

ADa – Abflussloses Dach als urbanes Managementsystem für Extremwetterereignisse

KMU-innovativ: Nachhaltiges Wassermanagement

Gesamtschäden von über 40,5 Milliarden Euro durch die Flutkatastrophe im Sommer 2021 und mehr als 4.500 Todesfälle durch Hitze im Sommer 2022 alleine in Deutschland zeigen eindrucksvoll, welche Auswirkungen die zunehmenden Extremwetterereignisse haben. Begrünte Dächer bieten bereits einen etablierten Lösungsansatz, um Niederschlagswasser zumindest teilweise zurückzuhalten und für Kühlung in dicht bebauten Gebieten zu sorgen. Die Partnerinnen und Partner des Verbundprojektes ADa entwickeln ein aus mehreren kombinierbaren Einzel-Komponenten bestehendes Gesamtsystem. Es ist auch für Bestandsgebäude nachrüstbar und beeinflusst gleichzeitig die steigenden Nachhaltigkeits-Anforderungen für Immobilien (ESG-Rating) positiv.

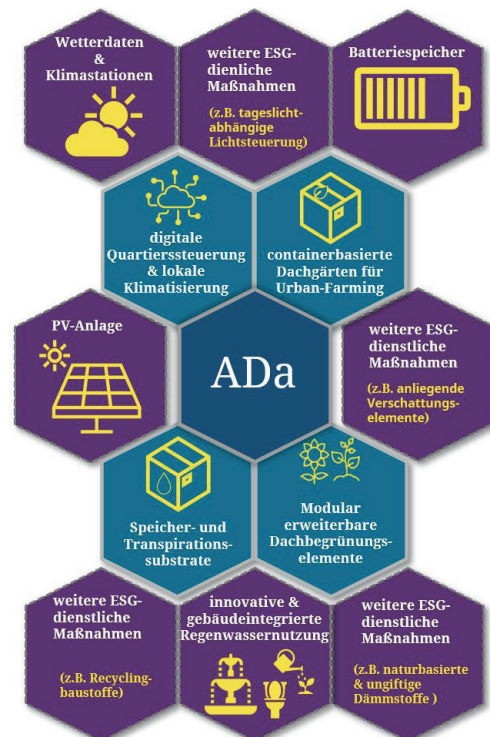
Ein Konzept für aktuelle Umwelt- und Nachhaltigkeits-Herausforderungen bei Immobilien

Durch den Klimawandel steigt vielerorts das Überschwemmungsrisiko und damit auch die Gefahr für Umweltschäden, da bestehende Entwässerungs- und Abwasserentsorgungssysteme immer häufiger überfordert sind. Eine bereits praktizierte Lösung für dieses Problem sind begrünte Dächer und Dachgärten. Durch eine Zwischenspeicherung des anfallenden Niederschlages entlasten sie die Entwässerungssysteme, da der Abfluss zeitversetzt eintritt. Bei langanhaltenden Regenfällen oder heftigem Starkregen kommen diese Systeme aber schnell an ihre Grenzen, da die Menge des Gesamtabflusses nicht reduziert wird.

Weiterhin führen immer längere und intensivere Trockenperioden in Kombination mit dichter Bebauung zur Entstehung von Hitzeinseln, die die Anwohnenden belasten. Die meisten dicht besiedelten urbanen Räume werden noch immer so angelegt oder erweitert, dass aufgeheizte Luftmassen nicht abziehen können und sich immer weiter erwärmen. Auch hier könnten Gründächer und Dachgärten einen positiven Beitrag leisten, indem sie mit aktiven und intelligent gesteuerten Verdunstungselementen kombiniert werden und so zur Verbesserung des gebäudenahen Mikroklimas führen.

Die Beteiligten des Verbundprojektes ADa entwickeln ein aus mehreren kombinierbaren Einzelkomponenten bestehendes abflussloses Dachbegrünungssystem. Es ist auch für Bestandsgebäude nachrüstbar und wertet die Immobilien gleichzeitig für steigende Anforderungen zur Nachhaltigkeit auf, wie sie etwa mit sogenannten ESG-Ratings bewertet werden. ESG steht für Environment, Social,

Governance (Umwelt, Soziales und Unternehmensführung). ESG-Ratings geben Auskunft darüber, wie nachhaltig eine Immobilie, ein Unternehmen oder eine Branche ist. Ein Kriterium bei Immobilien ist unter anderem die Ressourcen- und Energieeffizienz. Die ADa-Komponenten lassen sich leicht mit anderen wertsteigernden Maßnahmen, wie zum Beispiel Solaranlagen, kombinieren und tragen damit zum verbesserten ESG-Rating der Immobilie bei.



Kombinationsmöglichkeiten der ADa-Komponenten mit weiteren ESG-dienstlichen Maßnahmen (ADa-Komponenten in Türkis, optionale weitere Maßnahmen in Lila)

Dachbegrünung weitergedacht und digital vernetzt

Das ADa-System besteht aus begrünten Dachflächen, die mit neuartigen Komponenten wie Substratfilterspeichern, zusätzlichen bodennahen Verdunstungselementen und innovativer Software vernetzt werden. Auf diese Weise ist es möglich, auch hohe Niederschlagsmengen vor Ort zwischenzuspeichern. Eine digitale Steuerung sorgt dafür, dass die Regenmengen für die bedarfsgerechte Versorgung von Gründächern oder sogar Dachgärten, sogenannten Rooftop-Farmen, genutzt werden.

Zudem erlaubt das System aber auch die aktiv gesteuerte und zeitversetzte Verdunstung, um lokalen Hitzestress und eine Belastung der Kanalisation zu vermeiden. Entscheidend ist hierbei der Einsatz einer entsprechenden Sensorik, die mittels Algorithmen die Speicherung, Verdunstung und die verschiedenen Verdunstungselemente intelligent vernetzt und sinnvoll verschaltet. Dies stellt die Verdunstung der gesamten jährlich anfallenden Regenmenge der Dachfläche sicher. Folglich werden die bestehenden Entwässerungs- und Abwasserentsorgungssysteme deutlich stärker entlastet und so das Überschwemmungsrisiko und daraus entstehende Umweltschäden verringert.

Eine vorausschauende Steuerung und gezielte Speicherung und Verdunstung des Niederschlags ermöglicht nicht nur mehr Sicherheit im Fall von Wetterextremen. Die ADa-Komponenten erfüllen auch die Anforderungen der EU-Taxonomieverordnung, sodass sie wertsteigernd auf die Immobilie wirken. Die EU-Taxonomie definiert, unter welchen Bedingungen eine wirtschaftliche Tätigkeit als grün eingestuft wird.

Beitrag zur Klimawende

Mithilfe des ADa-Gesamtsystems entsteht ein abflussloses Dach, das durch die intelligente Kombination aus modularen und nachrüstbaren Einzelinnovationen das lokale Mikroklima verbessert und vor Schäden durch immer häufiger auftretenden Starkregen und Hitze schützt. ADa leistet somit einen wichtigen Beitrag zum Überschwemmungsschutz und zur Stadtquartiers-, Klimatisierungs- und Ressourcenschonung. Das gespeicherte Wasser kann unter anderem in Rooftop-Farmen genutzt werden. Die dort angebauten Produkte dienen nicht nur einer lokalen, saisonalen Versorgung, sondern vermindern auch die Transportwege und die damit entstehenden CO₂-Emissionen deutlich.

Fördermaßnahme

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

Projekttitel

Abflussloses Dach als urbanes Managementsystem für Extremwetterereignisse (ADa)

Laufzeit

01.08.2022 – 31.01.2025

Förderkennzeichen

02WQ1636A-D

Fördervolumen des Verbundprojektes

771.961 Euro

Kontakt

Alexander Schank
abc GmbH – advanced biomass concepts
Weinsbergstraße 190
50825 Köln
Telefon: +49 (0) 221 9602 8810
E-Mail: as@abc-loesung.de

Projektpartner

inter3 GmbH – Institut für Ressourcenmanagement, Berlin
Simon Process Engineering GmbH, Neu-Bamberg
Zeobon GmbH, Dattenberg

Internet

ada-system.de

Herausgeber

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

Stand

April 2023

Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA)

Druck

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Bildnachweis

abc GmbH

bmbf.de

High-Sense – Hochsensitive optische Unterwasser- sensorik für das Trinkwassermanagement

KMU-innovativ: Nachhaltiges Wassermanagement

Um die Qualität von Wasser zu bestimmen, werden die Konzentrationen von verschiedenen Inhaltsstoffen und weitere Eigenschaften derzeit noch häufig im Labor untersucht. Punktuelle und zeitaufwändige Labortests können Qualitätsprobleme jedoch unter Umständen nur mit Verzögerung entdecken. Das Verbundprojekt High-Sense entwickelt einen kompakten optischen Trübungssensor, der bereits geringste Verunreinigungen in Trinkwasser zuverlässig aufspürt. Um die im Wasser vorhandenen Trübeilchen besser messen zu können, sollen Störeinflüsse wie Luftblasen, die Umgebungsbeleuchtung, Streulicht im Sensor und von Oberflächen im Messbereich minimiert werden. Dazu kombinieren und erproben die Forschenden verschiedene Techniken und Verfahren, um die Empfindlichkeit und Robustheit der Sensorik an den Bedarf der Wasserwirtschaft anzupassen.

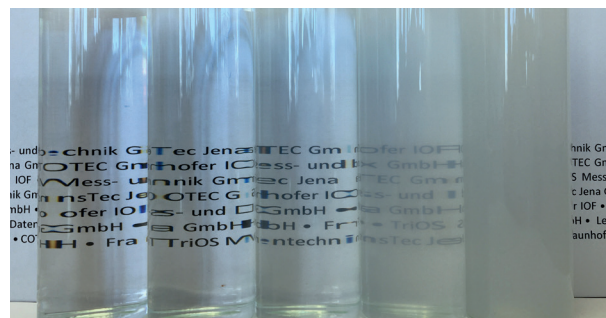
Kombinierter Ansatz

Flächendeckende Onlinemesssysteme sind zunehmend das Mittel der Wahl, um den wachsenden Anforderungen an die Überwachung der Wasserqualität gerecht zu werden. Hierbei spielt die Trübung von Trinkwasser eine wesentliche Rolle. Trübung entsteht, indem ungelöste Teilchen im Wasser eingestrahlt Licht streuen. Misst man, wie stark die Trübung ist, lässt sich hieran die Wasserqualität bereits einschätzen. Das Messprinzip beruht darauf, dass der Sensor gestreutes Licht an den Trübeilchen im Trinkwasser nachweist, während diese aktiv beleuchtet werden. Sind also keine Trübeilchen vorhanden, entsteht auch kein Streulicht.

Sensoren sind jedoch anfällig für Störsignale. Denn die Beleuchtung erzeugt auch weiteres Streulicht, beispielsweise von Luftblasen oder Oberflächen, die sich im Messbereich befinden. Gelingt es, diese Störsignale zu unterdrücken, können selbst geringste Trübungen gemessen werden. Hier setzt das Verbundprojekt High-Sense an: Um Störeinflüsse bei der Trübungsmessung zu eliminieren, entwickeln die Forschenden aufeinander abgestimmte Optikkomponenten und Oberflächenbeschichtungen. Dazu optimieren sie die Benetzungseigenschaften der Sensoroberflächen, konstruieren an das Medium Wasser angepasste schwarz absorbierende Oberflächenbeschichtungen und verbessern optische Komponenten zur Beleuchtung und Detektion.

Optik und Oberflächen

Mit den schwarzen Absorberschichten wollen die Projektbeteiligten streulichtarme und gleichzeitig funktionale Oberflächen zur Verfügung stellen, die störende Streulichtquellen weitestgehend unterdrücken können. Hierfür entwickeln sie ein maßgeschneidertes Schichtsystem, das mechanisch stabil genug für Unterwasseranwendungen ist sowie ein breites Wellenspektrum abdeckt. Um störende Streulichtsignale aus der Umgebungsbeleuchtung und durch interne Reflektionen im Sensor vom Messsignal der Trübeilchen zu entkoppeln, passen die Forschenden das Design des Sensors und der Linse an. Vorgesehen ist eine plan-konvexe Linse im Bereich des optischen Fensters. Luftblasenansammlungen sollen durch sogenannte chemische Grenzflächenmodifikation sowohl auf den optischen Fenstern des Sensors als auch auf den schwarzen



Trinkwasser mit unterschiedlicher Anzahl an Trübeilchen (0, 1, 20, 80, 400 FNU). Die Einheit FNU beruht auf einem Verfahren, in dem die Messgeräte mit der Substanz Formazin eingestellt werden, um vergleichbare Messwerte zu erhalten. Der erlaubte Grenzwert für Trinkwasser liegt bei 1 FNU.

Absorberschichten verhindert werden. Das bedeutet, dass die Benetzungseigenschaften der Oberflächen entsprechend verändert werden.

Die im Projekt entwickelten Neuerungen führen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in einem Demonstrator zusammen, den sie zunächst im Labor und später auch unter Realbedingungen in einem Wasserwerk bei der Trinkwasserüberwachung erproben.

Vom Wasserwerk zum Hausanschluss

Die Online-Überwachung von wässrigen Medien mit Sensoren ist aufgrund der immer strengeren Anforderungen insbesondere im Bereich der Trinkwasserqualität ein wachstumsstarker Zukunftsmarkt. Außerdem wird der Bedarf für eine Vernetzung und Onlinedatenerfassung von Umweltdaten im Sinne einer Smart City in Zukunft zu einer gesteigerten Nachfrage führen. Es ist daher absehbar, dass der Sensor nicht nur im Wasserwerk eingesetzt wird, sondern auch direkt am Hausanschluss, um das gesamte Leitungsnetz vom Erzeuger bis zum Verbraucher überwachen zu können.



Online Trinkwasserüberprüfung

Fördermaßnahme

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

Projekttitel

Hochsensitive optische Unterwassersensorik für das Trinkwassermanagement (High-Sense)

Laufzeit

01.08.2022 – 31.07.2024

Förderkennzeichen

02WQ1639A-D

Fördervolumen des Verbundprojektes

986.467 Euro

Kontakt

Karin Munderloh
TriOS Mess- und Datentechnik GmbH
Bürgermeister-Brötje-Straße 25
26180 Rastede
Telefon: +49 (0) 4402 69670-16
E-Mail: munderloh@trios.de

Projektpartner

COTEC GmbH, Karlstein a. Main
Fraunhofer IOF, Jena
LensTec Jena GmbH, Laasdorf bei Jena

Internet

trios.de

Herausgeber

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

Stand

März 2023

Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA)

Druck

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Bildnachweise

Vorder- und Rückseite: TriOS Mess- und Datentechnik GmbH



KAbit – Auf dem Weg zur kosteneffizienten, klimaneutralen und KI-gesteuerten Kläranlage der Zukunft

KMU-innovativ: Nachhaltiges Wassermanagement

Kläranlagen verursachen in verschiedenen Bereichen Treibhausgase. Zum einen entstehen diese indirekt, zum Beispiel durch den Stromverbrauch für die Belüftung. Zum anderen werden Treibhausgase direkt durch biologische Prozesse bei der Abwasserreinigung gebildet. Neben Methan handelt es sich hierbei insbesondere um Lachgas, das 300-mal klimaschädlicher als Kohlendioxid ist. An Lösungen, die Lachgas durch einen geschickten Betrieb der Kläranlagen reduzieren sollen, forscht das Verbundprojekt KAbit. Im Zentrum steht dabei die Entwicklung von KI-basierten Optimierungstools, die die prozessbedingten Treibhausgase bei gleicher Reinigungsleistung minimieren.

Vernetzung von Prozessmodellen, KI und Messtechnik

Kläranlagenbetreiber müssen eine zuverlässige Abwasserreinigung sicherstellen. Dabei achten sie zunehmend auch auf einen effizienten, ressourcenschonenden und möglichst emissionsarmen Betrieb. Denn insbesondere bei der biologischen Reinigung, die den Stickstoff im Abwasser so weit wie möglich eliminieren soll, entsteht unter anderem äußerst klimaschädliches Lachgas (N₂O).

Das Verbundprojekt KAbit zielt darauf ab, den Kläranlagenbetrieb mit Hilfe von künstlicher Intelligenz (KI) zu optimieren, sodass weniger Lachgas entsteht und gleichzeitig die Reinigungsleistung verbessert wird oder zumindest auf gleichem Niveau bleibt. Erreichen wollen die Beteiligten dies durch die Vernetzung von biochemischen Prozessmodellen und künstlicher Intelligenz mit erweiterter online Messtechnik. Durch die intelligente Nutzung der erfassten Daten zu Treibhausgasemissionen und Abwasserkonzentrationen können Messwerte prognostiziert, erweitert und auf Plausibilität geprüft werden. Mithilfe von selbstlernenden Algorithmen und digitalen Zwillingen von Kläranlagen sollen Optimierungsstrategien für eine verbesserte Klima- und Energieeffizienz ermittelt werden.

Treibhausgase und Abwasserkonzentration messen

Um Kläranlagen optimal steuern zu können, muss man zunächst die entstehende Gasmenge messen. Die Forschenden wollen dabei herausfinden, wie viel Lachgas in einem Klärbecken unter den jeweiligen Betriebsbedingungen entsteht. Dazu führen sie mehrere Messungen mit verschiedenen Verfahren durch, um das in der Umgebungsluft befindliche sowie das im Wasser gelöste Lachgas zu ermitteln.

Zur Erhebung der N₂O-Gesamtemissionen werden Lachgas-Sensoren direkt in den Belebungsbecken der Klärwerke Bochum-Ölbachtal und Sundern installiert, die im Projekt als Versuchsanlagen dienen. Um die Ergebnisse zu überprüfen, führen die Projektbeteiligten zusätzliche Messkampagnen für gasförmige Emissionen mit der sogenannten FTIR-Spektroskopie (kurz für Fourier-Transformations-Infrarot-Spektroskopie) durch. Bei den FTIR-Messungen handelt es sich um eine spezielle Form der Infrarotspektroskopie, die es ermöglicht, Lachgas und weitere Gase mithilfe von Wechselwirkungen mit Infrarotstrahlung über eine längere Strecke zu identifizieren und quantifizieren. Im Projekt KAbit werden Methan und Lachgas-Emissionen in der Gasphase sowohl über die gesamte Länge des Belebungsbeckens als auch punktuell gemessen. Zusätzlich werden noch weitere punktuelle Gasmessungen durchgeführt.

Zur Überwachung der Abwasserkonzentration installieren die Projektbeteiligten online Messsonden an den Testanlagen. Diese sollen bessere Daten am Zufluss und Abfluss der Kläranlagen liefern. Darüber hinaus werden neue Algorithmen entwickelt, die insbesondere niedrige Schadstoffkonzentrationen am Ablauf der Kläranlagen genauer bestimmen können.



Die Kläranlage Ölbachtal in Bochum mit der Größenklasse 5 ist eine der beiden ausgewählten Versuchsanlagen im Projekt KAbit.

Um die Qualität der gesammelten Gas- und Abwasserdaten zu vereinheitlichen, zu überprüfen und zu erweitern, bauen die Forschenden ein KI-basiertes Monitoring auf. Die intelligente Nutzung der Daten soll eine schnelle Abschätzung und Prognose von kostenintensiven Messgrößen ermöglichen. Danach werden die Daten in einem mathematischen Modell – einem sogenannten digitalen Zwilling der jeweiligen Kläranlage – verarbeitet. In Kombination mit selbstlernender KI-Algorithmen werden Strategien zur Betriebsoptimierung der Kläranlage ermittelt.

Übertragung auf die Praxis

Die automatisierte Messsensorik und Fernüberwachung, die künstliche Intelligenz zur Datenauswertung sowie der digitale Zwilling werden in einer auf der Kläranlage nutzbaren Toolbox zusammengeführt. Sie ermöglicht es, den realen Betrieb der Anlage in Echtzeit zu analysieren und im Hinblick auf reduzierte Treibhausgase und verbesserte Ablaufwerte zu optimieren. Die Praxistauglichkeit der Toolbox überprüfen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am Beispiel der Kläranlagen Ölbachtal und Sundern. Basierend auf den Ergebnissen entwickelt das KAbit-Projektteam ein Konzept für ein marktreifes Produkt, das auch auf anderen Kläranlagen sowie in weiteren Bereichen wie der Umweltüberwachung von Oberflächengewässern eingesetzt werden kann.



Belebungsbecken der zweiten Kläranlage (Größenklasse 4) in Sundern

Fördermaßnahme

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

Projekttitel

Auf dem Weg zur kosteneffizienten, klimaneutralen und KI-gesteuerten Kläranlage der Zukunft (KAbit)

Laufzeit

01.09.2022 – 31.08.2024

Förderkennzeichen

02WQ1648A-D

Fördervolumen des Verbundprojektes

741.748 Euro

Kontakt

Dr.-Ing. Henning Oppel
Okeanos Smart Data Solutions GmbH
Viktoriastraße 29
44787 Bochum
Telefon: +49 (0) 234/96641247
E-Mail: henning.oppel@okeanos.ai

Projektpartner

GO Systemelektronik GmbH, Kiel
Ruhr-Universität, Bochum
Ruhrverband, Essen

Internet

okeanos.ai/siwawi

Herausgeber

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

Stand

November 2023

Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA)

Druck

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Bildnachweise

Vorder- und Rückseite: Okeanos Smart Data Solutions GmbH



KiesVision – Fortschrittliche Sedimenterkennung und Datenfusion als Grundlage für eine optimierte Bewirtschaftung von Kiesgruben und Stauseen

KMU-innovativ: Nachhaltiges Wassermanagement

In vom Menschen beeinflussten und künstlichen Gewässern wie Stau- und Baggerseen lagern sich oft große Mengen an Sedimenten ab. Ursache hierfür ist der Rückhalt in Stauhaltungen oder das Rückleiten von sedimenthaltigen Waschwässern aus dem Sand- und Kiesabbau. Dadurch verlanden solche Gewässer und verlieren teilweise oder vollständig ihre Funktion. Bei der Gewässerbewirtschaftung rückt der Umgang mit Sedimenten daher immer stärker in den Fokus. Die Beteiligten des Verbundprojektes KiesVision entwickeln neuartige Erkundungsmethoden, die als Grundlage für einen intelligenten Abbau und eine nachhaltige Gewässerbewirtschaftung dienen.

Wissen entscheidet über Wirtschaftlichkeit

Die Nachfrage nach Sand und Kies ist aufgrund des anhaltenden Baubooms nach wie vor groß. Der Abbau dieser Rohstoffe steht oft im Konflikt mit den Belangen des Natur- und Gewässerschutzes. Die Erweiterungen bestehender Abbauflächen in Baggerseen oder die Erschließung neuer Sand- und Kiesvorkommen erfordern oft langwierige Genehmigungsverfahren oder sind möglicherweise überhaupt nicht durchführbar.

Eine Option ist, bereits bestehende Kiesgruben nach dem Prinzip „Tiefe vor Fläche“ länger ohne Erweiterung und damit nachhaltiger zu nutzen. Ob ein weiterer Abbau jedoch langfristig möglich und wirtschaftlich ist, hängt von der Restkiesmenge im Untergrund und deren Erschließbarkeit ab. Eine zuverlässige Ortung von tief im See liegenden Lagerstätten ist bislang fast unmöglich: Sie sind häufig von mächtigen Schichten aus feinen Schlammersedimenten überdeckt, die bei der Spülung der geförderten Rohstoffe anfallen und mit üblichen Mess- und Erkundungsmethoden nicht präzise kartiert werden können.

Auch Stauseen kämpfen mit den Folgen von Sedimentablagerungen: Da die Dämme den natürlichen Sedimenttransport der Flüsse einschränken, verlanden die künstlichen Gewässer nach und nach. Hieraus entstehen große Probleme für den Betrieb der Stauseen und damit für die Strom- und Wasserversorgung sowie den Hochwasserschutz. Wie bei Baggerseen ist der richtige Umgang mit Sedimenten, das heißt deren Gewinnung, Umlagerung oder Nutzung, entscheidend.

Ziel des Projektes KiesVision ist es, ein umweltschonendes und kosteneffizientes Sedimentmanagement auf Grundlage von neuen seismischen Erkundungsverfahren zu entwickeln. Dafür übertragen die Beteiligten Erfahrungen aus der Offshore Industrie auf die verhältnismäßig kleinen Baggerseen. Die mit seismischen Methoden gewonnenen Daten werden zusammengeführt und in ein digitales Untergrundmodell übertragen. Dieses erlaubt neben einer langfristigen Abbauplanung eine präzise und automatische Steuerung der Abbaukontrollanlage auf einem Bagger.

Neue Methoden für ein altes Problem

Die Entwicklung und Erprobung der neuen Methoden erfolgt in den Baggerseen Freistett und Niederrimsingen im Oberrheingraben. Um die kompakten Kieslagerstätten unterhalb der Schlammsschicht der Seen zu erkunden, nutzen die Forschenden erstmals spezielle seismische Geräte. Diese sogenannten UHRS (Ultra High Resolution Seismic) Systeme, die üblicherweise im Hochsee-Bereich zum Einsatz kommen, senden starke, niederfrequente Schallwellen



Das limknow-Team bei den Vorarbeiten auf dem Baggersee

aus. Da diese die Schlammschicht durchdringen, kann ein detailliertes akustisches Lagerstättenmodell erstellt werden, das die bisher üblichen terrestrischen Bohrungen in Ufernähe ergänzt. Zudem wird in KiesVision ein Verfahren zur hydroakustischen Klassifikation von Oberflächensedimenten entwickelt. Je nach Korngröße des Sedimentmaterials verändern sich die reflektierten akustischen Signale. Daraus lässt sich schließen, ob die Sedimentschichten aus Kies, Sand oder noch feineren Schlammteilchen bestehen und wie damit umgegangen werden kann. Die hydroakustische Klassifikation der Oberflächensedimente soll dabei automatisiert und möglichst autonom erfolgen, weshalb bei den Messkampagnen auch kleine Drohnen-Messboote zum Einsatz kommen.

Die gesammelten Sedimentinformationen und seismischen Daten sollen darüber hinaus mit KI-Methoden zusammengeführt werden, um quantitative und qualitative Aussagen über das Sediment zu ermöglichen. Als Ergebnis entsteht ein bestmöglich aufgelöstes Untergrundmodell, das in das digitale Abbaukontrollsystem von Baggern übertragen werden kann. Es unterstützt ein an Korngrößen angepasstes intelligentes Baggern und Entladen. Damit kann die Abbauplanung optimiert und langfristig der Abbaubetrieb automatisiert werden.

Für die Zukunft auch Stauseen im Blick

Neben der Erkundung für den optimierten langfristigen Kies- und Sandabbau sollen die Ergebnisse des Verbundprojektes KiesVision auch genutzt werden, um den laufenden Betrieb nachhaltiger zu gestalten. Wenn der Baggerbetrieb dem Material am Seegrund angepasst wird, kann viel Strom eingespart werden. Darüber hinaus sind die Ergebnisse auch auf das Sedimentmanagement in alpinen Stauseen übertragbar.



Beispiel der Modelloberfläche des digitalen Abbaukontrollsystems

Fördermaßnahme

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

Projekttitel

Fortschrittliche Sedimenterkennung und Datenfusion als Grundlage für eine optimierte Bewirtschaftung von Kiesgruben und Stauseen (KiesVision)

Laufzeit

01.08.2023 – 31.07.2025

Förderkennzeichen

02WQ1678A-C

Fördervolumen des Verbundprojektes

384.307 Euro

Kontakt

Dr. Stephan Hilgert
limknow GmbH & Co. KG
Dessauer Straße 3
76139 Karlsruhe
Telefon: +49 (0) 179 7754825
E-Mail: hilgert@limknow.de

Projektpartner

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Photogrammetrie und Fernerkundung (IPF), Karlsruhe
SPE GmbH & Co. KG, Hamburg

Internet

limknow.de/de/forschung/kiesvision

Herausgeber

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

Stand

November 2023

Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Druck

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Karlsruhe

Bildnachweise

Vorder- und Rückseite: limknow GmbH Co. KG



PREPARE – Entwicklung eines Technologiekonzeptes für die Behandlung industrieller Prozesswässer mittels eines photokatalytisch gestützten Niedertemperaturplasma-Prozesses

KMU-innovativ: Nachhaltiges Wassermanagement

Die Fertigung und Verarbeitung von Textilien verbraucht viel Wasser und erfordert häufig den Einsatz unterschiedlicher hochkonzentrierter Chemikalien. Für die Unternehmen bedeutet dies hohe Wasserkosten und eine aufwändige Abwasserbehandlung, da die Abwässer zum Teil mit langlebigen und giftigen Inhaltsstoffen belastet sind. Das Projektkonsortium von PREPARE entwickelt in Kooperation mit zwei Unternehmen aus der Textilindustrie ein neuartiges elektrochemisches Aufbereitungsverfahren, das ohne chemische Zusatzstoffe auskommt. Es zielt insbesondere auf schwer abbaubare organische Schadstoffe ab. Ziel ist es, die die perspektivisch steigenden Anforderungen an die Abwasserbeschaffenheit zu erfüllen oder bestenfalls die gereinigten Prozesswässer wiederzuverwenden.

Komplexe und variable Abwässer aufbereiten

In der Textilindustrie werden für das Herstellen und Veredeln von Fasern, Garnen, Geweben und sonstigen Textil-erzeugnissen große Mengen an Wasser und zahlreiche anorganische und organische Substanzen benötigt. Je nach Produkt variieren die Fasern und Verarbeitungsschritte und damit auch die Art, Menge und Zusammensetzung der Chemikalien. Darunter gibt es toxikologisch relevante Stoffe, die bei der Abwasserreinigung nicht vollständig entfernt werden und somit über Vorfluter in die Umwelt gelangen können. Zu nennen sind hier zum Beispiel bestimmte Azofarbstoffe mit krebserregenden Eigenschaften.

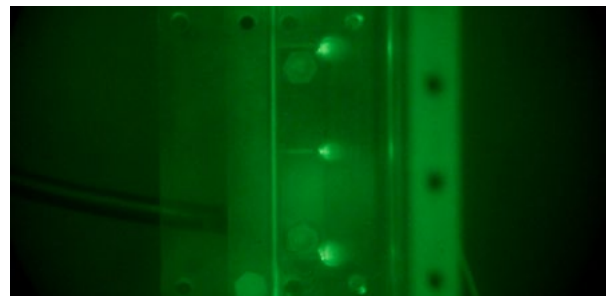
Damit Textilabwässer mit unterschiedlichen chemisch-physikalischen Eigenschaften in das öffentliche Kanalnetz eingeleitet werden können, werden sie in der Regel in der Betriebsstätte erstbehandelt. Um die Behandlung zu optimieren, entwickelt das PREPARE-Projekt ein neuartig kombiniertes oxidatives Verfahren.

Verfahren anpassen, optimieren und skalieren

Oxidative Verfahren setzen starke, sehr reaktionsfreudige und möglichst unselektiv wirksame Oxidationsmittel ein, um Stoffe chemisch zu verändern. Die Oxidationsmittel führen zur Aufspaltung von zwischenmolekularen Bindungen und damit zum Abbau komplexer organischer Moleküle in kleinere bioverfügbare Einzelteile, die oft weniger giftig sind.

Das PREPARE-Verfahren kombiniert zwei Prozesse zu einer neuartigen elektrochemischen Oxidation. Zunächst wird das zu behandelnde Wasser mit Luft vermischt über ein Elektrodensystem geführt. In diesem Bereich werden extrem kurze Hochspannungsimpulse angelegt, sodass die im elektrischen Feld beschleunigten Elektronen mit den Wasser- und Luftmolekülen zusammenstoßen. Hierbei werden Ionen gebildet und lawinenartig weitere Elektronen freigesetzt. Es bildet sich ein sogenanntes Niedertemperaturplasma aus. In der Folge entstehen unter anderem sauerstoffhaltige Verbindungen mit ungepaarten Elektronen (Radikale). Diese sind stark oxidativ und reagieren sehr schnell mit einer Vielzahl von Wasserinhaltsstoffen. So können schwer abbaubare organische Verbindungen umfassend in ungefährliche Substanzen wie Kohlendioxid und Wasser umgesetzt werden.

Die Impulstechnologie wird im zweiten Schritt mit einer Photokatalyse kombiniert. Der Begriff Photokatalyse



Aufnahme von Hochspannungsimpulsentladungen an einem Elektrodensystem mit dazwischenliegender dielektrischer Barriere

umschreibt ein Wirkungsprinzip, bei dem eine Substanz („Katalysator“) durch Licht („Photo“) dazu angeregt wird, eine chemische Reaktion auszulösen und dabei nicht verbraucht wird. Bei diesem Aufbereitungsschritt wird die photokatalytisch aktive Substanz in den Bereich des elektrischen Feldes integriert. Das bei dem Niedertemperaturplasma abgegebene UV-Licht bewirkt, dass sich an der Grenzfläche zwischen Photokatalysator und Wasser-Luft-Gemisch Radikale bilden. Diese tragen zum weitergehenden Abbau der Abwasserschadstoffe bei. Dieser Aufbereitungsschritt stellt den Kern des Verfahrens dar.

Die Wirksamkeit hängt wesentlich von der Aufenthaltszeit des Wassers im elektrischen Feld, der elektrischen Leitfähigkeit des Wassers, der Elektrodenkonfiguration, der Hochspannungsimpulsformung, der Energie der Impulse und des Zusammenwirkens des Photokatalysators mit dem erzeugten Lichtwellenspektrum ab. Um die einzelnen Faktoren optimal aufeinander abzustimmen, untersucht das PREPARE-Team diese zunächst an einem kleinen Versuchstand. Darauf aufbauend konzipieren und bauen die Beteiligten eine Demonstratoranlage im anwendungsorientierten Maßstab. Damit wollen sie die Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit des Verfahrens nachweisen und seine weitere Skalierbarkeit bewerten.



Die elektrotechnischen Komponenten werden an einem kleinen Versuchstand getestet und weiterentwickelt.

Vielseitige Einsatzmöglichkeiten

Im Erfolgsfall soll das im Projekt entwickelte photokatalytisch gestützte Impulsverfahren nach Abschluss als marktfähiges Produkt zur Verfügung stehen. Betriebe könnten dann ihre Prozessabwässer kostengünstig reinigen und gleichzeitig die steigenden Anforderungen an die Wasser-aufbereitung erfüllen. Das Verfahren ist für eine Vielzahl von Betrieben, vor allem im Bereich der Textilindustrie, der Papier-, Zellstoff- und Nahrungsmittelindustrie, aber auch in der chemischen Industrie, interessant.

Fördermaßnahme

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

Projekttitel

Entwicklung eines Technologiekonzeptes für die Behandlung industrieller Prozesswässer mittels eines photokatalytisch gestützten Niedertemperaturplasma-Prozesses (PREPARE)

Laufzeit

01.08.2022 – 31.01.2025

Förderkennzeichen

02WQ1600A-D

Fördervolumen des Verbundprojektes

1.186.962 Euro

Kontakt

Dipl.-Hydrol. Stefan Schönekerl
PICON GmbH
Glashütter Straße 101
01189 Dresden
Telefon: +49 (0) 351 21185 33
E-Mail: sst@picon-ingenieur.de

Projektpartner

Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS, Dresden
GBS Elektronik GmbH, Radeberg
TU Dresden – Institut für Elektrische Energieversorgung und Hochspannungstechnik und Professur für Verfahrenstechnik in Hydrosystemen, Dresden

Internet

picon-ingenieur.de

Herausgeber

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

Stand

November 2023

Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA)

Druck

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Bildnachweise

Vorderseite: TU Dresden-IEEH
Rückseite: GBS/PICON GmbH

bmbf.de



SolWaAg – Innovatives und hocheffizientes solares Wasserrückgewinnungssystem zur Reduzierung des Wasserbedarfs bei der Bewässerung von Kulturpflanzen in der Agrarwirtschaft

KMU-innovativ: Nachhaltiges Wassermanagement

Die weltweit stetig wachsende Nachfrage nach immer verfügbaren Nahrungsmitteln führt in vielen Anbaugebieten mittlerweile zu großen Problemen in der Grundwasserversorgung. Das Verbundprojekt SolWaAg entwickelt ein Konzept zur Rückgewinnung von Wasser im Gewächshausanbau, das das eingesetzte Gießwasser so gut wie möglich nutzt und gleichzeitig wenig Energie benötigt. Hierbei kommen neuartige Materialien zum Einsatz: sogenannte Zeolithe. Das sind hoch poröse Feststoffe, die sehr gut Wasser aufnehmen und wieder abgeben können. Mit ihnen soll es möglich sein, mindestens 80 Prozent des über den Boden und die Blätter der Kulturpflanzen verdunsteten Wassers zurückzugewinnen.

Wasser aus der Umgebungsluft nutzen

Eine effiziente Kreislaufführung ist unerlässlich, um die stetig wachsende Nachfrage nach Nahrungsmitteln mit möglichst wenig negativen Folgen für die Umwelt zu befriedigen. Bereits jetzt haben große Anbaugebiete, beispielsweise in Südeuropa und Amerika, oft mit großflächigen Absenkungen des Grundwasserspiegels zu kämpfen, die eine Folge des hohen Wasserbedarfs sind. Damit verbunden ist eine fortschreitende Wüstenbildung und teilweise Versalzung des Grundwassers. Aber auch in Mitteleuropa spielt ein verantwortungsvoller Umgang mit Wasser aufgrund von zunehmenden Extremwetterereignissen wie Dürren eine immer wichtigere Rolle.

Kulturen wie Tomaten, Gurken, Salate und Kräuter werden in Gewächshäusern zwar oft bereits mit spezialisierten technischen Lösungen wie Bodenschläuchen für bodennahe Kulturen oder halbhoher Tröpfchenbewässerung bewässert. Aufgrund der hohen Verdunstungsraten über Blätter und Boden geht dennoch ein erheblicher Anteil von circa 80 Prozent des eingesetzten Gießwassers verloren. Diese Mengen an Wasser werden trotz automatisierten temperatur- und feuchtegesteuerten Lüftungen ungenutzt an die Umgebung abgegeben. Die Beteiligten des Verbundprojektes SolWaAg wollen das in der Luft von Gewächshäusern enthaltene Wasser mithilfe spezieller wasseraufsaugender Materialien physikalisch abtrennen und zurückgewinnen.

Poren und Kanäle

Das Prinzip funktioniert so: Wassermoleküle aus der Luft werden zunächst an einem Sorptionsmaterial – einem hochporösen Feststoff – gebunden (adsorbiert) und anschließend mit Wärme schlagartig ausgetrieben (desorbiert). In dem warmen Luftstrom, der bei der Desorption aus dem Sorptionsmaterial austritt, stellt sich somit ein sehr viel höherer Wassergehalt gegenüber der Umgebungsluft ein. Aufgrund der so erhöhten Taupunkttemperatur kann das dampfförmige Wasser durch Kühlung ohne zusätzlichen elektrischen Energieaufwand, ähnlich den Wassertropfen an einem kalten Getränkeglas im Sommer, kondensiert und somit aufgefangen werden. Die benötigte Desorptionstemperatur der Luft erzeugen die Forschenden durch speziell entwickelte Solarluftkollektoren mit Vakuumröhren direkt. Somit benötigen sie weder ein zusätzliches Wärmeträgerfluid noch einen zusätzlichen Wärmeüberträger. Als Sorptionsmaterial kommen im SolWaAg-Konzept innovative Zeolithmaterialien zum Einsatz.



Der Anbau von Gemüse benötigt große Mengen an Wasser.

Zeolithe sind kristalline Minerale aus der Gruppe der Silikate. Sie besitzen mikroporöse Gerüststrukturen, die man sich als Schwamm vorstellen kann. Durch ihre Poren und Kanäle besitzen sie eine große innere Oberfläche, die ihnen ermöglicht, zahlreiche Stoffe aufzusaugen und zu binden. Diese Materialien sind vollkommen frei von Schadstoffen und zeichnen sich durch ihre hervorragenden Wasseraufnahme- und Abgabefähigkeiten sowie ihre Langzeitstabilität aus.

Das Material mit den für das SolWaAG-Konzept besten Eigenschaften (De- und Adsorptionsfähigkeit von Wasser, Langzeitstabilität, Schadstofffreiheit, Korrosivität, Kosten, etc.) identifizieren die Projektbeteiligten durch verschiedene Versuche. Ihr Ziel ist es, mit der solaren Wasserrückgewinnung mindestens 80 Prozent des über den Boden und die Blätter der Kulturpflanzen verdunsteten Wassers im Gewächshaus zurückzugewinnen.

Verantwortungsvolle Landwirtschaft und mehr

Das im Projekt SolWaAG entwickelte System schont die Grundwasserreserven in doppelter Hinsicht: Zum einen muss generell weniger Wasser entnommen werden. Auf der anderen Seite werden deutlich weniger Schadstoffe ins Grundwasser gespült, da dem aus der Umgebungsluft generierten, zunächst mineralfreien, Gießwasser ganz gezielte Mengen an Mineralien oder Pflanzenschutzmitteln beigemischt werden können.

Die Projektpartner haben für das System auch weitere Branchen außerhalb der Landwirtschaft im Blick. So besteht beispielsweise auch in gewerblichen und industriellen Bereichen mit hohem Wasserverbrauch – etwa der Galvanik, bei Molkereien oder in Lackieranlagen – Interesse an neuen und regenerativen Energiekonzepten für Wärme, Trocknung und Wasserrückgewinnung.



Die benötigte Prozesswärme wird mittels innovativer Vakuumröhren-Solarluftkollektoren bereitgestellt.

Fördermaßnahme

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

Projekttitel

Innovatives und hocheffizientes solares Wasserrückgewinnungssystem zur Reduzierung des Wasserbedarfs bei der Bewässerung von Kulturpflanzen in der Agrarwirtschaft (SolWaAg)

Laufzeit

01.10.2022 – 30.09.2024

Förderkennzeichen

02WQ1645A-B

Fördervolumen des Verbundprojektes

462.465 Euro

Kontakt

Dipl.-Ing. (FH) Holger Weinkötz
airwasol GmbH & Co. KG
In der Kühweid 17
76661 Philippsburg
Telefon: +49 (0) 7256 938 919-0
E-Mail: info@airwasol.de

Projektpartner

Universität Stuttgart, Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE), Stuttgart

Internet

airwasol.de

Herausgeber

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

Stand

März 2023

Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA)

Druck

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Bildnachweise

Vorder- und Rückseite: airwasol GmbH & Co. KG



TwinOptPRO – Digitale Technologien und Plattform für die Prognose und Betriebsoptimierung von Trinkwasserversorgungssystemen

KMU-innovativ: Nachhaltiges Wassermanagement

Auf die Trinkwasserversorgung in Deutschland und weltweit kommen durch den Klimawandel enorme Herausforderungen zu. So steht generell weniger Rohwasser zur Verfügung, die jahreszeitlichen Schwankungen und Trockenphasen sind stärker ausgeprägt. Außerdem erfordert das im Pariser Abkommen definierte Ziel der Klimaneutralität drastische Energieeinsparungen in allen Sektoren. Um die Wasserversorgung für diese Herausforderungen zu rüsten, entwickeln die Beteiligten des Verbundvorhabens TwinOptPRO eine digitale Plattform, mit deren Hilfe Unternehmen ihre Trinkwasseraufbereitung und Bewirtschaftung von Speicherbehältern optimieren können. Die Plattform vereint unterschiedliche Prognosemodelle mit Simulations- und Optimierungsmodulen.

Umfassend und digital

Pumpen und Anlagen der Trinkwasserversorgung zur Wassergewinnung, -aufbereitung und -verteilung zählen zu den großen Energieverbrauchern. Um die Klimaschutzziele zu erreichen, stehen Wasserversorgungsunternehmen daher zunehmend unter Innovationsdruck. Hierbei spielt die Digitalisierung eine entscheidende Rolle. Bislang ist der Digitalisierungsgrad in der Wasserwirtschaft noch vergleichsweise gering.

Ziel des Verbundprojektes TwinOptPRO ist die Entwicklung einer digitalen Plattform, die Wasserversorger beim nachhaltigen und energieoptimierten Betrieb des Trinkwassernetzes unterstützt. Die Plattform vereint ein echtzeitfähiges Simulationsmodell mit Prognosewerkzeugen und mathematischen Optimierungsverfahren. Sie prognostiziert die kurzfristige Verfügbarkeit von Wasser an den unterschiedlichen Einspeisepunkten und den Wasserverbrauch unter Berücksichtigung der vorhandenen Stromkapazitäten, vor allem aus erneuerbaren Energien. Darauf aufbauend berechnet sie optimierte Fahrpläne für die Steuerung der Pumpen und Anlagen. Darüber hinaus soll die Plattform auch für eine bedarfsgerechte Wasseraufbereitung und damit Minimierung des Einsatzes von Chemikalien sorgen. Getestet und bewertet wird die Neuentwicklung für das Trinkwassernetz und die zahlreichen Hochbehälter der Wasserversorgung in der mittelbadischen Stadt Bühl.

Weniger Chemikalien, geringerer Energiebedarf

Die digitale Plattform wird im Projekt TwinOptPRO beispielhaft anhand von zwei Anwendungen erprobt. Ein entscheidender Optimierungsfaktor bei der Trinkwasserproduktion ist zum einen, wieviel Quellwasser zur Verfügung steht und wie hoch der Anteil von zugesetztem Grundwasser ist. Quell- und Grundwasser haben eine sehr unterschiedliche chemische Zusammensetzung und Härte. Vor der Mischung beider Wässer wird das Grundwasser mit Membrantechnik enthärtet. Die Membranen müssen regelmäßig mit Chemikalien gereinigt werden. Mit einer guten Prognose der Wassermenge, die aus einer Quelle austritt – die sogenannte Quellschüttung – kann die Grundwasserförderung und damit auch Enthärtung genauer geplant werden. Eines der Projektziele ist daher, eine Quellschüttungsprognose auf Basis eines hydrologischen Modells für einen Zeitraum von circa 24 Stunden zu geben. Dies schützt die Umwelt durch verringerten Chemikalieneinsatz und spart erhebliche Betriebskosten.



Pumpen fördern Grundwasser in die Speicherbehälter.

Auch unter energetischen Gesichtspunkten ist es wichtig, möglichst viel verfügbares Quellwasser für die Versorgung zu nutzen. Denn es verursacht im Gegensatz zu Grundwasser keine oder wesentlich geringere Pumpkosten. Mit einer Prognose über den Wasserbedarf der Verbraucher und der Verfügbarkeitsprognosen der Quellen kann der Energieeinsatz für die Wasserproduktion so gesteuert werden, dass nur noch die im jeweiligen Zeitintervall tatsächlich gebrauchte Menge an Wasser aufbereitet und verteilt wird.

Um die Produktion und Verteilung von Trinkwasser noch nachhaltiger zu gestalten, wollen die Forschenden zusätzlich den Einsatz erneuerbarer Energien maximieren. Dazu müssen die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien bzw. die Stromkapazitäten auf der Marktseite und die Stromnutzung von Seiten des Wasserversorgungssystems besser koordiniert werden. Eine zentrale Rolle spielt dabei die optimierte Bewirtschaftung der Speicherbehälter. Durch die Anbindung der Plattform an die Stromhandelsmärkte können die Stunden für den Pumpbetrieb genutzt werden, in denen überschüssige elektrische Energie aus Erneuerbare-Energien-Anlagen zur Verfügung steht. Dies verringert die Kosten und den Ausstoß klimaschädlicher Gase. Noch höher fallen die Einsparungen aus, wenn zusätzlich der Anteil der regenerativen Energien aus Eigenproduktion der Stadtwerke erhöht wird.

Eine wirtschaftliche Lösung

Zu Ablauf des Verbundvorhabens TwinOptPRO soll erstmals der Prototyp einer zentralen Plattform zur Verfügung stehen, die Messdaten, Simulationsmodell, Optimierungs-Tools und bedienfreundliche Nutzeroberflächen vereint. Die Plattform kann auch schon bei mittelgroßen Wasserversorgungsunternehmen wirtschaftlich für verschiedene Aufgaben eingesetzt werden. So bietet etwa der energieoptimierte Betrieb von Trinkwasserversorgungsnetzen große Einsparmöglichkeiten: Mit einem angepassten Pumpenbetrieb zur Behälterbewirtschaftung können die Energiekosten verschiedenen Untersuchungen zufolge um bis zu 16 Prozent, in Einzelfällen auch deutlich darüber, gesenkt werden. Als weiterer positiver Nebeneffekte wird das Stromnetz durch die Abnahme von Regelenergie stabilisiert.

Fördermaßnahme

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

Projekttitle

Digitale Technologien und Plattform für die Prognose und Betriebsoptimierung von Trinkwasserversorgungs-Systemen (TwinOptPRO)

Laufzeit

01.10.2022 – 31.03.2025

Förderkennzeichen

02WQ1646A-C

Fördervolumen des Verbundprojektes

996.400 Euro

Kontakt

Dr.-Ing. Jochen Deuerlein
3S Consult GmbH
Albtalstraße 13
76137 Karlsruhe
Telefon: +49-(0)721-20397-521
E-Mail: deuerlein@3sconsult.de

Projektpartner

Fraunhofer IOSB, Karlsruhe
geoSYS - Dresen und Bonte GbR, Berlin

Internet

3sconsult.de/twinoptpro

Herausgeber

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

Stand

März 2023

Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA)

Druck

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Bildnachweis

3S Consult GmbH



UVPHON – Innovative Verfahrenskombination aus Naturfaservlies, UV-LED und Photooxidation zur Wasserreinigung im Re-Use-Prozess

KMU-innovativ: Nachhaltiges Wassermanagement

In Deutschland werden landwirtschaftliche Flächen in der Regel mit Grundwasser bewässert. Viele Regionen in Deutschland verzeichnen jedoch sinkende Grundwasserstände. Daher rücken alternative Wasserressourcen zunehmend in den Fokus. Im Rahmen des Projekts UVPHON soll ein Desinfektionsverfahren mit LED-Strahlung so weiterentwickelt werden, dass es Abwasser effizient und in hoher Qualität für eine landwirtschaftliche Bewässerung oder den Einsatz in Aquakulturen aufbereitet.

Den Wasserkreislauf erweitern

Infolge des Klimawandels und langanhaltender regionaler Dürreperioden in Deutschland sinken die Grundwasserstände in einigen Gebieten vor allem in Norden und Osten zunehmend. Zugleich müssen landwirtschaftliche Flächen häufiger bewässert werden. Da hierfür keine Trinkwasserqualität vorgeschrieben ist, rücken alternative Wasserressourcen wie aufbereitetes Abwasser zunehmend in den Fokus.

Voraussetzung dafür ist, dass das Abwasser mit weitergehenden Verfahren aufbereitet wird. Mit üblichen Reinigungsverfahren können Kläranlagen Abwässer so weit behandeln, dass sie sicher zurück in die Natur, meist nahegelegene Flüsse, eingeleitet werden können. Dieser Ablauf ist allerdings häufig noch stark mit Krankheitserregern belastet. Um das Wasser sicher in Kontakt mit Lebensmitteln bringen zu können, ist eine Desinfektion unverzichtbar. Dafür werden beispielsweise UV-Lampen eingesetzt, die die Keime abtöten. Häufig sind dies bislang Quecksilber-UV-Strahler. Aus ökologischen Gründen könnten diese künftig jedoch verboten werden. Eine Alternative sind UV-Lampen mit Leuchtdioden (LED). Deren Nachteil ist, dass sie gegenüber Quecksilber deutlich teurer sind. Zudem funktioniert die Desinfektion mit UV-Strahlung grundsätzlich nur schlecht in Wässern mit vielen Trübstoffen, da diese das Licht absorbieren.

Das Verbundprojekt UVPHON zielt auf eine Weiterentwicklung der UV-LED-Technologie, die künftig auch eine Behandlung von komplexeren Wässern zulässt. Dafür kombinieren sie die UV-Desinfektion erstmals mit neu-

artigen Filtern zur Vorbehandlung des Wassers und einer photokatalytischen Oxidation für den Abbau gelöster organischer Kohlenstoffverbindungen.

Effiziente Verfahrenskombination

Um das Wasser für die Desinfektion optimal vorzubereiten, setzen die Projektbeteiligten neuentwickelte Textilfilter aus nachwachsenden ökologischen Materialien wie Hanf, Flachs oder Wolle ein. Sie sollen das Wasser von Schwebstoffen befreien, die die Strahlung blockieren könnten. Bisherige Filter sind zumeist aus Kunststoffen hergestellt, die nach der Nutzung nicht mehr oder sehr schwer recyclebar sind. Die Nutzung natürlicher Materi-



Im Projekt hergestelltes Filterelement aus Schafswolle



alien ermöglicht es, dass die Filter samt der Schwebstoffe biologisch abgebaut werden können.

Hinzu kommen im Anschluss zwei weitere Verfahren: UV-A Strahlung löst mithilfe des Halbleiters Titandioxid eine Oxidationsreaktion aus – man spricht von photokatalytischer Oxidation. Im Wasser bilden sich sehr reaktionsfreudige Hydroxylradikale. Das sind Moleküle, die sehr schnell mit sämtlichen Fremdstoffen reagieren und diese zersetzen. Damit werden gelöste organische Bestandteile aus dem Wasser entfernt, die die desinfizierende Strahlung ebenfalls absorbieren und damit schwächen würden. Folglich wird durch die photokatalytische Oxidation die Effizienz der für die Desinfektion eingesetzten UV-C-Strahlung erhöht. Da LEDs im Vergleich zu Quecksilber-Niederdrucklampen nicht warmlaufen müssen, kann das Wasser mithilfe eines intelligenten Steuersystems bedarfsgerecht bestrahlt werden. Gekoppelte online-Sensoren ermitteln die Wasserqualität und schalten die LEDs nur dann an, wenn sie benötigt werden. Insgesamt kann durch diese Technik im Vergleich zu bisherigen Desinfektionsverfahren Energie eingespart werden.

Das Projektteam erprobt das Verfahren in einer Pilotanlage zur Behandlung von Aquakulturwässern und gereinigter kommunaler Abwässer. Diese wird vor Ort in einer Kläranlage und einer Fischzucht eingesetzt. Damit ermitteln die Forschenden die Bedingungen für einen sicheren und effektiven Langzeitbetrieb der UV-LED basierten Wasserdesinfektion. Auf dieser Basis soll im nächsten Schritt ein marktreifes Produkt entwickelt werden.

Wachstumsmarkt UV-Desinfektion

Die Vorteile des UV-LED Desinfektionsverfahrens könnten mit der im Projekt UVPHON entwickelten kombinierten Technologie samt intelligenter Steuerung erstmalig in den Zukunftsfelder Abwasserwiederverwendung und Aquakultur eingesetzt werden. In Regionen wie Südeuropa existiert jetzt schon ein hoher Bedarf an gereinigtem Abwasser zur landwirtschaftlichen Bewässerung. Und die Aquakultur ist der mit Abstand am schnellsten wachsende Lebensmittelproduktionssektor überhaupt. Die Nachfrage nach nachhaltigen und effizienten Technologien zur Desinfektion ist daher sehr groß und steigt weiter. Schätzungen zufolge soll der globale Markt für die UV-Desinfektion in den kommenden Jahren um jährlich 19 Prozent wachsen. Daraus ergeben sich große Marktchancen für die an UVPHON beteiligten Unternehmen und Institutionen.

Fördermaßnahme

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

Projekttitel

Innovative Verfahrenskombination aus Naturfaservlies, UV-LED und Photooxidation zur Wasserreinigung im Re-Use-Prozess (UVPHON)

Laufzeit

01.04.2023 – 31.03.2025

Förderkennzeichen

02WQ1647A-B

Fördervolumen des Verbundprojektes

381.042 Euro

Kontakt

Andreas Lammer
HydroTec Gesellschaft für ökologische Verfahrenstechnik mbH
Roland-Dorschner-Straße 5
95100 Selb
Telefon: +49 9287 80064-0
E-Mail: info@hydrotec-selb.com

Projektpartner

Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hof,
Institut für Wasser- und Energiemanagement, Hof

Internet

hydrotec-selb.com

Herausgeber

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

Stand

Dezember 2023

Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA)

Druck

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Bildnachweis

HydroTec