



PNC-Processing – Optimierung der Stoffkreisläufe in der Landwirtschaft durch gezielte Fraktionierung von Gülle

KMU-innovativ: Nachhaltiges Wassermanagement

Gülle und andere landwirtschaftliche Reststoffe werden in Deutschland in großen Mengen als Düngemittel genutzt. Sie liefern u. a. wichtige Pflanzennährstoffe wie Stickstoff und Phosphor. Landet allerdings zu viel Gülle auf den Feldern und gelangt in Fließ- und Grundwasser, wirken sich die Nährstoffe negativ auf die Gewässerqualität aus. Um die Belastung der Gewässer einerseits deutlich zu senken und andererseits wertvolle Nährstoffe für eine landwirtschaftliche Nutzung zu gewinnen, wollen die Partner des Verbundprojektes PNC-Processing mit einem neuen Verfahren Gülle in ihre Hauptbestandteile Phosphor, Stickstoff und organische Kohlenstoffverbindungen auftrennen. Das Nährstoffrecycling soll vor Ort in den Landwirtschaftsbetrieben erfolgen, in denen die Reststoffe anfallen.

Gewässerschutz und Nährstoffnutzung im Paket

Jährlich verteilen Bauern auf deutschen Äckern und Wiesen mehr als 200 Millionen Tonnen Gülle als flüssigen Wirtschaftsdünger. Überschüssige Mengen des darin enthaltenen Phosphors (P) und Stickstoffs (N) werden in das Grundwasser sowie in Flüsse und Seen eingetragen. Die Folgen sind ein vermehrtes Pflanzen- und Algenwachstum in den Gewässern mit schädlichen Folgen für die darin lebenden Organismen sowie eine übermäßige Belastung mit der Stickstoff-Sauerstoff-Verbindung Nitrat.

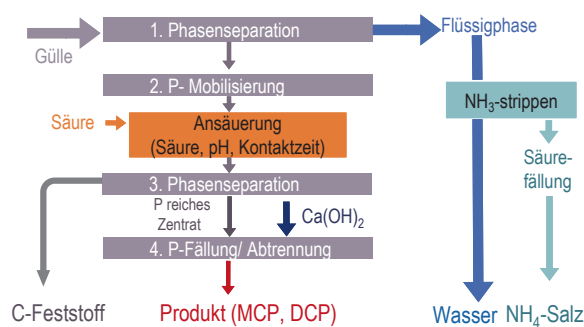
Um die Gewässer vor Überdüngung zu schützen, legen verschiedene gesetzliche Regelungen Vorgaben zu maximalen Güllemengen und Nährstoffgehalten auf Feldern fest. Aus Sicht des Ressourcenschutzes ist Gülle jedoch auch ein wertvoller Rohstofflieferant: Vor allem der darin enthaltene, für das Pflanzenwachstum unerlässliche, Phosphor ist jetzt schon knapp. Er wird derzeit vor allem aus phosphorhaltigem Gestein gewonnen, das nur in wenigen Ländern der Erde vorkommt; zudem sind die Vorkommen weltweit begrenzt. Es ist daher sinnvoll, den bereits im Umlauf befindlichen Phosphor aus der Gülle im Nährstoffkreislauf zu erhalten. Neben dem Phosphor ist auch die kohlenstoffreiche organische Substanz der Gülle für landwirtschaftliche Böden äußerst wichtig: Sie sorgt für den Humusaufbau im Boden.

Die Forschenden des Verbundvorhabens PNC-Processing haben es sich daher zum Ziel gesetzt, Gewässerschutz und eine ganzheitliche Nutzung aller wichtigen Güllebestand-

teile miteinander zu verbinden. Sie wollen zu diesem Zweck ein neues Verfahren entwickeln, das Phosphor, Stickstoff sowie die organische Substanz voneinander trennt. Herauskommen sollen hochkonzentrierte Produkte, die direkt in der Landwirtschaft als Dünger, zur Bodenverbesserung oder in der Tierernährung verwertbar sind.

Lokales Nährstoffrecycling

Die Nährstofftrennung geschieht in vier Stufen: Zunächst wird die Gülle in ihre flüssigen und festen Bestandteile aufgeteilt. Dann wird der Phosphor aus dem festen Teil gelöst und der in Form von Ammonium vorliegende Stickstoff aus dem flüssigen Teil als Ammoniumsalz abgeschieden. Der kohlenstoffreiche Feststoff und der gelöste Phosphor werden anschließend getrennt und als letzter Schritt Phosphor durch die Zugabe von Fällungsmitteln



Schema des PNC-Verfahrens zur Nährstofftrennung

als Calciumphosphat ausgeschieden Angestrebt ist, die Nährstoffe in den Landwirtschaftsbetrieben, in denen sie anfallen, auch gleich zu recyceln. Dadurch wird die Abhängigkeit von Verwertungsketten vermieden. Mit dem Recycling von Phosphor und Nitrat lässt sich gleichzeitig die Nährstoffbelastung der Gewässer deutlich reduzieren.

Innerhalb der Projektlaufzeit soll ein Prototyp des Verfahrens im kleintechnischen Maßstab entwickelt, getestet und zu Demonstrationszwecken genutzt werden. Die Forschenden wollen das Verfahren bewusst so einfach halten, dass sich ein Einsatz bereits für mittelgroße Landwirtschaftsbetriebe wirtschaftlich lohnt. Ergänzend soll auch ein Konzept für eine mobile Gülleaufbereitung als Dienstleistungsmodell entwickelt werden, um die Voraussetzungen für eine breite Anwendung des neuen Verfahrens in der Landwirtschaft zu schaffen. Damit die gewonnenen Recyclingprodukte nicht nur als Dünger für den Ackerbau, sondern auch als Tiernahrung verwendet werden können, wollen die Projektpartner gut verdauliche Calciumphosphate gewinnen, statt der mit anderen Methoden üblicherweise erzielten unverdaulichen Magnesium-Ammonium-Phosphate.

Stationäre und mobile Lösungen

Mit dem neuen Verfahren soll erstmals eine Lösung für eine vollständige Trennung und bedarfsgerechte, lokale Wiederverwendung von Güllebestandteilen geschaffen werden. Mit über 120.000 tierhaltenden Betrieben in Deutschland existiert dafür ein großer Markt. Mittlere und Großbetriebe können die Technologie in stationären Anlagen nutzen, während für kleine Betriebe das Dienstleistungsangebot mit mobiler Aufbereitungsanlage interessant ist.



Mobile Aufbereitungsanlagen eignen sich für kleine Betriebe

Fördermaßnahme

KMU-innovativ, Technologiefeld „Ressourceneffizienz und Klimaschutz“, Anwendungsbereich „Nachhaltiges Wassermanagement“

Projekttitel

Optimierung der Stoffkreisläufe in der Landwirtschaft durch gezielte Fraktionierung von Gülle in Phosphor, Stickstoff und organischen Kohlenstoff (PNC-Processing)

Förderkennzeichen

02WQ1490 A-C

Laufzeit

01.07.2019 – 31.12.2021

Fördervolumen des Verbundprojektes

491.448 Euro

Kontakt

Dr.-Ing. Simone Tränckner
Universität Rostock
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät
Satower Straße 48
18059 Rostock
E-Mail: simone.tranckner@uni-rostock.de
Tel.: +49 (0) 381 498-3468

Projektpartner

P.C.S. Pollution Control Service GmbH, Hamburg
PONDUS Verfahrenstechnik GmbH, Teltow

Internet

www.auf.uni-rostock.de/professuren/h-w/wasserwirtschaft/forschung/pnc-processing/

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
53170 Bonn

Stand

August 2020

Text

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Gestaltung und Redaktion

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Druck

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe

Bildnachweise

Vorderseite: Simone Tränckner/Universität Rostock
Rückseite: Simone Tränckner/Universität Rostock

www.bmbf.de



ProfiT – Profil-Tensiometer zur Optimierung der Bewässerung in der Landwirtschaft

KMU-innovativ: Nachhaltiges Wassermanagement

Die Landwirtschaft ist weltweit mit Abstand der größte Wasserverbraucher: Etwa 70 Prozent der globalen Trinkwasservorräte fließen in diesen Sektor. In Deutschland ist der landwirtschaftliche Wasserverbrauch mit unter zwei Prozent zwar sehr niedrig. Die Folgen des Klimawandels machen sich jedoch auch hier mit höheren Temperaturen und der Gefahr von Dürren im Sommer bemerkbar. Effiziente Bewässerungstechnologien zur Sicherung der Erträge gewinnen somit für die heimische Landwirtschaft an Bedeutung. Um die Bewässerung optimal auf den Boden und die darauf angebauten Pflanzen anzupassen, entwickeln die Partner des Verbundprojekts ProfiT einen neuen Sensor, der das für Pflanzen nutzbare Wasser im Untergrund in verschiedenen Bodenschichten gleichzeitig bestimmen kann. Das Messgerät wird unter Realbedingungen in der landwirtschaftlichen Praxis erprobt und verbessert.

Wieviel Wasser ist im Boden verfügbar?

Angesichts der globalen Klimaveränderung und des enormen Bevölkerungswachstums wird eine nachhaltige Nutzung der begrenzten Wasserressourcen immer wichtiger. Da die Landwirtschaft weltweit rund 70 Prozent der Trinkwasservorräte verbraucht, ist dort der Optimierungsbedarf besonders groß. Eine effiziente Bewässerungstechnik leistet deshalb einen wesentlichen Beitrag zur Senkung des Wasserverbrauchs. Voraussetzung dafür sind zuverlässige Messgeräte, mit denen der Wasserbedarf der Pflanzen erfasst und die Bewässerung bedarfsgerecht gesteuert werden kann.

Während die Wasserverteiltechnik bereits ein relativ hohes Niveau erreicht hat, mangelt es nach wie vor an praxistauglichen Steuerungssystemen mit der dazugehörigen Messtechnik, die zuverlässige Informationen zum Wasserstatus im Boden liefern. Ziel des Verbundprojektes ProfiT ist die Entwicklung und Erprobung eines Sensors, der anhand der so genannten Saugspannung die Menge des für Pflanzen verfügbaren Wassers in verschiedenen Bodentiefen bestimmt. Die Saugspannung bezeichnet den notwendigen Saugdruck zur „Gewinnung“ des Wassers aus den Bodenporen: Je höher dieser Wert liegt, desto schwieriger ist das Wasser für die Pflanze verfügbar. Ein tiefenauflösender Sensor, der ein vertikales Profil der Saugspannung aus unterschiedlichen Bodenschichten liefert und damit die Datengrundlage für die Bewässerungssteuerung schafft, existiert bislang noch nicht. Mit der Profilmessung wird die Saugspannung während der gesamten Wachstumsphasen immer in der gerade passenden Wurzeltiefe ermittelt.

Viele Löcher für genaue Messergebnisse

Um die Wasserverfügbarkeit in verschiedenen Schichten gleichzeitig zu bestimmen, waren bisher mehrere Einzelsensoren notwendig. Diese Messung soll im Verbundprojekt ProfiT erstmals mit nur einem Sensor durchgeführt werden. Die Partner bringen dafür auf einem Sensorträger mehrere Messflächen aus einem neuen keramischen Messmaterial und eine umschaltbare Messelektronik an. Die eingesetzte Keramik ist besonders porös, d. h. sie besitzt zahlreiche Hohlräume in unterschiedlichen Größen. Damit wird zum einen der Messebereich erweitert und zum anderen die Messgenauigkeit erhöht.

Die poröse Keramik steht im Feuchtigkeitsausgleich mit dem umgebenden Boden. Je nach Saugspannung des Bodens wird Wasser in das Messmaterial oder aus ihm heraus transportiert und durch eine elektronische Messschaltung erfasst. Eine Funkschnittstelle ermöglicht es, die Daten je nach Umgebung über Entfernungen von mehreren Kilometern drahtlos zu übertragen sowie den



Sensor-Prototyp: Auf einem Glasfaserträger sind mehrere Keramik-scheiben und die Messelektronik angeordnet

Sensor an automatisierte Bewässerungssteuerungen anzubinden.

Test auf landwirtschaftlichen Versuchsflächen

Der neue Saugspannungssensor - fachsprachlich Tensiometer genannt - wird unter Realbedingungen in der landwirtschaftlichen Praxis erprobt und optimiert. Die Forschenden verbessern die mechanische Belastbarkeit und Standzeit der hochporösen Keramik, erhöhen die Messempfindlichkeit der Elektronik und testen die Robustheit alternativer Sensorkonstruktionen. Zusammen mit Anwendern aus der Landwirtschaft erarbeiten sie Techniken, wie der Sensor in den Boden eingebracht sowie in die Bewässerungssteuerung eingebunden werden kann. Die geplanten Referenzmessungen sollen sowohl die Genauigkeit des Sensors demonstrieren als auch dessen Feldtauglichkeit nachweisen. Da in Deutschland und im Ausland die Zahl der bewässerten Flächen in der Landwirtschaft stark steigt, ist das weltweite Marktpotenzial für das neuentwickelte Profil-Tensiometer sehr groß.



Versuchsaufbau zur Bodenfeuchtemessung in Sand mit Sensor-Prototypen und einem kommerziellen Tensiometer als Vergleich

Fördermaßnahme

KMU-innovativ, Technologiefeld „Ressourceneffizienz und Klimaschutz“, Anwendungsbereich „Nachhaltiges Wassermanagement“

Projekttitel

Profil-Tensiometer zur Optimierung der Bewässerung in der Landwirtschaft (ProfiT)

Förderkennzeichen

02WQ1465A-B

Laufzeit

01.09.2018 – 28.02.2021

Fördervolumen des Verbundprojektes

297.816 Euro

Kontakt

TRUEBNER GmbH
Dr. Christof Hübner
Burgunderstraße 42
67435 Neustadt an der Weinstraße
Telefon: +49 (0) 6321 857905-3
E-Mail: c.huebner@truebner.de

Projektpartner

Karlsruher Institut für Technologie (KIT),
Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und
Mechanik, Karlsruhe

Internet

www.truebner.de

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
53170 Bonn

Stand

Mai 2020

Text

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Gestaltung und Redaktion

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Druck

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe

Bildnachweise

Vorderseite: Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Rückseite: TRUEBNER GmbH



PULB - Pulsierende UV-LED vs. Biofouling

KMU-innovativ: Nachhaltiges Wassermanagement

Sind die Qualitätsanforderungen an die Wassergüte besonders hoch, kommen in der Wasseraufbereitung hauptsächlich Membrananlagen mit Umkehrosmose- (UO) und Nanofiltrations- (NF) verfahren zum Einsatz. Bei der Aufbereitung mikrobiologisch belasteter Rohwässer kann der Betrieb solcher Anlagen jedoch durch Ablagerungen auf den Membranen erheblich beeinträchtigt werden. Im Verbundprojekt PULB entwickeln Forschende ein neues Verfahren, das eine Verblockung der Filter mithilfe pulsierender UV-Bestrahlung weitestgehend verhindern soll.

Schädliche Stoffe bei Wasservorbehandlung vermeiden

Mit Umkehrosmose- und Nanofiltrationsanlagen können Wasserqualitäten erzielt werden, die eine Wiederverwendung von gebrauchtem Wasser ermöglichen. Dadurch sind die Verfahren Schlüsseltechnologien, um Wasserkreisläufe im kommunalen und industriellen Bereich zu schließen. Schätzungen sagen voraus, dass bis zum Jahr 2030 weltweit knapp 1,7 Prozent der insgesamt genutzten Wassermenge aus Wasserwiederverwendung stammen.

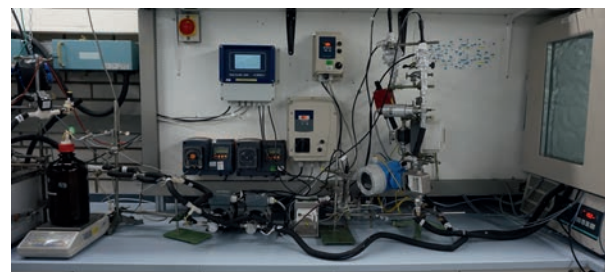
Bei der Aufbereitung mikrobiologisch belasteter Rohwässer kann der Betrieb einer Umkehrosmoseanlage durch sogenanntes Biofouling jedoch erheblich beeinträchtigt werden. Biofouling nennt man die ungewollte Bildung von Biofilmen auf der Membran. Sie erhöhen die Investitions- und Betriebskosten für die Membrantechnik. Die meisten Rohwässer werden aus diesem Grund nicht direkt mit Umkehrosmoseanlagen aufbereitet, sondern müssen zuerst vorbehandelt werden. Nach aktuellem Stand der Technik geschieht dies häufig durch die Zugabe von Bioziden wie Ozon und Chlordioxid. Die Verwendung der potenziell umwelt- und gesundheitsschädlichen Stoffe als Vorbehandlungsverfahren für die Membranfiltration wird laut einer geltenden EU-Verordnung jedoch in zunehmenden Maße eingeschränkt. Eine Alternative ist die UV-Bestrahlung von Wasser. Hier setzt das Verbundprojekt PULB an.

Die Forschenden wollen eine neuartige Technologie mit Leuchtdioden (LED) entwickeln, die Mikroorganismen unschädlich macht. Sie nutzen dafür pulsierende LED, die besonders energiereiches Licht im UV-C-Wellenlängenbereich ausstrahlen. Damit könnte der Einsatz von Bioziden gegen Biofouling in Umkehrosmoseanlagen weitgehend vermieden oder zumindest minimiert werden. Darüber hinaus wären auch die Behandlungskosten im Vergleich

zur Biozidzugabe deutlich geringer. Im Verbundvorhaben PULB soll die Wirksamkeit des neuen UVC-LED-Behandlungsverfahrens erstmals in Feldversuchen unter realen Bedingungen nachgewiesen werden. Ein weiteres Ziel ist, Konzepte für den Einbau von UVC-LED in ein Umkehrosmose-Modul zu erarbeiten.

Vorteile der pulsierenden UV-Bestrahlung

Bisher werden UV-Verfahren fast ausschließlich als letzter Schritt zur Desinfektion in Wasseraufbereitungsanlagen eingesetzt. Der in PULB verfolgte Ansatz, UV-Bestrahlung bei der Vorbehandlung zu nutzen, um so gezielt Biofouling zu vermeiden, ist gänzlich neu. Das pulsierende Bestrahlungssystem, das die Forschenden entwickeln, bietet darüber hinaus nicht nur im Vergleich zum Biozideinsatz sondern auch gegenüber konventionellen UV-Strahlungsverfahren, z. B. mit Quecksilberdampfdruckstrahlern, mehrere Vorteile: Die kompakte Bauweise ermöglicht den Einbau direkt in die Filtrationsanlage. Die Bestrahlung erfolgt nicht kontinuierlich, benötigt daher weniger Energie und erzielt eine höhere Desinfektionsleistung. Da UVC-LED lediglich eine niedrige elektrische Eingangsspannung benötigen, können sie potenziell auch mit Photovoltaikzellen betrieben werden. Und schließlich wird der Biofilm



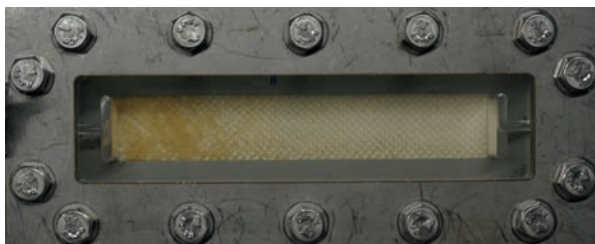
Auf einem Versuchsstand im Labor werden Untersuchungen zum Biofouling durchgeführt

durch die UV-Vorbehandlung nicht nur später ausgebildet, sondern hat auch andere mechanischen Eigenschaften und könnte somit leichter entfernbar sein.

Wie genau sich die veränderten Biofilmeigenschaften auswirken und was dies für die Ressourceneffizienz der nachgeschalteten Umkehrosmose und die Kosten der Behandlung bedeutet, gehört zu den Fragen, die in PULB erforscht werden.

Vielfältige Einsatzmöglichkeiten

Das neuartigen UVC-LED-Bestrahlungssystem kann einen wertvollen Beitrag zur Wasserwiederverwendung und zum Ressourcenschutz leisten. Zudem besteht durch die europäische Biozid-Verordnung ein verstärkter Bedarf an alternativen, biozidfreien Vorbehandlungsverfahren für Umkehrosmoseanlagen. Aufgrund der zu erwartenden zahlreichen ökologischen und technologischen Vorteile gegenüber konventionellen Vorbehandlungsverfahren mit Bioziden oder Quecksilberdampfdruckstrahlern sowie deutlich geringerer Behandlungskosten ist der potenzielle Markt groß. Das Verfahren kann in vielen Bereichen zum Einsatz kommen, etwa bei der Beseitigung von Restverschmutzungen aus Rohwässern für die Trink- und Industriewasseraufbereitung, in der Aufbereitung von Kesselspeisewasser, das u. a. zur Dampferzeugung in Kraftwerken dient, sowie zur Erzeugung von hochreinen Wässern für die Mikroelektronik und Pharmaindustrie.



Auf der Umkehrosmosemembran im Membranfouling-Simulator hat sich links ein Biofilm herausgebildet

Fördermaßnahme

KMU-innovativ, Technologiefeld „Ressourceneffizienz und Klimaschutz“, Anwendungsbereich „Nachhaltiges Wassermanagement“

Projekttitel

Pulsierende UV-LED vs. Biofouling (PULB)

Förderkennzeichen

02WQ1467A-C

Laufzeit

01.10.2018 – 31.03.2021

Fördervolumen des Verbundprojektes

634.000 €

Kontakt

UV-EL GmbH & Co. KG
Dr. Andreas Meyer
Moritzburger Weg 67
01109 Dresden
Telefon: +49 (0) 351 88383101
E-Mail: ame@uv-el.de

Projektpartner

Delta Umwelttechnik GmbH, Düsseldorf
Technische Universität München, Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft, München

Internet

www.uv-el.de

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
53170 Bonn

Stand

Mai 2020

Text

Projektträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Gestaltung und Redaktion

Projektträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Druck

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe

Bildnachweise

Vorder- und Rückseite:
Philipp Sperle/Technische Universität München



TrinGks – Energieeffiziente Wasserentsalzung durch Gefrierkristallisation

KMU-innovativ: Nachhaltiges Wassermanagement

In vielen Regionen der Erde ist das Trinkwasser bereits jetzt knapp. Für eine sichere Versorgung der wachsenden Weltbevölkerung spielt die Entsalzung von Meerwasser oder Wässern aus versalzten Brunnen daher eine immer größere Rolle. Doch bisherige Entsalzungsverfahren sind mit einigen Nachteilen verbunden: Sie verbrauchen entweder viel Energie, sind aufwändig und daher nur für sehr große Anlagen geeignet. Oder sie benötigen Chemikalien, die problematische Rückstände erzeugen und müssen häufig gewartet werden. Die Partner des Verbundprojektes TrinGks entwickeln ein alternatives Verfahren, das die Entsalzung einfacher und effizienter macht. Ihre neue Technologie filtert das Salz durch Gefrieren heraus.

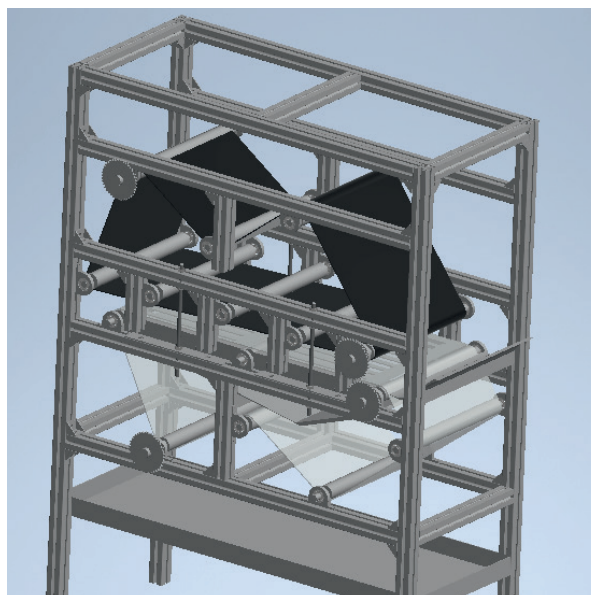
Weniger Energie und Chemikalien, geringere Kosten

Knapp eine Milliarde Menschen weltweit haben nach Zahlen der Vereinten Nationen aktuell keinen verlässlichen Zugang zu sauberem Trinkwasser. Bis 2050 könnte der globale Bedarf Prognosen zufolge noch um 20 bis 30 Prozent steigen. Seit einigen Jahrzehnten wird daher in vielen Ländern Meerwasser mit Entsalzungsanlagen zu Trinkwasser aufbereitet. Ein großer Nachteil insbesondere bei thermischen Verfahren, die das Wasser durch Verdampfung entsalzen, ist jedoch der hohe Energieaufwand. Umkehrosmoseanlagen, die mit Hilfe einer Membran das Salz aus dem Meerwasser herausfiltern, sind zwar deutlich energieeffizienter. Sie benötigen jedoch Chemikalien, damit die Membranen funktionstüchtig bleiben. Nach der Entsalzung fallen somit problematische Rückstände in Form von Solen, also Salzlaugen, und den darin gelösten Chemikalien sowie anderen umweltbelastenden Stoffen an.

Das vom Verbundprojekt TrinGks entwickelte neue Entsalzungsverfahren setzt an diesen beiden Nachteilen bisheriger Methoden an: Statt das Wasser zu verdampfen, wird es zu Eiskristallen gefroren. Dafür wird nur ein Siebteil der für den thermischen Prozess notwendigen Energie benötigt. Im Vergleich zur Umkehrosmose entfallen bei der Gefrierkristallisation umfangreiche Vor- und Nachbehandlungen des Wassers mit Chemikalien. Da zudem die Investitionskosten erheblich niedriger ausfallen als z. B. bei der mehrstufigen Entspannungsverdampfung, können deutlich kleinere Entsalzungsanlagen gebaut werden – etwa für die Trinkwasserversorgung kleiner Inseln, die bisher per Schiff versorgt werden müssen.

Trennen durch Pressen

Der Prozess der Gefrierkristallisation ist bereits sehr lange bekannt, da er ganz natürlich vorkommt: Beim Gefrieren von Salzwasser entsteht reines Wassereis, während sich die gelösten Salze in der verbleibenden flüssigen Sole aufkonzentrieren. Technisch schwierig war bislang, das Eis von der Sole zu trennen, da sich diese in vielen kleinsten Hohlräumen zwischen den Eiskristallen bildet. In einem vorangegangenen Projekt ist im Labormaßstab bereits der Nachweis gelungen, dass der Meerwasser-Eisbrei mit einem Pressverfahren bis zur Trinkwasserqualität aufgereinigt werden kann. Das TrinGks-Team will nun ein praxistaugliches Pressverfahren entwickeln, das sich auch für größere Mengen eignet.



Siebbandpresse für die Pressung des Eisbreis (CAD-Zeichnung)

Die Projektpartner untersuchen dazu im Labor, wie sich die Pressung auf die Eiskristalle auswirkt und in welchem Maße dadurch im Salzwasser gelöste Stoffe – neben den Salzionen auch Umweltschadstoffe wie Hormone, Metalle oder Arsen – und Keime entfernt werden. Sie erforschen außerdem die Vorgänge bei der Gefrierkristallisation und optimieren die Betriebsparameter. Im nächsten Schritt errichten und betreiben die Forschenden eine Laboranlage mit einer Entsalzungsleistung von zehn Liter pro Stunde. Um die Energieeffizienz des Verfahrens weiter zu steigern, wird im Rahmen von TrinGks auch ein System zur Kälterückgewinnung entwickelt. Dieses reduziert zum einen den Kältebedarf und verbessert zum anderen den Wirkungsgrad der Kälteanlage. Außerdem entwickeln die Projektpartner ein Konzept für eine umweltfreundliche Energieversorgung der Laboranlage über Photovoltaik.

Für Hotels, Getränkehersteller und Industrieabwässer

Zum Abschluss des Forschungsvorhabens soll das neue gekoppelte Verfahren aus Gefrierkristallisation und Pressen mit integrierter Kälterückgewinnung in einer Demonstrationsanlage dem Praxistest unterzogen werden. Die gewonnenen Erfahrungen fließen in Planungsunterlagen für eine verkaufsfähige Anlage ein, die aus ca. zehn bis 500 Kubikmetern Salzwasser pro Tag Trinkwasser erzeugen kann. Als potenzielle Kunden haben die Projektbeteiligten zunächst in erster Linie Hotelanlagen in südeuropäischen Tourismusgebieten im Blick, z. B. auf den Kanaren und Balearen, deren Trinkwasserversorgung auf entsalztes Wasser angewiesen ist. Daneben ergeben sich auch weitere Anwendungsmöglichkeiten des Verfahrens in der Getränkeindustrie sowie für die Reinigung oder Aufkonzentration verschiedenster industrieller Abwässer.



Laboranlage (im Aufbau, noch ohne Presse): Rechts Kristallisationsapparat mit Überlauf; Siebblech-Rutsche zum Abtropfen des Eisbreis; Behälter für Meerwasser, Sole und Süßwasser

Fördermaßnahme

KMU-innovativ, Technologiefeld „Ressourcen- und Energieeffizienz“, Themenbereich „Nachhaltiges Wassermanagement“

Projekttitel

Energieeffiziente Wasserentsalzung durch Gefrierkristallisation (TrinGks)

Laufzeit

01.04.2019 – 31.03.2021

Förderkennzeichen

02WQ1463 A-E

Fördervolumen des Verbundprojektes

831.478 Euro

Kontakt

Hochschule Mannheim
Institut Prozessmesstechnik und Innovative Energiesysteme
Prof. Dr. Wolfgang Eisenmann
Paul-Wittsack-Straße 10
68163 Mannheim
Telefon: +49 (0) 621 292 6196
E-Mail: w.eisenmann@hs-mannheim.de

Projektpartner

Harnisch GmbH, Meckesheim
Solar-Info-Zentrum GmbH, Neustadt/Weinstraße
Technische Universität Berlin, Lehrstuhl für Brauwesen, Berlin
Wittmann Geschäftsführungs- und Beteiligungs-GmbH, Neustadt/Weinstraße

Internet

www.pi.hs-mannheim.de

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
53170 Bonn

Stand

Juni 2020

Text

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Redaktion und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Druck

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe

Bildnachweise

Vorder- und Rückseite: Hochschule Mannheim

www.bmbf.de



UvPAA – Ultraschallbehandlung von Prozesswasser in Aquakultur- und Abwasseranlagen

KMU-innovativ: Nachhaltiges Wassermanagement

Fisch und Meeresfrüchte aus Aquakultur stehen weltweit immer häufiger auf dem Speisezettel. Aquakulturen werden vor allem in der Fischzucht häufig als Kreislaufanlagen betrieben, um Wasser zu sparen und negative Einflüsse auf die Umwelt zu begrenzen. Kreislaufanlagen sind Zuchtbecken, in denen das Wasser aufbereitet und wiederverwendet wird. Eine hohe Anzahl von Fischen pro Becken und die Wasserführung im Kreislauf führen jedoch auch zu einem erhöhten Risiko von Infektionskrankheiten und einer hohen Belastung mit organischen Substanzen. Im Verbundprojekt UvPAA forschen Beteiligte aus Wirtschaft und Wissenschaft an einem neuen Verfahren, das sowohl Krankheitserreger im Prozesswasser bekämpft, als auch gleichzeitig gelöste organische Substanzen abbaut. Sie setzen dafür Ultraschall mit hohen Frequenzen ein.

Ultraschall für alle Wasserqualitäten geeignet

Die Bedeutung der Aquakultur wächst global. Eine stetig zunehmende Nachfrage nach Fischprodukten und der gleichzeitige Rückgang der natürlichen Bestände durch Überfischung fördern diese Entwicklung seit Jahrzehnten. Mit Steigerungsraten von durchschnittlich neun Prozent seit 1970 ist die Aquakultur der am schnellsten wachsende Zweig in der globalen Ernährungswirtschaft. Mittlerweile stammt beinahe die Hälfte des verzehrten Speisefisches aus Zuchtanlagen.

Die Produktion von Fischen findet häufig in geschlossenen Kreislaufanlagen statt. Durch die ständige Aufbereitung und Wiederverwendung des genutzten Wassers sind sie ein vergleichsweise ressourcenschonendes Zuchtssystem, das unabhängig von natürlichen Gewässern funktioniert und so nur gering in die Umwelt eingreift. Um die Erträge zu erhöhen, sind die Zuchtbecken jedoch zumeist sehr dicht mit Fischen besetzt. Krankheitserreger wie Bakterien, Parasiten und Viren können sich über das im Kreislauf geführte Wasser leicht verbreiten. Zudem reichern sich prinzipiell mit der Zeit gelöste organische Stoffe an. Diese stammen aus diversen Quellen: z. B. Weichmacher aus Kunststoffzuchtbehältern und -zuleitungen oder Insektizide und Pestizide aus Futtermitteln.

In geschlossenen Aquakulturanlagen muss daher eine sehr hohe Wasserqualität durch geeignete Aufbereitungsverfahren sichergestellt werden. Für die Sterilisation der Prozesswasser kommen bislang Ozon und UV-Licht zum Einsatz. Damit diese Verfahren gut funktionieren, muss das Wasser allerdings aufwändig vorbehandelt werden, um Schweb-

stoffe zu entfernen. Im Gegensatz dazu wird Ultraschall nicht von der Qualität des Wassers in Bezug auf Salzgehalt, Feststoffe oder Trübung beeinflusst. Das Verbundprojekt UvPAA will daher Ultraschall mit hohen Frequenzen ab 500 kHz zur Entkeimung von Prozesswasser aus Aquakulturkreislaufanlagen nutzen. Zusätzlich sollen mit der Methode auch gelöste organische Substanzen abgebaut werden. Ziel des Projektes ist der Bau eines Ultraschallgerät-Prototyps, dessen Leistungsfähigkeit in einer kommerziellen Aquakulturanlage getestet wird.

Test in kommerzieller Aquakulturanlage

Der vom Projektteam entwickelte Ultraschallreaktor besteht aus einem Tank, der ein Volumen von 160 Liter hat und mit zwölf Ultraschallgebern bestückt ist. Der Prototyp soll in der Lage sein, bis zu zehn Kubikmeter Prozesswasser pro Stunde aufzubereiten. Somit eignet sich das neue



Geschlossene Aquakulturanlagen benötigen für die erfolgreiche Fischzucht eine sehr hohe Wasserqualität

Ultraschallsystem für Kreislaufanlagen mit einem Gesamtvolumen bis zu 250 Kubikmeter Wasser. In dem Prototyp führen die Forschenden Versuche zum Abbau und zur Entkeimung mit verschiedenen Ultraschallfrequenzen durch. Der Ultraschall führt zur Bildung von Radikalen – sehr reaktionsfreudigen Teilchen –, die in Kombination mit einer Thermolyse – so wird eine durch Erhitzen erzeugte chemische Reaktion bezeichnet – bewirken, dass die gelösten organischen Substanzen bis hin zu Kohlenstoffdioxid oxidiert werden. Parallel zum Abbau der organischen Substanzen tötet der Ultraschall auch Keime im Wasser ab. Als Nachweis für die Entkeimungsleistung setzen die Forschenden bestimmte molekularbiologische Identifikationsmethoden ein, die z. B. zwischen toten und lebenden Zellen unterscheiden können. Der Abbau der gelösten organischen Substanzen wird über chemische Methoden bilanziert. Die Kombination der Bestimmungsmethoden ergibt einen eindeutigen Nachweis für die Wirkung des Ultraschallverfahrens.

Auch für Abwasser- und Trinkwasseraufbereitung

Durch die mit hochfrequentem Ultraschall bewirkte gleichzeitige Entkeimung und Entfernung von gelösten organischen Substanzen in Wässern gleich welcher Qualität kann das im Projekt UvPAA entwickelte Verfahren nicht nur in Aquakulturanlagen, sondern auch zur Abwasserreinigung sowie Trinkwasser- und Ballastwasseraufbereitung eingesetzt werden. Es ergänzt somit heutige Standardverfahren zur Sterilisation und Reinigung in diesen Bereichen.



Die Forschenden testen das neue Verfahren im Ultraschallreaktor

Fördermaßnahme

KMU-innovativ, Technologiefeld „Ressourceneffizienz und Klimaschutz“, Anwendungsbereich „Nachhaltiges Wasser-Management“

Projekttitel

Ultraschallbehandlung von Prozesswasser in Aquakultur- und Abwasseranlagen (UvPAA)

Förderkennzeichen

O2WQ1432A

Laufzeit

01.09.2018 – 30.08.2020

Fördervolumen des Verbundprojektes

587.666 Euro

Kontakt

AIMES GmbH
Gert Petrick
Kösterberg 10
24238 Selent
Telefon: +49 (0) 4384 1823
E-Mail: aimesgmbh@aol.com

Projektpartner

Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI), Bremerhaven
GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel, Kiel
Meinhardt Ultraschall, Leipzig

Internet

www.awi.de/forschung/besondere-gruppen/aquakultur/aquakulturforschung/projekte/uvpaa.html

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
53170 Bonn

Stand

Juli 2020

Text

Projektträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Gestaltung und Redaktion

Projektträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Druck

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe

Bildnachweise

Vorderseite: Alfred-Wegener-Institut (AWI) Bremerhaven
Rückseite: AIMES GmbH

www.bmbf.de



Zero-P – Weitestgehende Phosphorelimination auf Kläranlagen über eine nachgeschaltete Filtration

KMU-innovativ: Nachhaltiges Wassermanagement

Steigende Anforderungen zum Gewässerschutz bedeuten auch anspruchsvollere Vorgaben für die Abwasserreinigung in kommunalen Kläranlagen. Dies gilt beispielsweise für die Entfernung von Phosphor: Das gereinigte Abwasser muss strenge Grenzwerte für den Nährstoff einhalten, bevor es in die Gewässer eingeleitet werden darf. Dies stellt die Kläranlagenbetreiber vor große betriebliche Herausforderungen. Das Verbundprojekt Zero-P entwickelt eine neue Verfahrenskombination, die einen nahezu vollständigen Rückhalt von Phosphor im Abwasser ermöglicht. Kernstück ist eine verbesserte Filtration mit speziellen Sandfiltern im Anschluss an die Phosphorfällung. Damit können fast alle Feststoffe, mitsamt der darin gebundenen Phosphoranteile, abgetrennt werden.

An der Grenze des technisch Möglichen

Über strengere umweltrechtliche Vorgaben, wie sie etwa die Maßnahmenprogramme zur EU-Wasserrahmenrichtlinie und die 2016 in Kraft getretene Oberflächengewässerverordnung vorschreiben, soll ein guter ökologischer und chemischer Zustand von Flüssen und Seen erreicht werden. Dies bedeutet gleichzeitig auch, dass höhere Anforderungen an die Abwasserreinigung gestellt werden. So müssen Kläranlagen künftig zum Teil deutlich niedrigere Ablaufwerte für Phosphor einhalten. Da dies über bewährte biologische oder chemische Verfahren nicht erreicht werden kann, setzt das Verbundprojekt Zero-P auf eine verbesserte Kombination aus Fällung, Flockung und nachgeschalteter Filtration, bei der die einzelnen Schritte genauer als bisher aufeinander abgestimmt werden. Damit sollen sehr geringe Phosphor-Ablaufkonzentrationen nahe der technisch möglichen Mindestwerte stabil und sicher erreicht werden können.

Optimiertes Zusammenspiel von Fällung und Filtration

Um den Phosphorrückhalt zu verbessern, ist im ersten Schritt ein noch gezielteres Fällen derjenigen Phosphoranteile notwendig, die im Abwasser in gelöster Form vorkommen. Sie können mit Hilfe geeigneter Fällungsmittel zu kleinen, ungelösten Phosphatflocken umgewandelt werden. Im Projekt Zero-P optimieren die Forschenden für diesen Schritt eine Zweipunkt-fällung: Hierunter versteht man eine Fällung an zwei Stellen im Abwasserreinigungsprozess; z. B. in der biologischen Stufe durch Zugabe des Fällmittels im Belebungsbecken – dies wird als Simultanfällung bezeichnet – sowie in einer eigenen,

der biologischen Reinigung nachgeschalteten Stufe als so genannte Nachfällung. Der nun gebundene Phosphor lässt sich dann im zweiten Schritt durch weiterentwickelte Filtrationsverfahren nahezu vollständig aus dem Abwasser entfernen. Das Projekt Zero-P setzt hierfür einen neuen dynamischen Sandfilter ein. Dieser kann unterbrechungsfrei, auch während der Filterbettreinigung, arbeiten. Weiterer Vorteil: Die Forschenden gehen davon aus, dass eine Filtration mit Sandfiltern im Vergleich zu Membranen deutlich wirtschaftlicher ist.

Die Kombination aus optimierter Zweipunkt-fällung des Phosphors und Nachbehandlung mittels dynamischer Sandfiltration erfordert neben einer genau abgestimmten Verfahrenstechnik auch darauf angepasste neue Strategien für die Steuerung und Überwachung. Die Anlagenregelung stellt wegen der extrem niedrigen Phosphorgehalte eine Herausforderung dar. Bislang steht für den Abwasserbereich keine praxiserprobte Online-Messtechnik zur Verfügung.



Steigende Anforderungen an die Entfernung von Phosphor in kommunalen Kläranlagen dienen dem Schutz der Gewässer

Großtechnischer Versuch auf einer Kläranlage

Auf der Kläranlage Brandenburg-Briest erproben und optimieren die Forschenden das Zero-P-Verfahrenskonzept mit einer Versuchsanlage im großtechnischen Maßstab. Die Versuchsanlage umfasst eine Dosierstation, einen dynamischen Sandfilter sowie die notwendige Mess-, Steuerungs- und Regelungstechnik.

Begleitet wird der Versuchsbetrieb durch verschiedene Messprogramme. Diese dokumentieren u. a., wieviel Phosphor entfernt wird und welche Qualität der durch den Fällprozess erzeugte Schlamm hat. Die Projektpartner untersuchen auch, ob der darin enthaltene Phosphor zurückgewonnen und zur Düngung eingesetzt werden kann. Da eine Phosphorrückgewinnung auf Kläranlagen künftig gesetzlich verpflichtend sein wird, besteht ein großer Bedarf nach wirtschaftlichen Verfahren. Über die Phosphorentfernung hinaus eröffnen sich damit für das Zero-P-Verfahren weitere Marktchancen.



Ein dynamischer Sandfilter behandelt das Abwasser nach der biologischen Reinigung

Fördermaßnahme

KMU-innovativ, Technologiefeld „Ressourceneffizienz und Klimaschutz“, Anwendungsbereich „Nachhaltiges Wassermanagement“

Projekttitel

Weitestgehende Phosphorelimination auf Kläranlagen über eine nachgeschaltete Filtration für den Schutz von Gewässern und die Rückgewinnung von Phosphor (Zero-P)

Laufzeit

01.07.2019 – 30.04.2021

Förderkennzeichen

02WQ1491A - C

Fördervolumen des Verbundprojektes

514.000 Euro

Kontakt

Emscher Wassertechnik GmbH
Prof. Dr.-Ing. Holger Scheer
Brunnenstraße 37
45128 Essen
Telefon: +49 (0) 201 3610 120
E-Mail: scheer@ewlw.de

Projektpartner

Nordic Water GmbH, Neuss
Technische Universität Berlin,
Fachgebiet Siedlungswasserwirtschaft, Berlin

Internet

www.ewlw.de/zero-p

Herausgeber

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Ressourcen, Kreislaufwirtschaft; Geoforschung
53170 Bonn

Stand

Juni 2020

Text

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Redaktion und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Druck

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe

Bildnachweise

Vorderseite: Lippeverband
Rückseite: Emscher Wassertechnik GmbH

www.bmbf.de