

## **Stellungnahme zur Anfrage des Umwelt- und Agrarausschusses des Landtages Schleswig-Holstein vom 6. November 2019**

Zum „Bericht über den Umweltzustand der Schlei und die Pläne der Landesregierung zur Verbesserung der dortigen Wasser- und Umweltqualität“.

### **Eingereicht von:**

**Söll GmbH  
Fuhrmannstr. 6  
95030 Hof  
Tel. 09281 / 7285-0 · Fax 09281/ 1011**

**Dipl.-Chem. Thomas Willuweit**  
[willuweit@soelltec.de](mailto:willuweit@soelltec.de)

### **Gliederung:**

1. Zum Unternehmen – Söll GmbH
2. Stellungnahme
  - 2.1 Zustand der Schlei
  - 2.2 Therapie-Vorschläge

## **1. Zum Unternehmen – Söll GmbH**

Die Söll GmbH ist ein forschendes Unternehmen mit den Schwerpunkten Wasserchemie, aquatische Mikrobiologie und Sedimentkonditionierung und ist Hersteller von chemischen, biologischen, biotechnologischen und technischen Produkten zur Verbesserung der Wasserqualität.

Das Unternehmen arbeitet seit 25 Jahren aktiv an der Seentherapie. Insbesondere bei der Entfernung von Stickstoff und Phosphor aus Wasser und Gewässern, der Stabilisierung des natürlichen Kalk-Kohlensäure-Puffersystems in Seen sowie die in situ Behandlung von Sedimenten und Faulschlamm zum Abbau von organischem Material unter gleichzeitiger Fixierung der darin gebundenen Stoffe wie Phosphor, Schwermetalle und Stickstoffverbindungen, liegen langjährige Erfahrungen an vielfältigen Gewässertypen vor. Die Zusammenarbeit mit Planern und Ingenieurbüros, Forschungseinrichtungen und einschlägigen Fachunternehmen sowie die enge und transparente Abstimmung mit den Behörden ist für die Söll GmbH dabei fester Bestandteil aller Projekte. Die Söll GmbH ist ISO 9001 und Umweltzertifiziert nach ISO 14001.

Die Söll GmbH ist seit 2019 Teil der weltweit tätigen OASE GmbH (Hörstel), die mit 850 Mitarbeitern in 62 Ländern tätig ist.

## 2. Stellungnahme

### 2.1 Zustand der Schlei:

Die Schlei befindet sich nach WRRL in einem „ökologisch schlechten Zustand“. Details zum Zustand sind in den Anlagen zur Anfrage umfassend beschrieben.

Durch Zuflüsse und das Sediment bedingt, ist das Wasser der Schlei während der Vegetationsphase stark mit Phosphor belastet, diverse Maßnahmen zur Senkung der zufließenden Phosphorfrachten sind in den Anlagen zur Anfrage beschrieben.

Als Auslöser der Eutrophierung ist zweifelsohne Phosphor identifiziert.

Die biologischen Folgen eines hohen Phosphorangebotes sind erhöhte Sedimentationsraten, Schlamm- und Schwebstoffbildung, temporärer Sauerstoffmangel, verstärkte Phytoplanktonentwicklung, Rückgang und Ausfall der Makrophytenvegetation und des Makrozoobenthos. Neben der Verkleinerung des aeroben Lebensraumes, verursachen die hohen Stoffwechselleistungen der Algen ungünstige Veränderungen der Wasserchemie (hohe und schwankende pH-Werte, temporär: CO<sub>2</sub>-Mangel sowie O<sub>2</sub>-Mangel und Übersättigungen in der photischen Zone).

Die Phosphorbelastung des Wassers der Schlei durch Rücklösung aus den reduzierten Sedimenten im Frühjahr und Sommer beträgt ca. 50% der Phosphorfracht, die jährlich durch Zuflüsse in die Schlei gelangt. Dadurch wird das Phytoplanktonwachstum stark gefördert und ca. 30 % der Phytoplanktonbiomasse sinkt (gemäß *Ripl 1986*) nach dem Absterben auf den Gewässergrund und trägt zur Neuschlamm- und Schwebstoffbildung bei. Die dadurch verursachte Sauerstoffzehrung beeinflusst den Sauerstoffgradienten temporär negativ. Sauerstofffreie Gewässerzonen stehen dem Makrozoobenthos und den Fischen nicht als Lebensraum zur Verfügung.

Im Übrigen findet auch eine Nährstoffhysterese bereits in der flachen Wassersäule statt, so dass die Primärproduktion (Algenmassenentwicklung) stärker ausfällt, als nach der reinen Phosphor-Fracht zu erwarten wäre. Temporär sehr hohe pH-Werte im Gewässer beweisen einen substanziellen CO<sub>2</sub>-Mangel und hohen partiellen Sauerstoffüberschuss in der photischen Zone, welche in etwa der doppelten Sommersichttiefe von etwa 50 cm entspricht. Die Abwesenheit von Sauerstoff für die Atmung und CO<sub>2</sub> für die Photosynthese sind für Zooplankton, Grünalgen, Wasserpflanzen, Fische und die meisten anderen im Wasser lebenden Organismen akut lebensfeindlich.

Die Schlei befindet sich in einem „Teufelskreis“, an dessen Anfang eine zu große Phosphor-Verfügbarkeit stand.

Das Depot an organisch belastetem Schlamm einschließlich anaerober Flächen sowie Sapropel (Faulschlamm) und Gytija (Halbfaulschlamm) in der Schlei stellt eine erhebliche seeinterne Phosphorquelle dar, die zudem eine starke Sauerstoffzehrung verursacht.

In den Sedimenten der Schlei wird durch die Sulfatreduktion Eisen als Sulfid festgelegt und geht so als wichtiger Bindungspartner für Phosphat verloren.

In den Schlei-Sedimenten ist ein großer Bestand an redox-reaktivem Eisen enthalten, welches in seiner oxidierten Form als Eisen(III)-Oxid (Hydroxid usw.) den Phosphor auf natürliche Weise im Sediment fixieren könnte, wenn der Anteil an organischem Material geringer wäre.

## 2.2 Therapie-Vorschläge:

- A) Unumgänglich sind strukturelle Maßnahmen zur weiteren Verringerung der Nährstofffrachten über das gesamte Einzugsgebiet und der Punktquellen (KLA).
- B) Verringerung der sauerstoffzehrenden Eigenschaften der Sedimente unter Fixierung des sedimentgebundenen Phosphors und unter Aktivierung des natürlich vorhandenen Eisen-Phosphor-Bindungspotentials der Schlei-Sedimente:
  - a. In situ-Schlammabbau unter Phosphor-Fixierung
  - b. Verringerung der sedimentgebundenen Sauerstoffzehrung
  - c. Stabilisierung des Gewässers und Revitalisierung der Sedimentoberfläche für Makrozoobenthos und Wasserpflanzen.
- C) Etablierung von leistungsfähigen, dezentralen, aktiven und passiven Filtersystemen zum Abbau von Nitrat, Nitrit, Ammonium und adsorptivem Rückhalt von reaktivem und partikulärem Phosphor in Drainagewasser, Zuflüssen etc.

Die Punkte A) und C) sind vorrangige Themen, zu denen wir als Söll GmbH und Oase-Gruppe nicht federführend beitragen können.

### **Zu B) haben wir am Runden Tisch Schlei in 2018 einen konkreten Lösungsansatz in den Raum gestellt.**

Es liegen seit über 18 Jahren internationale Erfahrungen mit der in situ Sedimentoxidation an Süßwasserseen vor.

Die Sedimentoxidation unter simultaner Nährstoffbindung (SEDOX-Verfahren) beruht darauf, dass ein wasserunlöslicher Sauerstoffträger Calciumperoxid ( $\text{CaO}_2$ ) suspendiert auf die Sedimentoberfläche ausgebracht oder in das Sediment injiziert wird. Auf diese Weise wird das Redoxpotential an der Sediment-Wasser-Grenzfläche erhöht und über 8 Wochen lang gleichförmig molekularer Sauerstoff ( $\text{O}_2$ ) an Wasser und Sediment abgegeben. Das versetzt Mikroorganismen in die Lage, den organischen Anteil des Schlammes zu verstoffwechseln („biologische Oxidation“) und in  $\text{CO}_2$  zu verwandeln, das sich im Wasser löst oder mit dem  $\text{CaO}_2$  gleich zu Calciumcarbonat ( $\text{CaCO}_3$ , Kalk) weiterreagiert. Calciumcarbonat ist ein natürlicher Bestandteil des Schlei-Sedimentes und mit bis zu 30 g pro kg Schlei-Sediment bereits dort vorliegend. Dem Gewässer werden also auf diese Weise keine „fremden Stoffe“ zugeführt.

Das Wasser der Schlei ist in der Vegetationsperiode durch die Eutrophierung mit  $\text{CO}_2$  übersättigt. Hieraus folgen in der inneren Schlei massive jahreszeitliche Schwankungen des DIC (dissolved inorganic carbon) und der Gesamthärte sowie des pH-Wertes, die der

Phytoplanktonentwicklung geschuldet sind. Eine etwaige CO<sub>2</sub>-Produktion des Sedimentes könnte die wasserchemischen Zustände der Schlei maßgeblich stabilisieren, so dass biologische Arten, wie submerse Wasserpflanzen oder auch Grünalgenarten, zusätzlich in Wettbewerb mit den unerwünschten Cyanobakterien (Blaualgen) treten können. Cyanobakterien haben einen CCM-Stoffwechsel (über den sie CO<sub>2</sub> einbinden können), welcher ihnen einen Wettbewerbsvorteil gegenüber anderen Algenarten und Wasserpflanzen verschafft.

Die Behandlung von Sedimenten an diversen Gewässern hat eine Verringerung der Sedimentschicht um ca. 50 % des Schlammvolumens bewirkt, wobei insbesondere die obere Sedimentschicht umgesetzt wird, die gemeinhin als die „reaktive Schicht“ in Bezug auf die Phosphorrücklösung und Sauerstoffzehrung anzusehen ist.

Beim SEDOX-Verfahren können mit einem kleinen Wasserfahrzeug (integriertes, GPS, Echolot, Messgeräte) pro Tag ca. 6-8 ha Wasserfläche gleichförmig und registriert behandelt werden. Dabei kommen in dem Produkt Schlix® zwischen 10g und 25 g CaO<sub>2</sub> pro Quadratmeter zum Einsatz. Die Sauerstoffabgabe dauert zwischen 56 und 72 Tage (8-10 Wochen) an und verläuft vollkommen gleichförmig. Der biologisch getragene aktive Abbau des Sedimentes dauert jedoch bis zu 6 Monate an.

Die absolute Umweltverträglichkeit der Methode (Flora & Fauna) wurde durch limnologische Gutachten inkl. FFH-Studie erwiesen. Über nachstehendem Link sind die limnologischen- und das FFH-Gutachten der Stadt Georgsmarienhütte veröffentlicht. (<https://www.georgsmarienhuette.de/stadt/natur/naturschutz/muehlenteich-kloster-oesede/>) Das Inventar an organischem Material konnte in entsprechenden Seen sogar um bis zu 70% vermindert werden. Ergebnisse aus drei Seen wurden im September 2019 auf der Jahrestagung der Deutschen Limnologischen Gesellschaft in Münster vorgetragen und als Poster publiziert, eine Veröffentlichung ist bei der DGL eingereicht.

Die Effizienz mit Blick auf die Verringerung der Schlammhöhe je Applikation liegt zwischen 24 % und 80%. In einem EU-Badegewässer wurden in 2019 mit 7,5 t des Produktes Schlix Plus zwischen April und September auf einer Fläche von 17 ha insgesamt ca. 28.000 m<sup>3</sup> Schlammvolumen abgebaut. Stickstoff oder Phosphorfreisetzungen traten in dem See nicht auf (Gutachten der BGD Ecosax GmbH, noch unveröffentlicht).

Diese Methode ist geeignet, um große Sedimentflächen in kurzer Zeit ohne Eingriffe in die Natur oder Störungen sonstiger Nutzungen zu konditionieren.

Beim SEDOX-Verfahren werden auch im Sediment vorhandenes Eisen und Sulfid (teilweise) oxidiert. Das entstehende Eisen(III) ist ein natürlicher Bindungspartner für Phosphat in Sedimenten. Da das Schlei Sediment generell eisenhaltig ist, kann dieser natürliche Mechanismus einen wesentlichen Beitrag zur Senkung der jährlichen Phosphorfreisetzung leisten.

Die Anwendbarkeit und Wirksamkeit der Methode in der Schlei, bei einer Salinität zwischen 2-10 ‰ (innere Schlei) und 2-20 ‰ (gesamte Schlei), wäre durch ein Pilotprojekt in der Schlei zu prüfen und zu bewerten.

Da die Wirkung biologisch erzielt wird, soll die Wassertemperatur während der Anwendung und Wirkzeit mindestens 8°C betragen (Zeitraum: März-August). Die jährliche

Phosphorfreisetzung aus dem Sediment findet in der Schlei maßgeblich im Mai und Juni statt. Ein guter Zeitpunkt für eine Test-Applikation wäre daher der April.

Wir gehen davon aus, dass eine Applikation ohne Injektion -auch bei Strömungen- ausreichend wirksam ist.  $\text{CaO}_2$  ist wasserunlöslich und hat eine mineralogische Dichte von  $2,3 \text{ g/cm}^3$ , so dass ein tieferes Einsinken in das Sediment erfolgen sollte

$\text{CaO}_2$  kann mit gelöstem Phosphat in direkter Reaktion Apatit bilden. Apatit ist ein wasserunlösliches natürliches Calciumphosphat, das unter allen natürlichen Umständen in der Schlei wasserunlöslich wäre. Eine Apatitbildung im Gewässer wäre aber noch zu untersuchen.

Weitere Informationen über das Verfahren und die Produkte SchlixX® und SchlixX® Plus, sowie Referenzen und Berichte finden sich unter

<https://www.soelltec.de/de/entschlammung-therapie-sanierung.html>

[Link ist aktuell ab dem 20.12.2019!]

SchlixX® Plus enthält natürliche aquatische Mikroorganismen, die in Süß- und Seewasser aktiv Proteine, Stickstoffverbindungen und Zellulose abbauen können. Für die Schlei können aus dem Sediment dort vorkommende Mikroorganismen gewonnen, kultiviert und zur Verkürzung der Adaptionszeiten (Beschleunigung des Abbaus) dem Produkt SchlixX® zugesetzt werden.

Die Methode ist aktuell Gegenstand eines genehmigten internationalen ZIM-Projektes. Innerhalb dieses Projektes werden Effekte und Biologie an See-Sedimenten untersucht (v.a. BTU-Cottbus) (<http://vc-point.de/water4all/#ueber-uns> ). Weitere internationale F&E-Projekte sind in der Antragsphase.

### **Zusammenfassung möglicher Vorteile von SchlixX Plus® gegenüber konventioneller Schlammentfernung**

- Schnelle Realisation, auch auf sehr großen Flächen möglich
- Rasche Verfügbarkeit, schnelle Wirkung, geringe Kosten
- Beruht auf natürlichen Abbaumechanismen (oxisch)
- interne Stabilisation des Ökosystems (P-Senkung)
- Punktuell einsetzbar
- Keine Störungen sonstiger Nutzungen
- Keine Störungen oder Beeinträchtigung des Lebensraums (Brutflächen usw.)
- kein Flächenbedarf/keine Entsorgung/keine relevanten Transporte
- rückstandsfrei abbaubares Produkt, keine wasserfremden Stoffe
- keine Beeinträchtigung für die Anlieger

### **Vorschlag:**

Durchführung eines Pilotvorhabens in Abstimmung und Konzeption mit den Behörden auf einer Testfläche. Das Vorhaben sollte von einer unabhängigen wissenschaftlichen Institution begleitet und ausgewertet werden.

## **Referenzen**

Ripl W (1986) Restaurierung der Schlei. Bericht über ein Forschungsvorhaben. – Landesamt für Wasserhaushalt und Küsten, Kiel: D 5. 86 S.