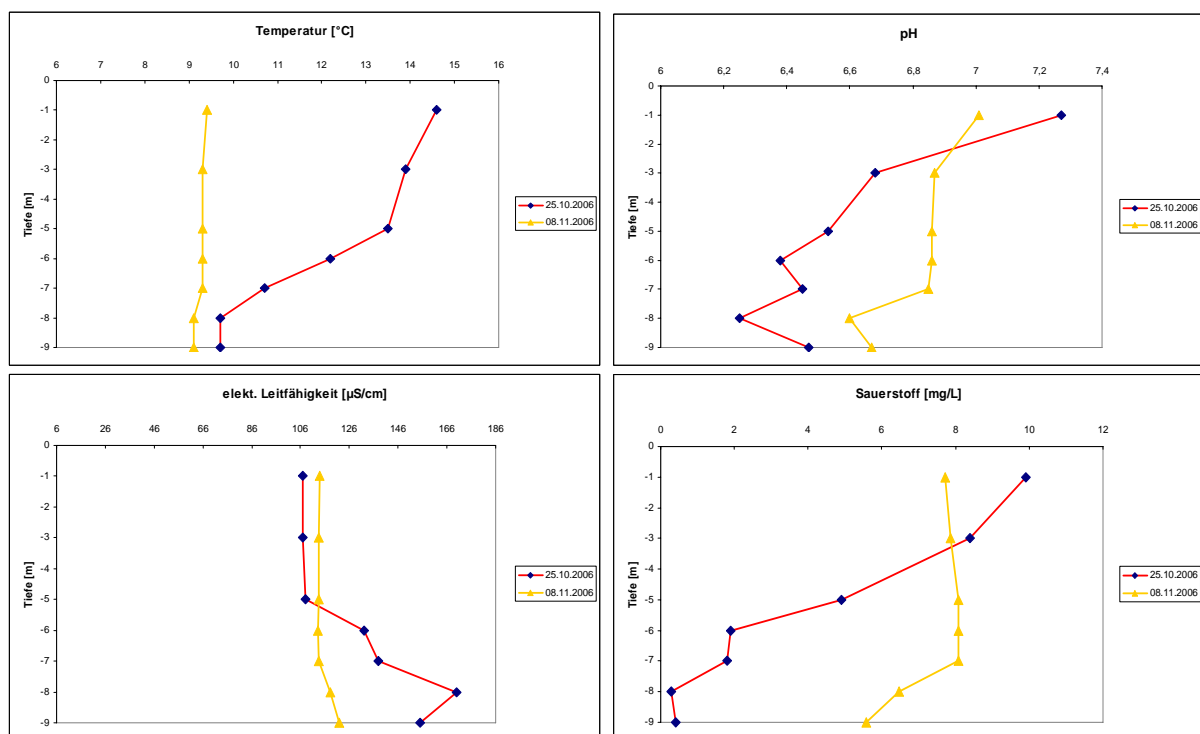


Abbildung 1: Wasserchemische Parameter pH, elektr. Leitfähigkeit, Temperatur und Sauerstoff

* Im Sediment liegen Gesamt-Phosphorgehalte um 2900 mg/kg Trockensubstanz vor. Das Porenwasser enthält zwischen 4,2 und 7,5 mg ortho-Phosphat/L.

Entwicklung des Phosphor pools im See nach der Phosphatfällung

Seit Ende November 2006 lag der ortho-Phosphatgehalt im Seewasser, wie regelmäßig durchgeführte Messungen ergaben, meist unter der Bestimmungsgrenze von 0,01 mg/L (Abbildung 2). Nur direkt über dem Sediment konnten während der Meßkampagnen 2 bis 6 µg P/L nachgewiesen werden.

Anhand der vorliegenden Untersuchungsergebnisse ist zu erkennen, dass der größte Teil des gelösten ortho-Phosphats gebunden wurde und den Algen nicht mehr zur Verfügung steht. Der im Plankton gebundene Phosphor wird vom Bentophos erwartungsgemäß nicht unmittelbar beeinflusst, sondern kann erst nachdem Absterben und Absinken der Algen auf die Sedimentoberfläche, wodurch ortho-Phosphat frei wird, fixiert werden. Das auf der Sedimentoberfläche aufgelagerte Bentophos, bindet das gelöste ortho-Phosphat chemisch als Lanthanphosphat.

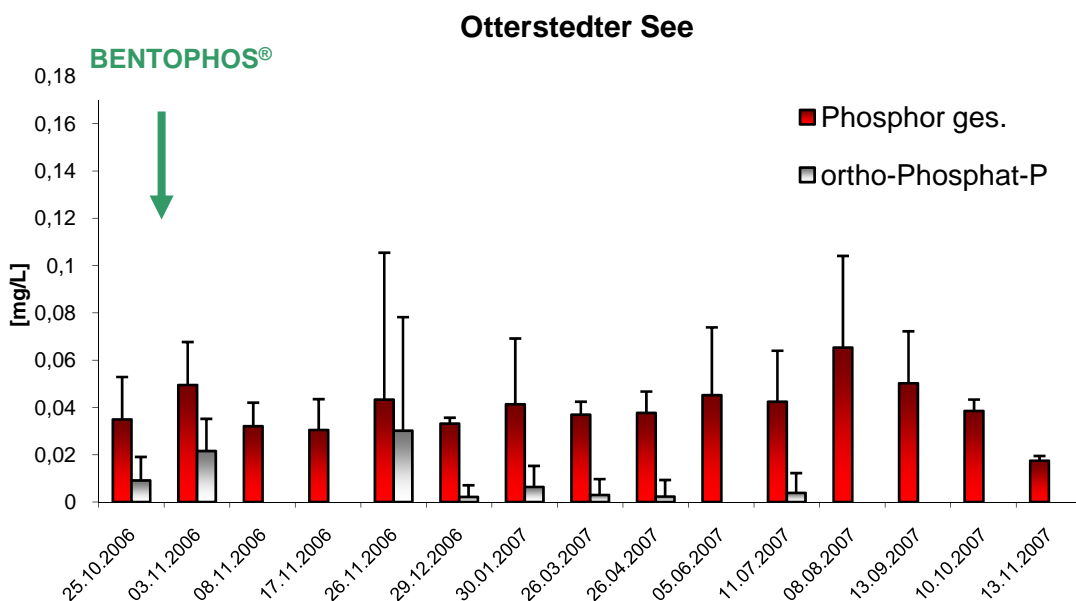


Abbildung 2: Entwicklung der Gesamtposphor- und o-PO₄-P –Gehalte im Seewasser

Untersuchungen des Sediments belegen eine sehr stabile Situation des Phosphor pools, so dass im Gegensatz zum Vorjahr keine starke Rücklösung von Phosphat aus dem Sediment des Sees zu erwarten ist.

Entwicklung der Lanthankonzentration im Seewasser

Die im Seewasser nachgewiesene Lanthankonzentration lag anfänglich bei knapp 0,5 mg/L. Sie sank im Verlauf des Untersuchungszeitraums um über 90 % auf 14 µg/L ab (Abbildung 3). Es wurde trotz des sehr windreichen Zeitraums nach der Bentophos®-Applikation mit Windstärken von mehr als 7 Bft. keine Resuspension des Materials im See beobachtet. Das heißt auch, dass sowohl Lanthan als auch Phosphat fest im Sediment abgelegt wurde.

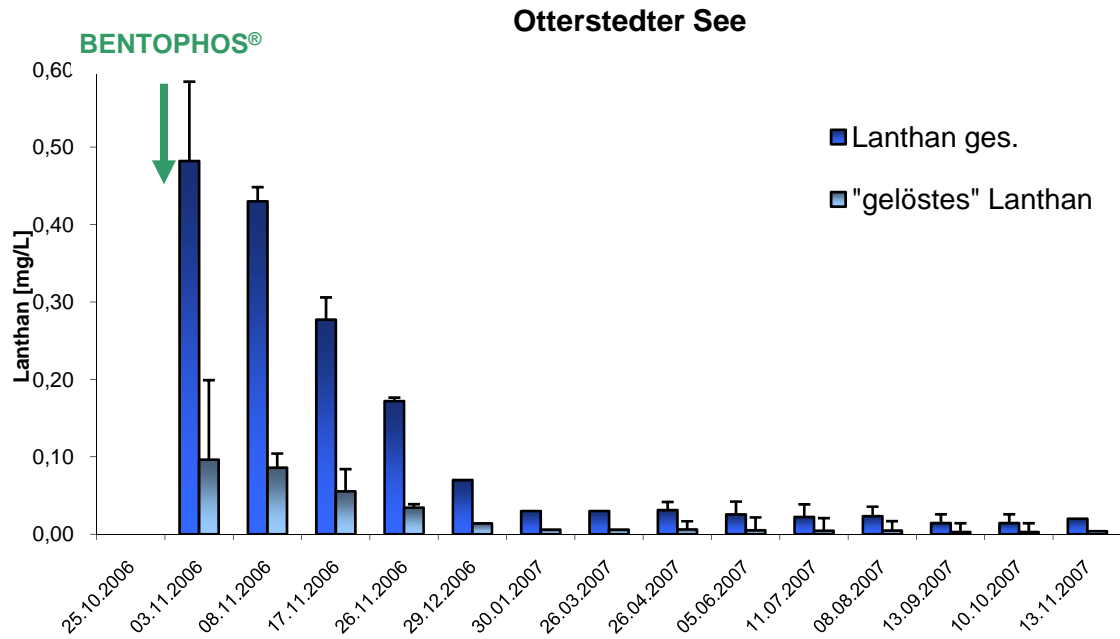


Abbildung 3: Lanthangehalte im Seewasser seit der Applikation

Untersuchungen zur Ökotoxizität von Lanthan

Aufgrund von Bedenken gegenüber dem Einsatz lanthanhaltiger Stoffe in Gewässern wurden im Institut ökotoxikologische Untersuchungen zur akuten Toxizität von Lanthan durchgeführt.

Hierfür wurde die effektive Konzentration, in der Lanthan auf die Testorganismen toxisch wirkt, nach den Vorgaben der DIN-Normen für die entsprechenden Tests durchgeführt. Parallel dazu wurden Meßansätze mit Lanthan und zusätzlich der entsprechenden Phosphatmenge gestartet.

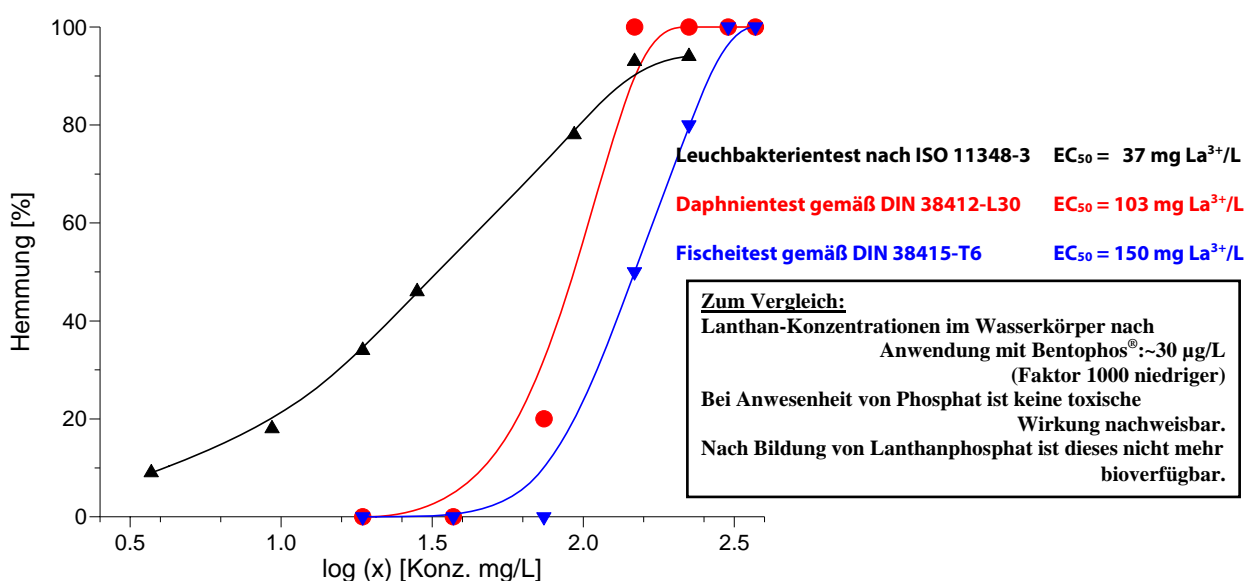


Abbildung 4: Dosis-Wirkungsbeziehungen von Lanthan gegenüber dem jeweiligen Testorganismus

Ergebnisse:

Die effektiven Konzentrationen gegenüber den Testorganismen (EC_{50}) lagen in den Untersuchungen gegenüber den Leuchtbakterien mindestens 70-fach höher als die im Seewasser des Otterstedter Sees jemals gemessene Lanthanmenge. Bei Daphnien (Wasserfloh) 200-fach und Algen 300-fach (*Abbildung 5*). Mit der Zugabe von Phosphat, welches in der entsprechenden Menge im Otterstedter See vorlag, konnte keine toxische Wirkung nachgewiesen werden. Nach der Bindung mit Phosphat ist das Lanthan nicht bioverfügbar. Die eingesetzte Menge Lanthanionen hat keine toxische Auswirkung auf die Organismen im See.

Bewertung

Die Ergebnisse aus den Untersuchungen nach der Bentophos-Applikation ergeben ein positives Bild über die Entwicklung im Otterstedter See. Die Zielvorgaben der Restaurierungsmaßnahmen sind bisher voll erreicht worden:

- Der Nährstoff Phosphat konnte in der Wassersäule begrenzt werden.
- Es gibt keine erkennbaren Auswirkungen auf Flora und Fauna des Otterstedter Sees durch das eingesetzte Lanthan.
- Die Remobilisierung von Phosphor aus dem Sediment ist durch die Bentophos-Auflage weitgehend unterbunden worden.