

SUWANU EUROPE ist ein H2020- Projekt zur Förderung des effektiven Austauschs von Wissen, Erfahrung und Kompetenzen zwischen Praktikern und relevanten Akteuren im Bereich der Nutzung von aufbereitetem Wasser in der Landwirtschaft. Dieses Informationsblatt ist Teil von insgesamt 5 Informationsblättern im Infopaket 3, das sich an Betreiber von Wasseraufbereitungsanlagen richtet und die innovativen Methoden zur Rückgewinnung von Phosphor in flüssiger und fester Form aus Abwasser zur späteren Verwendung in der Landwirtschaft beschreibt.

Einleitung

1. RichWater

Die RichWater- Technologie kombiniert eine effiziente und kostengünstige Wasseraufbereitung mittels eines Membranbioreaktors (MBR) mit einer Mischstation für die optimale Wasser- und Nährstoffkombination, sowie einer Steuerung und Überwachung mit verschiedenen Wasser-, Pflanzen- und Bodensensoren. Diese Kombination ermöglicht es, eine Quelle für pathogenfreies Wasser anzubieten und auf den Bewässerungsbedarf und die Düngung jeder Pflanzenart und jedes Bodens *in situ* zu reagieren. Der Treat & Reuse MBR ist mit einer permselektiven Membran ausgestattet, die als Barriere dient und die selektive Extraktion von Verbindungen aus einem Abwasserstrom ermöglicht. Diese Eigenschaft ermöglicht es dem System, in der abfließenden oder flüssigen Phase die höchstmögliche Konzentration von Phosphor und Stickstoff (Nitrat NO_3^-) zu haben.

2. High Rate Algen Teiche (HRAP)

Eine Alternative zum Transport des Abwassers zu den Pflanzen ist stattdessen der Transport der Pflanzen zum Abwasser. Algenteiche und Makrophyten-Feuchtgebiete sind bereits weit verbreitet in der Abwasserbehandlung und benötigen, wenn sie geerntet werden, weniger als ein Zehntel der Fläche zur Phosphorrückgewinnung im Vergleich zu terrestrischen Kulturen/Weiden. Die Algenbiomasse, die zur Rückgewinnung von Phosphor aus Abwasser gezüchtet wird, kann auf verschiedene Weise genutzt werden, z.B. als Düngemittel oder als eigenständige Nahrungsquelle. Pflanzliche Biomasse hat auch das Potenzial, in anderen Wertschöpfungsprodukten, wie Nahrungsergänzungsmitteln, Kosmetika und der Gewinnung hochwertiger zellulärer Komponenten verwendet zu werden – alles Anwendungen, die eine Einsparung der abgebauten Phosphorressourcen darstellen. Für diese speziellen Produkte müssen jedoch in der Regel bestimmte Algenstämme gezüchtet werden und es können nicht die Mischkulturen, die typischerweise in Abwasseraufbereitungssystemen zu finden sind, verwendet werden.

3. Struvit- Produktion

Phosphor ist ein Schlüsselfaktor für die Eutrophierung von Gewässern, andererseits ist er auch eine nicht wiederverwertbare, nicht erneuerbare und recht wertvolle Ressource. Auf der anderen Seite ist die Intensivtierhaltung eine tragende Säule der Agrarwirtschaft und ein wichtiger Weg zur Steigerung des ländlichen Einkommens. Allerdings fallen in der Regel große Mengen an Abwasser aus der Viehhaltung an, die eine hohe Konzentration an Phosphor enthalten. Würde dieses Abwasser nicht vernünftig behandelt, würde es nicht nur zur Eutrophierung der Gewässer führen, sondern auch nicht erneuerbare Ressourcen verschwenden und zu einem der Hauptverursacher des Phosphorverlustes werden.

1. RichWater

1.1. Technologie:

Der MBR, der in RichWater verwendet wird, ist ein System mit niedrigem Energieverbrauch, der für das Behandlungsmodul von Abwässern in einer Weise entwickelt wurde, dass die Nährstoffe (hauptsächlich Phosphor und Stickstoff) auch nach der Behandlung erhalten bleiben, während die Krankheitserreger (mit einem Desinfektionssystem) ausgespült werden. Die Mischstation erhält eine geeignete Kombination aus Wasser und Wasser aus dem MBR, das an das Fertigungsmodul (Tröpfchenbewässerung) weitergeleitet wird. Der entsprechende Mischungsgrad wird über Bodennährstoffsensoren ermittelt. Das Hauptmodul ist speziell für die Wasseraufbereitung konzipiert. Es besteht aus einem MBR für die kostengünstige Wasseraufbereitung und einem Desinfektionssystem, das ein pathogenfreies Abwasser liefert. Diese Technologie wurde nach 5 Jahren Forschung entwickelt und ist speziell auf die Suche nach einer innovativen Wasseraufbereitungsanlage für die landwirtschaftliche Bewässerung ausgerichtet. RichWater's Sichtweise ermöglicht Wasser- und Düngereinsparung in der Landwirtschaft. Die Betreiber von Wasseraufbereitungsanlagen, die dieses System verwenden, haben die Möglichkeit, ihren potenziellen Kunden ein neues Produkt anzubieten: Bewässerungswasser nährstoffreich und frei von Krankheitserregern. Die Landwirte werden eine gesicherte und konstante Wasserquelle haben, was in ariden Regionen von großem Vorteil ist. Die Implementierung des Systems in den landwirtschaftlichen Produktionsprozess setzt eine nachhaltige Nutzung der Wasserressourcen, eine Einsparung der Kosten für Düngemittel und Wasser und die Möglichkeit für die Obst-/ Gemüseproduzenten voraus, das Niveau der Bewässerung in Abhängigkeit von ihren konkreten Bedürfnissen mit einer Mischung aus Wasser und aufbereitetem Wasser anzupassen:

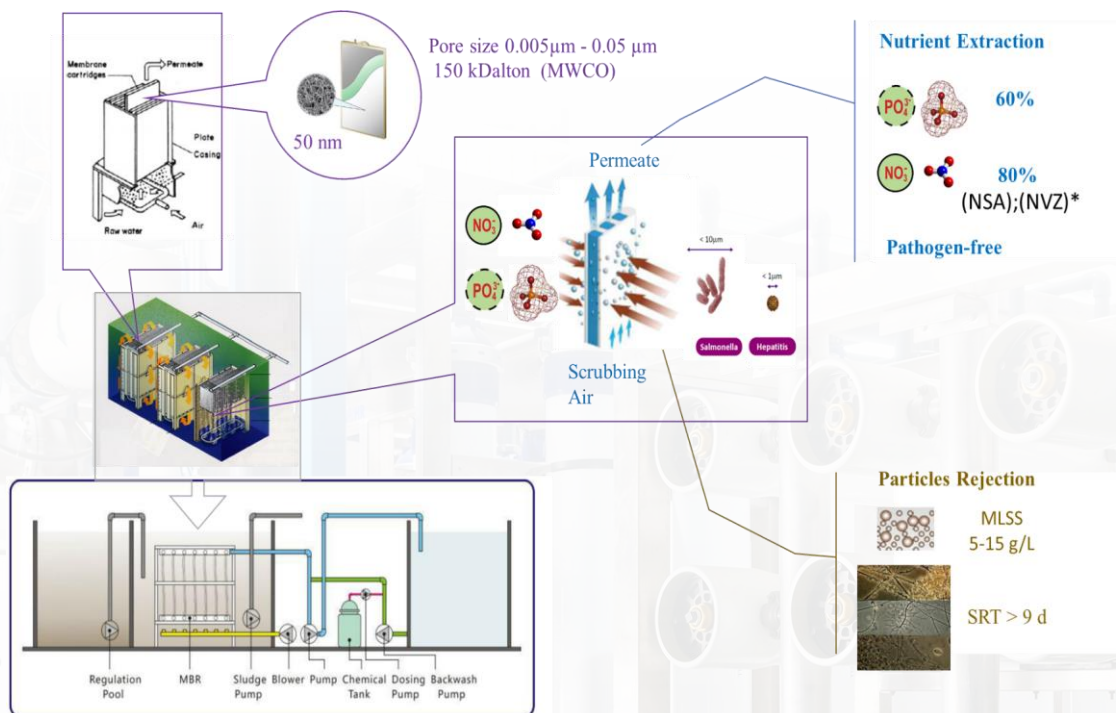


Abbildung 1: Funktionsschema des MBR-Systems

***Denitrifikation benötigt Nitrate Vulnerable Zone (NVZ) Grenzwert der europäischen Gesetzgebung von 50mg/L Nitrat (N).**

1.2 Anwendung in der Phosphor-Rückgewinnung

Phosphor ist sowohl in organischer als auch in anorganischer Form in kommunalen Abwässern vorhanden. Der typische Anteil von Phosphor im Abwasser beträgt 2,7-4,5 g/Kopf/Tag. Der Großteil des Phosphors in kommunalen Abwässern liegt als Phosphat (PO_4^{3-}) vor, das löslich ist. Der Treat & Reuse MBR ist mit einer permselektiven Membran ausgestattet, die als Barriere dient und eine selektive Extraktion von Verbindungen aus einem Abwasserstrom ermöglicht (Porengröße um 0,005µm und 0,05µm und 150 kDa Molecular Weight Cut Off (MWCO)). Diese Eigenschaft ermöglicht es dem System, im Abfluss oder in der flüssigen Phase die höchstmögliche Konzentration von Phosphor und Stickstoff (Nitrat NO_3^-) durch Extraktion zu haben; experimentelle und praktische Ergebnisse um 50-60% Phosphat in der flüssigen Phase nach dem T&R MBR zeigen, dass die Phosphatgröße (PO_4^{3-}) kleiner ist als der MWCO der Membran.

2. High Rate Algen Teiche (HRAP)

2.1. Technologie:

Das HRAP-System besteht im Allgemeinen aus drei Hauptteilen: einem Primärabsetzer, einem flachen Kanal oder Teich, in dem die Mikroalgen wachsen und das Abwasser gereinigt wird und einer Ernteeinheit, um die Biomasse zu gewinnen und vom Wasser zu trennen. Daher wird es zwei Auslassleitungen geben, eine für das geklärte, behandelte Wasser und die zweite für die Biomasse. Der Teich selbst besteht aus einer Außen- und einer Mittelwand, zwei Laufkanälen und Wendungen sowie einem Schaufelrad, das das Wasser zum Fließen bringt, um die gemischte Flüssigkeit zu homogenisieren, so dass alles die gleiche Sonneneinstrahlung erhält und um ein Absetzen der Mikroalgenkultur zu vermeiden. Das HRAP-System ist in zwei unabhängige Teiche von 335 m² unterteilt, HRAP-1 und HRAP-2, die parallel arbeiten. Diese haben 4 m lange Kanäle mit 20 cm breiten Wänden. Beide Teiche haben zwei Leitbleche an den Wendungen und einen Riss an beiden Enden der Mittelwand, um das hydraulische Verhalten zu verbessern. Die Wassertiefe wird auf 30 cm festgelegt, so dass das Gesamtvolumen 200 m³ beträgt. Das System arbeitet mit einer hydraulischen Verweilzeit (HRT) von 4 Tagen, die je nach Ergebnis optimiert und modifiziert werden kann. Entsprechend diesem HRAP wird jeder Teich mittels zweier Kreiselpumpen mit 25 m³/Tag gespeist.

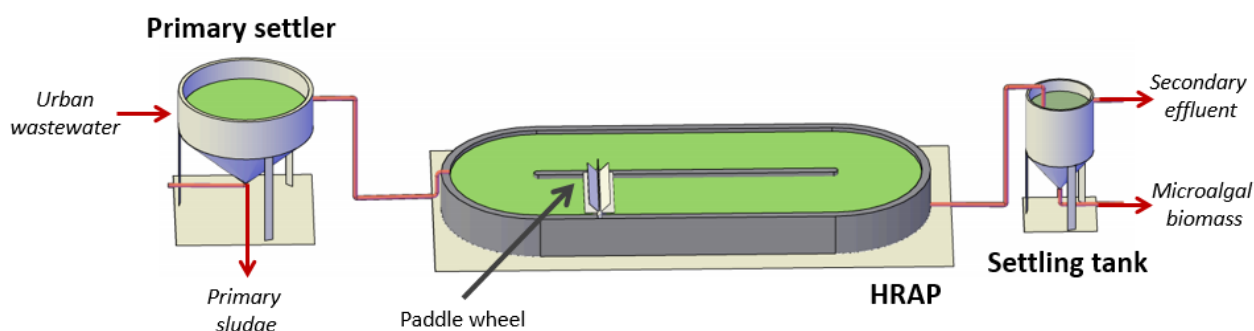


Abbildung 2: Bild eines HRAP-Systems

2.2. Anwendung in der Phosphor-Rückgewinnung

Mit Blick auf die Zukunft, in der Phosphor knapp sein wird, könnte die Phosphor-Rückgewinnung auf Algenbasis im Offshore-Bereich deutlich zunehmen. Weltweit gibt es massive Einleitungen von Abwässern direkt in Meere und Ozeane. Daher wurde die Installation von Absperrungen zur Bildung von schwimmenden Offshore-Teichsystemen um die natürlich schwimmenden Abflüsse von Abwasserauslässen vorgeschlagen. Die Optimierung des Algenwachstums und der Algenernte in Offshore-Systemen kann sogar eine bessere Wirtschaftlichkeit als die Algenkultivierung an Land bieten, da die erhebliche Landkostenkomponente entfällt. Es hat sich gezeigt, dass Algenbiomasse gespeicherten Phosphor für einige Tage halten kann. Darüber hinaus wurde das Wachstum von Keimlingen mit getrockneter Algenbiomasse im Hinblick auf ihr Düngepotenzial mit dem von kommerziellem Dünger verglichen und es zeigte sich ein Wachstum auf vergleichbarem Niveau. Insgesamt werden diese Themen von der Ernte bis zur Anwendung in der Literatur für Algen jedoch derzeit recht unzureichend behandelt. Algen haben sich aufgrund ihres hohen Proteingehalts als gutes Ergänzungsfuttermittel für Nutztiere, z.B. für Hühner, erwiesen.



SUWANU
EUROPE

3. Struvit-Produktion

3.1. Technologie

Mit dem Wasser aus der ersten Phase gelangt es in die CO₂-Stripping-Einheit, wo der Luftstrom das CO₂ aus dem Wasser entfernt. Dieses Wasser wird dann zum Struvit-Reaktor transportiert, wo es mit NaOH und MgCl₂ vermischt wird. Durch die Vermischung des phosphorhaltigen Wassers mit der NaOH und dem Magnesium wird die Ausfällung von Struvit erzwungen. Dieses Struvit wird mit dem Wasser zum Absetzer transportiert, wo es abgetrennt wird, so dass das klare Wasser die Behandlung fortsetzen kann und das Struvit im Absetzer gesammelt wird.



Abbildung 3: Struvit Produktionsmontage

3.2. Anwendung in der Phosphor-Rückgewinnung

Die intensive Viehhaltung erzeugt massive Viehabwässer mit hoher Phosphorkonzentration. Die Einleitung dieser Verbindungen in Oberflächengewässer führt nicht nur zur Eutrophierung des Wassers, sondern verschwendet auch Phosphorressourcen für das Pflanzenwachstum. Daher ist es notwendig, die Entfernung von Phosphor aus Abwässern aus der Tierhaltung mit seiner Rückgewinnung und Wiederverwendung als Dünger zu kombinieren. Als wertvoller Mineraldünger mit langsamer Freisetzung ist die Struvitproduktion zu einem Schwerpunkt der Phosphorrückgewinnung geworden. Es wird gerechnet, dass 100 m³ Abwasser 1 kg Struvit bilden könnte. Wenn alle Abwässer der Welt durch Struvitproduktion behandelt werden, könnten 63.000 Tonnen P₂O₅ zurückgewonnen werden, was 16% der Phosphatgesteinsproduktion der Welt entspricht. Und 171 g Struvit können aus Tierabwässern pro Quadratmeter maximal zurückgewonnen werden und die Reinheit beträgt bis zu 95% ohne Waschen. Daher ist die Rückgewinnung von Struvit, der auf das Ackerland zurückkehrt, ein Entwicklungstrend der Struvit-Rückgewinnungstechnologie.

Reference/further readings

1. Shilton, A. N., Powell, N., & Guieysse, B. (2012). Plant based phosphorus recovery from wastewater via algae and macrophytes. *Current opinion in biotechnology*, 23(6), 884-889.
2. Zhang, T., Jiang, R., & Deng, Y. (2017). Phosphorus recovery by struvite crystallization from livestock wastewater and reuse as fertilizer: A review. In *Physico-Chemical Wastewater Treatment and Resource Recovery*. InTech.

KONTAKT:

Koordinator

Rafael Casielles (BIOAZUL SL)

Avenida Manuel Agustin Heredia nº18 1ª Málaga (SPAIN)

Mail | info@suwanu-europe.eu Website | www.suwanu-europe.eu

KONTAKT:

Verantwortlich für das Informationsblatt

Andrés Acosta (TTZ Bremerhaven)

Am Ludeneich 12- 27572 Bremerhaven (GERMANY9)

Website | <https://www.ttz-bremerhaven.de/de/>



THIS PROJECT HAS RECEIVED FUNDING FROM
THE EUROPEAN UNION' HORIZON 2020 RESEARCH
AND INNOVATION PROGRAMME
UNDER GRANT AGREEMENT N. 818088



SUWANU
EUROPE



ttz Bremerhaven