

Potenzialanalyse von Algenernte als Mittel der Restaurierung eutropher Seen

Vorgelegt von: Nora Regine Siepker
Fachbereich Angewandte Naturwissenschaften,
Bachelor of Science „Umweltingenieurwesen und -management“
Gutachter: Prof. Dr. rer. nat. Dipl.-Biol. Norbert Reintjes
Jannik Durchgraf, M.Sc. Biologie
Ort und Datum: Lübeck, den 09.12.2021

Zusammenfassung

Mehr als zwei Drittel der deutschen Seen zeigten 2015 eine zu hohe Konzentration von Phosphat, welches extremes Algenwachstum fördern und infolgedessen zum Absterben vieler Organismen eines Sees führen kann. Das Ziel dieser Arbeit ist eine möglichst umfassende Betrachtung eines neuen Vorgehens zur Zustandsverbesserung solcher sogenannten „eutrophen“ Seen. Durch die Ernte der Algen, die während ihres Wachstums Phosphat aufgenommen haben, soll das Phosphat indirekt entfernt werden. Die mit Trommel- oder Bandfilter geerntete, nährstoffreiche Biomasse soll dann als Algenpaste, Düngemittelgrundlage oder getrocknet als Dämmmittelzusatz weitergenutzt werden.

Zunächst wurde für einen Vergleich der insgesamt fünf Filterbetriebsweisen eine Stoffstromanalyse in Umberto LCA+[®] durchgeführt. Die Ergebnisse erlauben Rückschlüsse auf die potenziell entfernbare Menge an Phosphat, benötigten Strom und Erntemassen. Mit einer qualitativen Recherche und Expertenbefragung wurden diese Resultate um Aspekte wie Umsetzbarkeit und Sinnhaftigkeit ergänzt. Außerdem wurde ein Vergleich zu bewährten und ähnlichen Verfahren gezogen.

Von den gegebenen Filteroptionen entfernt der Trommelfilter eindeutig das meiste Phosphat. Die Ernteeffizienz der Bandfilter liegt zwar teilweise deutlich höher, sie können aber durch die geringeren Durchflussvolumen nicht die gleichen Phosphatmengen erreichen. Weitere Messungen mit höherem Durchfluss oder größeren Bandfiltern sollten vor einer großflächigen Umsetzung durchgeführt werden, da die Bandfilter potenziell energieeffizienter arbeiten könnten als die Trommelfilter.

Die Analyse der Verwendung hat zu keinem eindeutigen Ergebnis geführt. Die Verwendung als Düngemittel scheint allerdings vielversprechend, wenn sichergestellt werden kann, dass weder Toxine noch Mikroplastik in der Ernte enthalten sind.

Im Vergleich zu den betrachteten Verfahren zur Phosphatminderung (Phosphatfällung, Algenzucht auf künstlichen Substraten) konnten kaum Nachteile festgestellt werden. Die Methode ist weniger invasiv und zeigt durch die Möglichkeit der Weiterverwendung ein Alleinstellungsmerkmal. Für eine verlässliche Einschätzung zum Wirkpotenzial auf den Phosphathaushalt eines ganzen Sees waren die Daten allerdings zu unsicher.

Abstract

In 2015, more than two thirds of Germany's lakes were classified as „eutrophic“ which means that their high phosphate concentration can lead to extreme algae growth followed by a potential mass mortality of a variety of organisms.

The goal of this thesis is a comprehensive analysis of a new approach to ameliorate living conditions of such lakes. After the algae has assimilated the phosphate through their growth mechanisms, a belt or drum filter shall be applied to harvest the algae and extract the incorporated phosphate. The produced nutrient-rich biomass shall then be used as algae paste, fertilizer basis, or dried as insulating material.

To compare the potential phosphate extraction, energy consumption and harvested mass, the expected behaviour of the given five filter options and three use cases were transferred into a substance flow model in the software Umberto LCA+®. An additional literature research complemented with expert interviews allowed the inclusion of aspects of practicability and expected effectiveness of the presented approach, also in comparison with existing phosphate extraction methods.

The drum filter proves to extract the highest mass of phosphate per time. Some belt filters show higher algae harvest efficiency but can't compensate their lower flow rates as they can't reach a comparable amount of phosphate. Further experiments focussing on higher flow rates or bigger belt filters are advised to allow a more reliable comparison of filter techniques. Especially, as the phosphate extraction of the belt-filter is potentially more efficient regarding energy consumption. Lack of data impeded a reliable analysis of the potential of the three intended use scenarios. Though the use as a fertilizer additive seems promising, it needs to be ensured that no toxic substances or microplastic particles are contained in the harvest.

In comparison with proven methods for phosphate extraction (phosphate precipitation, extraction of algae on artificial substrate), the suggested approach showed only few disadvantages. The approach seems less invasive while additionally resulting in a nutrient-rich product. However, due to the high uncertainty of the data, no final judgement regarding the effect on a lake's overall phosphate concentration was made.