

# Wassertechnologien: Wiederverwendung (WavE II)

Wasser ist der Schlüssel für eine nachhaltige Entwicklung. Allerdings wird Wasser in vielen Regionen der Erde immer knapper. Eine wachsende Weltbevölkerung, stark zunehmende industrielle und landwirtschaftliche Aktivitäten sowie eine beschleunigte Urbanisierung erhöhen global den Bedarf. Darüber hinaus führt der Klimawandel zu häufigeren und extremeren Wetterereignissen wie Hitzewellen oder Starkregenfällen, sodass auch bisher nicht betroffenen Regionen Wasserstress droht. Selbst in Deutschland haben starke Trockenperioden in den vergangenen Jahren regional zu Ernteausfällen geführt. Um den steigenden Wasserbedarf von Industrie, Landwirtschaft und Haushalten auch in Zukunft zu decken, spielt das Schließen von Wasserkreisläufen durch Wiederverwendung eine zentrale Rolle.

Vor diesem Hintergrund hat das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die Förderrichtlinie Wassertechnologien: Wiederverwendung (WavE II) auf den Weg gebracht. Ziel ist es, innovative Technologien, Betriebskonzepte und Managementstrategien zur Wasserwiederverwendung und Entsalzung zu entwickeln, die die Wasserverfügbarkeit nachhaltig erhöhen. 13 Verbundprojekte sind Anfang 2021 gestartet. Sie forschen in drei Themenfeldern: Nutzung von aufbereitetem kommunalem Abwasser, Kreislaufführung in der Industrie sowie Aufbereitung von salzhaltigem Grund- und Oberflächenwasser.

WavE II trägt dazu bei, die UN-Nachhaltigkeitsziele zu erreichen sowie europäische Vorgaben zur Wasserwiederverwendung umzusetzen. Die Fördermaßnahme baut auf der 2020 abgeschlossenen Initiative WavE (Zukunftsfähige Technologien und Konzepte zur Erhöhung der Wasserverfügbarkeit durch Wasserwiederverwendung und Entsalzung) auf. WavE II ist Teil der BMBF-Strategie Forschung für Nachhaltigkeit (FONA).

Das Vernetzungs- und Transfervorhaben Trans-WavEplus begleitet die Verbundprojekte fachlich, vernetzt sie themenübergreifend intern und nach außen und unterstützt den Ergebnistransfer in die Praxis auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene. Das Augenmerk liegt dabei auf anwendungsorientierten Lösungen für die Wasserwiederverwendung, die technische Herausforderungen, wirtschaftliche Anforderungen sowie gesellschaftliche und organisatorische Randbedingungen adressieren.

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten werden von einem Lenkungskreis unterstützt. Ihm gehören neben den Koordinatorinnen und Koordinatoren der Verbände auch externe Fachleute aus der wasserwirtschaftlichen Praxis an. Der Lenkungskreis ist die Schnittstelle zwischen Forschung und Praxis und dient dem direkten Wissens- und Informationsaustausch sowie dem Ergebnistransfer.

## Wassertechnologien: Wiederverwendung (WavE II)

### Laufzeit der Fördermaßnahme

01.02.2021- 30.09.2024

### Ansprechpartner beim BMBF

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

### Ansprechpartner beim Projektträger

Dr.-Ing. Markus Delay; Dr. Daniel Jost  
Projektträger Karlsruhe (PTKA)  
E-Mail: markus.delay@kit.edu; daniel.jost@kit.edu

### Internet

bmbf-wave.de

### Kontakt zum Vernetzungs- und Transfervorhaben TransWavEplus

### Koordination

Dr. Thomas Track  
DECHEMA e.V.  
E-Mail: thomas.track@dechema.de

### Herausgeber

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

### Stand

April 2022

### Text

Projektträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

### Redaktion und Gestaltung

Projektträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

### Druck

BMBF

### Bildnachweise

PTKA

**bmbf.de**

## WavE II-Verbundprojekte und ihre Standorte (nach Themenfeldern)



### Kommunales Abwasser

- ① FlexTreat
- ② HypoWave+
- ③ Nutzwasser
- ④ PU<sub>2</sub>R

### Kreislaufführung Industrie

- ⑤ FITWAS
- ⑥ Med-zeroSolvent
- ⑦ NERA
- ⑧ ReWaMem
- ⑨ RIKovery
- ⑩ WEISS\_4PN

### Entsalzung

- ⑪ HaSiMem
- ⑫ innovatION
- ⑬ SULFAMOS



# FITWAS – Wiederverwendung von Filterspülwässern aus der Grundwasseraufbereitung zur Sicherung der Trinkwasserversorgung

## Wassertechnologien: Wiederverwendung (Wave II)

**In den heißen Sommern 2018 bis 2020 haben viele Wasserwerke in Deutschland an der Grenze ihrer Kapazitäten gearbeitet, um den deutlich gestiegenen Trinkwasserbedarf zu decken. Zudem verzeichnen Städte und Gemeinden mit wachsenden Einwohnerzahlen und neuen Gewerbeansiedlungen einen dauerhaft höheren Bedarf. Viele Wasserversorger benötigen daher zusätzliches Rohwasser, aus dem sie Trinkwasser gewinnen können. Die Genehmigung neuer Wasserrechte ist jedoch langwierig und der Bau neuer Brunnen teuer. Die Beteiligten des Verbundprojektes FITWAS prüfen eine weitere Option: Sie untersuchen die Wiederverwendung von Spülwasser, das im Filterprozess der Trinkwasserproduktion anfällt. Mithilfe von Membranfiltration wollen sie diese Wässer möglichst energieeffizient und kostengünstig rückgewinnen.**

### Neue Trinkwasserressourcen erschließen

Trinkwasser wird in Deutschland zu über 60 Prozent aus Grundwasser gewonnen. Die Aufbereitung erfolgt meistens mithilfe einer naturnahen Filtration, die Eisen und Mangan aus dem Rohwasser entfernt. Dabei entsteht eisenhaltiger Schlamm, der regelmäßig aus den Filtern gespült werden muss. Das anfallende Spülwasser wird in Becken oder Teichen aufgefangen. Dort setzt sich der Schlamm ab und wird anschließend abhängig von seiner Zusammensetzung entweder entsorgt oder verwertet. Das klare Wasser leiten die Wasserwerke in nahegelegene Bäche oder Flüsse ein.

Mit dem Filterspülwasser gehen so zwischen einem und vier Prozent des geförderten Grundwassers für die Trinkwasserversorgung verloren. Der Prozentanteil wirkt zunächst nicht groß. Doch ein mittelgroßes Wasserwerk produziert etwa eine Million Kubikmeter Trinkwasser pro Jahr. Daher könnten große Mengen Wasser eingespart werden, wenn ein Teil des Spülwassers zur Trinkwasserproduktion verwendet würde.



Absetzbecken für Spülwasser: Der Schlamm setzt sich am Boden ab, hier nach Wasserabzug gut sichtbar.

Hier setzt das Verbundprojekt FITWAS an: Die Beteiligten wollen zusätzliche Trinkwasserressourcen erschließen, indem sie praxistaugliche Membranfilterverfahren für die Wiederverwendung von Filterspülwässern aus der Grundwasseraufbereitung entwickeln. Zudem forschen sie nach sinnvollen Verwertungsmöglichkeiten für den Filterschlamm.

### Welches Verfahren eignet sich am besten?

Es hat bereits einige Versuche gegeben, Filterspülwässer mit Membranfiltration aufzubereiten. Genutzt werden dafür feinporige Ultrafiltrationsmembranen, die eine mikrobiologisch einwandfreie Wasserqualität erreichen. Dieses Spülwasser eignet sich für die Trinkwasseraufbereitung. Wegen der verhältnismäßig hohen Kosten und technischer Probleme hat sich die Rückgewinnung des Spülwassers bislang nicht durchgesetzt. Durch die steigende Nachfrage nach Rohwasser und Fortschritte bei den Filtrationstechnologien könnte sich eine Aufbereitung für die Wasserwerke zukünftig jedoch lohnen. FITWAS erforscht daher, welche Art der Membranfiltration kostengünstig ist und wie sich technische Probleme vermeiden lassen.

Das Projektteam untersucht dazu zunächst im Labor verschiedene Verfahrenskonzepte (Filtration mit Hilfe von Druck oder Unterdruck), unterschiedliche Modulformen und Membranmaterialien und vergleicht sie mit konventionellen Aufbereitungstechnologien wie der Sandfiltration. Bei den Materialien gilt das Interesse der Forschenden auch keramischen Membranen. Diese sind eine neuere

Entwicklung und werden erstmals für die Aufbereitung von Filterspülwässern genutzt. Die Keramikmembranen können voraussichtlich mit weniger Energie und somit kostengünstiger betrieben werden. Sie sind auch für hohe Wassertemperaturen geeignet, was Vorteile für den Export in wärmere Länder hat. Außerdem erwartet das Verbundteam eine höhere Betriebsstabilität.

Nach der Laborphase finden Praxisversuche in vier Wasserwerken statt. Hier sollen Betriebsparameter und Reinigungsstrategien für den stabilen, energieeffizienten Betrieb der Membranfiltration erarbeitet werden. Sie dienen als Basis für den späteren Bau von großtechnischen Anlagen. Parallel untersucht FITWAS, ob die Membranfiltration auch Vorteile für die Verwertung des Filterschlammes bringt – der Schlamm liegt nämlich in reinerer Form vor als nach dem Absetzen in Becken oder Teichen. Wird der Schlamm weiter aufbereitet, könnte er bei entsprechender Qualität zum Beispiel in der Trinkwasseraufbereitung, der Land- und Forstwirtschaft, zur Biogaserzeugung oder in der Ziegeleiindustrie zum Einsatz kommen.

Die Wiederverwendung des Spülwassers und die Verwertung des Filterschlammes müssen auch rechtlich geklärt sein. Erforderliche Rahmenbedingungen hinsichtlich der Qualität des Wassers – insbesondere mikrobiologisch – und des Schlammes – vor allem in Bezug auf Schwermetallgehalte – stimmt das Verbundprojekt unter anderem im direkten Austausch mit Gesundheitsämtern, Landes- und Bundesbehörden sowie in verschiedenen institutionellen Gremien ab.

### Konkrete Hinweise für Wasserwerke

Die Ergebnisse aus dem Projekt sollen in einem Leitfaden für Wasserwerke münden. Er informiert darüber, welches Membranverfahren unter welchen Randbedingungen vorteilhaft für die Wiederverwendung von Spülwasser ist. Berücksichtigt werden dabei auch Anforderungen für den Einsatz im Ausland, sodass sich Exportchancen für deutsche Anbieter von Wassertechnologie ergeben.



Eine Spülwasserprobe vor und nach der Membranfiltration

#### Fördermaßnahme

Wassertechnologien: Wiederverwendung (WavE II)

#### Projekttitel

Wiederverwendung von Filterspülwässern aus der Grundwasseraufbereitung zur Sicherung der Trinkwasserversorgung (FITWAS)

#### Laufzeit

01.02.2021 – 31.01.2024

#### Förderkennzeichen

02WV1565A-F

#### Fördervolumen des Verbundprojektes

1.054.000 Euro

#### Kontakt

Dr.-Ing. Barbara Wendler  
 DVGW-Forschungsstelle TUHH  
 Am Schwarzenberg-Campus 3  
 21073 Hamburg  
 Telefon: +49 (0) 40 42878 3918  
 E-Mail: barbara.wendler@tuhh.de

#### Projektpartner

CERAFILTEC Germany GmbH Blue Filtration,  
 Saarbrücken  
 Hamburger Wasserwerke GmbH, Hamburg  
 Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband, Brake  
 PHL Substratkontor GmbH & Co. KG, Friesoythe  
 Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau

#### Internet

[tuhh.de/www/fitwas](http://tuhh.de/www/fitwas)

#### Herausgeber

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

#### Stand

April 2022

#### Text

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

#### Redaktion und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

#### Druck

BMBF

#### Bildnachweise

Vorderseite: Hamburg Wasser  
 Rückseite: DVGW-Forschungsstelle TUHH

[bmbf.de](http://bmbf.de)

# FlexTreat – Flexible und zuverlässige Konzepte für eine nachhaltige Wasserwiederverwendung in der Landwirtschaft

## Wassertechnologien: Wiederverwendung (WavE II)

**Nicht nur weltweit, sondern auch in Deutschland sind verschiedene Regionen immer häufiger von Dürren betroffen. Die Folgen des prognostizierten Klimawandels machen insbesondere der Landwirtschaft stark zu schaffen. Bisherige Ansätze zur Wasserbewirtschaftung müssen daher überdacht werden. Potenzial steckt beispielsweise im kommunalen Abwasser. Ziel des Verbundvorhabens FlexTreat ist es, flexible technische und naturnahe Aufbereitungssysteme zu entwickeln, die eine sichere Wiederverwendung von gereinigtem Abwasser in der Landwirtschaft ermöglichen.**

### Einwandfrei sauberes Wasser für Felder

Aktuell wird in Deutschland nur ein sehr geringer Anteil des insgesamt geförderten Wassers für die landwirtschaftliche Bewässerung genutzt. In Regionen, die besonders von Trockenheit betroffen sind, könnte der Bewässerungsbedarf jedoch künftig deutlich steigen. Das Thema Abwasserrückgewinnung gewinnt daher auch hierzulande an Bedeutung. Mögliche Risiken sollen durch weitergehende Behandlungsverfahren minimiert werden.

Auf EU-Ebene schreibt eine Verordnung seit Dezember 2019 Mindestanforderungen für die Wiederverwendung von Abwässern vor. Um diese zu erfüllen, müssen konventionelle Abwasseraufbereitungsverfahren oft nur geringfügig erweitert bzw. abgeändert werden. Das Verbundprojekt FlexTreat testet die Wirksamkeit solcher neuartigen weitergehenden Aufbereitungsmethoden in Bezug auf ein breites Spektrum von physikalischen, chemischen und mikrobiologischen Wasserqualitätsparametern. Dabei betrachten die Beteiligten aus Gründen des Grundwasserschutzes und der Lebensmittelsicherheit auch das Wiederverkeimungspotenzial, Antibiotikaresistenzen und sogenannte Spurenstoffe – unerwünschte synthetische Substanzen, die in sehr niedrigen Konzentrationen im Wasser gelöst sind.

Im Fokus stehen vier Verfahrenskombinationen, die bei der Abwasserbehandlung zusätzlich zum konventionellen Klärprozess zum Einsatz kommen. Dabei werden auch neue Methoden der computergesteuerten Prozessüberwachung angewandt und weiterentwickelt. So sollen auch anspruchsvolle Qualitätsziele wie eine uneingeschränkte Eignung des aufbereiteten Abwassers für sämtliche Bewässerungszwecke jederzeit gewährleistet werden können.



Kreiselberegung eines Feldes: Weitergehend behandeltes Abwasser kann in Zukunft als alternative Ressource zur Bewässerung in der Landwirtschaft genutzt werden.

### Flexible High- und Low-Tech Lösungen

Die Forschenden untersuchen und vergleichen die unterschiedlichen Verfahrenskombinationen zur weitergehenden Abwasseraufbereitung an vier Standorten im halb- bzw. großtechnischen Maßstab. Betrachtet werden dabei folgende Technologien: Zugabe von Ozon als Oxidationsmittel (Ozonung), Schnellfiltration, Desinfektion mit UV-Licht, Bodenfilter, Aktivkohle-Adsorption, Ultrafiltration, Pflanzenkläranlagen sowie die Desinfektion mittels innovativer Elektrochlorung. Die Verfahrenskombinationen berücksichtigen sowohl High-Tech Anwendungen (Ozonung und Aktivkohleadsorption + Membranfiltration), als auch weniger technisch aufwändige Lösungen (Retentionsbodenfilter und Pflanzenkläranlage). Letztere sind auch für ländlich gelegene Regionen geeignet, in denen die Infrastruktur eine High-Tech Anlage nicht zulässt.

Damit sind die Untersuchungen nicht nur für den Standort Deutschland relevant, sondern liefern darüber hinaus auch

Erkenntnisse für potenzielle Absatzmärkte im Mittelmeerraum oder im Mittleren Osten. Die Übertragbarkeit der Technologien auf diese Märkte überprüfen die Forschenden anhand von Fallstudien, die sie unter anderem in Spanien, Ägypten und Bahrain durchführen.

Der Einsatz digitaler Technologien soll dazu beitragen, die Wirksamkeit der neuen Verfahren im Hinblick auf das breite Spektrum an Qualitätsparametern zu optimieren. Erprobt werden zum Beispiel neue Methoden der computergesteuerten Prozessüberwachung, die Onlinemesstechnik mit moderner Datenauswertung (online-Simulation, maschinelles Lernen, digitaler Zwilling) koppeln. Dadurch wird der Betrieb der Aufbereitungsanlagen optimal an spezifische Anforderungen zu Wassermenge und -qualität angepasst und somit aufbereitetes Abwasser erzeugt, das sicher wiederverwendet werden kann.

Darüber hinaus wollen die Projektbeteiligten einen Bewertungsansatz für die Auswahl geeigneter Verfahrenskombinationen in der späteren Praxis entwickeln; er berücksichtigt neben der anzustrebenden Wasserqualität auch mögliche Gesundheitsrisiken, wie robust die entwickelten Systeme sind sowie ökonomische und ökologische Aspekte.

### Verwertungspotenzial fördern

Obwohl die Wiederverwendung von gereinigtem Abwasser international schon vielfach Praxis ist, hemmen unter anderem unklare rechtliche Rahmenbedingungen und mangelnde Akzeptanz bislang ihren Einsatz in Deutschland. Die FlexTreat-Beteiligten fassen die Ergebnisse des Verbundprojekts daher in einem kompakten Leitfaden zusammen. Er soll zum einen praktische Empfehlungen zu Aufbereitungsverfahren sowie zum Potenzial von digitalen Technologien in der Wasserwiederverwendung und zum Risikomanagement geben. Darüber hinaus greift er auch Fragen des rechtlichen Rahmens und der Akzeptanz der Wasserwiederverwendung auf. Ziel ist es, Grundlagen für den sicheren Einsatz von aufbereitetem Abwasser für die landwirtschaftliche Bewässerung in Deutschland zu schaffen und die nationale Umsetzung der europäischen Vorgaben voranzutreiben.

**Fördermaßnahme**

Wassertechnologien: Wiederverwendung (WavE II)

**Projekttitel**

Flexible und zuverlässige Konzepte für eine nachhaltige Wasserwiederverwendung in der Landwirtschaft (FlexTreat)

**Laufzeit**

01.02.2021 – 31.01.2024

**Förderkennzeichen**

02WV1561A-L

**Fördervolumen des Verbundprojektes**

2.880.000 Euro

**Kontakt**

Dr.-Ing. Benedikt Aumeier  
Institut für Siedlungswasserwirtschaft (ISA) RWTH Aachen  
Mies-van-der-Rohe-Straße 1  
52074 Aachen  
Telefon: +49 241 80 23551  
E-Mail: aumeier@isa.rwth-aachen.de

**Projektpartner**

Abwasserverband Braunschweig, Wendeburg  
Analytik Jena AG, Jena  
AUTARCON GmbH, Kassel  
Bundesanstalt für Gewässerkunde, Koblenz  
Erftverband, Bergheim  
IHPH - Uniklinikum Bonn, Bonn  
inge GmbH / DuPont Water Solutions, Greifenberg  
Kompetenzzentrum Wasser Berlin, Berlin  
p2m berlin GmbH, Berlin  
PEGASYS Gesellschaft für Automation und  
Datensysteme mbH, Meschede  
Xylem Services GmbH, Herford

**Internet**

flextrat.de

**Herausgeber**

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

**Stand**

April 2022

**Text**

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

**Redaktion und Gestaltung**

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

**Druck**

BMBF

**Bildnachweise**

Abwasserverband Braunschweig

# HaSiMem – Wasserrückgewinnung aus Haldensickerwässern auf der Basis von Membrandestillationsprozessen und Kopplung mit Kristallisation

## Wassertechnologien: Wiederverwendung (Wave II)

Zur Gewinnung von Trinkwasser wird weltweit Meerwasser im großen Stil entsalzt. Andere salzhaltige Wässer, beispielsweise aus dem Bergbau, bleiben dagegen bislang als Ressource ungenutzt. Damit gehen enorme Wassermengen und die darin gelösten Salze für eine wirtschaftliche Verwertung verloren. Das Verbundprojekt HaSiMem will mit einer neuartigen Membrandestillationsanlage Sickerwässer aus Abraumhalden des Kalibergbaus wirtschaftlich und umweltfreundlich aufbereiten. Ziel ist es, schädliche Salzeinträge in Gewässer wesentlich zu senken, Prozesswasser wiederzuverwenden und marktfähige Salze zu gewinnen.

### Gekoppeltes Aufbereitungsverfahren

Derzeit fallen jährlich mehr als 2,5 Millionen Kubikmeter salzhaltige Sickerwässer aus Rückstandshalden in Deutschland an. Sie werden überwiegend durch Einleitung in Gewässer entsorgt. Rein technisch stehen mit Verfahren wie der Umkehrosmose und Verdampfung zwar etablierte Methoden zur Verfügung, um Wasser und Feststoffe zurückzugewinnen. Sie sind jedoch für konzentrierte Salzlösungen nicht wirtschaftlich. Das Potenzial der Haldensickerwässer als Ressource bleibt so ungenutzt; zudem belasten die Salzeinleitungen die Gewässer. Sinnvolle technische Lösungen, die Wasser und Salze zu vertretbaren Kosten und umweltfreundlich wiedergewinnen, könnten dies ändern.

Das Verbundprojekt HaSiMem erprobt ein gekoppeltes Aufbereitungsverfahren für Haldensickerwässer auf Basis einer Membrandestillation mit anschließender Kristallisation. Das entsalzte Wasser soll problemlos in Gewässer eingeleitet oder im Kreislauf für innerbetriebliche Prozesse geführt werden. Die Produktion marktfähiger Salze, zum Beispiel Natriumchlorid (NaCl) in Industriequalität oder als Auftausalz, soll die Wirtschaftlichkeit des Verfahrens weiter steigern.

### Verfahren und Membranmodule weiterentwickeln

Die Membrandestillation (MD) gehört zu den thermischen Trennverfahren. Sie eignet sich auch für hochkonzentrierte Salzlösungen mit hohen osmotischen Drücken. In der heißen Salzlösung entsteht Wasserdampf; dieser passiert die Membran und kondensiert auf der gegenüberliegen-

den Seite, der sogenannten Permeatseite. Im Gegensatz zur konventionellen Membranfiltration müssen keine hohen Drücke aufgebracht werden. Die MD ist insbesondere zur Behandlung von salzhaltigen Abwässern, die ohnehin bei hohen Temperaturen anfallen, ein vielversprechender Ansatz. Bislang existieren aber weder ein für die Anforderungen von Haldensickerwässern angepasstes Verfahren noch geeignete Membranmodule. Um aus den Sickerwässern verwertbare Salze oder Salzlösungen und destilliertes Wasser zu gewinnen, entwickelt das HaSiMem-Team einen optimierten Gesamtprozess aus Membrandestillation und Kristallisation.

Als mögliche Materialien für die Membranen kommen Kunststoff und Keramik in Betracht. Beide Membrantypen werden in HaSiMem in Bezug auf ihre Haltbarkeit und die erzielte Destillatmenge getestet und für Haldensickerwasser optimiert. Für die Membrandestillationsmodule stellt insbesondere die hohe Salzkonzentration der Lösungen eine große Herausforderung dar; es muss vermieden werden, dass eine unkontrollierte Kristallisation von Salzen die Membranen schädigt. Die Salze sollen erst im anschließenden Verfahrensschritt außerhalb des Moduls



Rohrförmige Membranen unterschiedlicher Geometrie für Filtrationsanwendungen

durch gezielte Übersättigung auskristallisieren. Bei Haldenlösungen erfolgt dies nicht direkt, sondern in einem Zwischenschritt durch Vermischen mit der bereits konzentrierten Lösung und Absenken der Temperatur. Die Forschenden erarbeiten die erforderlichen Mengenverhältnisse und Temperaturen für die Kristallisation.

Das neue Verfahren erprobt das HaSiMem-Team an verschiedenen Standorten der Projektpartner in einer mobilen Pilotanlage. Sie soll eine Verdampfungsleistung von bis zu 30 Litern Kondensat pro Stunde erzielen. Anschließend wird das Verfahren nach technischen und ökonomischen Aspekten bewertet. Es soll vergleichbar energieeffizient wie konventionelle Verfahren – beispielsweise eine zweistufige technische Eindampfung – arbeiten und dabei geringere Investitions- und Betriebskosten verursachen. Im Erfolgsfall nutzen die Forschenden die Ergebnisse der Pilotanlage für den Bau und Betrieb einer Demonstrationsanlage mit einer durchschnittlichen Wasserverdampfungsleistung von mindestens 1000 Litern je Stunde.

### Projekt mit Modellcharakter

Sinnvolle technische Lösungen zur Aufbereitung salzbelasteter Wässer sind nicht nur in Deutschland, sondern weltweit gefragt, um der Wasserknappheit entgegenzuwirken und die Wasserverfügbarkeit zu verbessern. Daraus ergeben sich Chancen für deutsche Technikanbieter. Das Projekt hat Modellcharakter; zudem können die zu entwickelnden neuen Membranen und Verfahren auch auf andere Standorte der chemischen Industrie, in denen natriumchloridhaltige Abwässer anfallen, übertragen werden. Damit leistet das Projekt einen wichtigen Beitrag, um aktuellen umweltrelevanten und überregionalen Herausforderungen zu begegnen.

#### Fördermaßnahme

Wassertechnologien: Wiederverwendung (WavE II)

#### Projekttitel

Wasserrückgewinnung aus Haldensickerwässern auf der Basis von Membrandestillationsprozessen und Kopplung mit Kristallisation – HaSiMem

#### Laufzeit

01.02.2021 – 31.01.2024

#### Förderkennzeichen

02WV1571A-D

#### Fördervolumen des Verbundprojektes

1.824.967 Euro

#### Kontakt

Dipl.-Ing. Agustín Garrido  
K-UTECH AG Salt Technologies  
Am Petersenschacht 7  
99706 Sondershausen  
Telefon: +49 (0) 3632 6100  
E-Mail: [agustin.garrido@k-utec.de](mailto:agustin.garrido@k-utec.de)

#### Projektpartner

Fraunhofer Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS), Hermsdorf  
K+S Aktiengesellschaft, Kassel  
LMBV mbH Kali-Spat-Erz, Sondershausen  
SolarSpring GmbH, Freiburg

#### Internet

[hasimem.de](http://hasimem.de)

#### Herausgeber

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

#### Stand

April 2022

#### Text

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

#### Redaktion und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

#### Druck

BMBF

#### Bildnachweise

Fraunhofer IKTS

[bmbf.de](http://bmbf.de)





# HypoWave+ – Implementierung eines hydroponischen Systems als nachhaltige Innovation zur ressourceneffizienten landwirtschaftlichen Wasserverwendung

## Wassertechnologien: Wiederverwendung (WavE II)

Die Landwirtschaft ist weltweit immer stärker auf Bewässerung angewiesen. Ertragreiche Ernten sind auch in Deutschland aufgrund von Hitzeperioden und trockenen Böden keine Selbstverständlichkeit mehr. Neue, wassersparende Anbauverfahren gewinnen daher an Bedeutung. Das BMBF-Forschungsprojekt HypoWave hat erfolgreich ein neuartiges Konzept für die Gemüseproduktion mit wiederaufbereitetem kommunalem Abwasser entwickelt. Im Nachfolgevorhaben HypoWave+ wird das Verfahren erstmals im großen Maßstab in die Praxis übertragen und wissenschaftlich begleitet. Ziel ist es, mit dem HypoWave-Konzept nachhaltig regionales Gemüse von hoher Qualität zu erzeugen. Dabei spielen insbesondere Fragen zum Qualitätsmanagement und der Marktfähigkeit des Verfahrens eine Rolle.

### Vom Labor in die Praxis

Das Vorgängerprojekt HypoWave hat ein wassersparendes Konzept für die Landwirtschaft entwickelt, das speziell aufbereitetes Abwasser für die Pflanzenproduktion in sogenannten „hydroponischen Systemen“ verwendet. Hydroponisch heißt: Die Pflanzen wurzeln nicht in der Erde, sondern in Röhren, durch die Nährstofflösungen fließen. Das neue HypoWave-Verfahren bietet eine Alternative zur Bewässerung mit Trink- und Grundwasser. Zudem erhalten die Pflanzen lebenswichtige Nährstoffe, wie zum Beispiel Stickstoff und Phosphor aus dem recycelten Wasser. Das System wurde im niedersächsischen Wolfsburg-Hattorf erfolgreich im Pilotmaßstab erprobt.

In HypoWave+ geht es darum, die Erfahrungen mit dem wassereffizienten Verfahren auf der Basis von recyceltem Wasser in den großtechnischen Maßstab zu überführen und wissenschaftlich zu begleiten. Die Projektbeteiligten planen gemeinsam mit niedersächsischen Landwirten auf einer ein Hektar großen Fläche in Weißenberge bei Gifhorn die Produktion von bis zu 700 Tonnen Tomaten und Paprika unter Glas. Ziel ist es, zahlreiche Innovationen im wissenschaftlich-technischen aber auch gesellschaftlichen Bereich zu erarbeiten.

### Alternativ bewässertes Gemüse aus dem Supermarkt

Das Abwasser für die hydroponische Gemüseproduktion stammt aus Teichkläranlagen. Um daraus ein hochwer-

tiges und hygienisch einwandfreies Bewässerungswasser zu erzeugen, setzt das Verbundteam unter anderem einen neuartigen Aktivkohle-Biofilter ein. Er beseitigt gezielt Rückstände von künstlichen organischen Substanzen – Spurenstoffe genannt. Keime werden nachfolgend mit einer Kombination aus Sandfilter und UV-Desinfektion entfernt.



Einblick in das HypoWave-Konzept in seiner Pilotierungsphase in Wolfsburg-Hattorf

Ein an die Bedürfnisse der Pflanzen angepasstes Nährstoffmanagement, das Inhaltsstoffe aus dem Abwasser verwertet, sorgt für die bedarfsgerechte Düngung. Die Nutzpflanzen dienen so auch als zusätzliche Reinigungsstufe in der Abwasseraufbereitung.

Zudem setzt das Verbundprojekt künstliche Intelligenz in Form eines Sensorik-, Datenverarbeitungs- und Steuerungssystems ein. Ein weitgehend automatisierter Betrieb bei der Wasseraufbereitung sowie der Wasserzufuhr und -versorgung für die hydroponische Anlage ermöglicht

es, fortlaufend Daten zu erheben. Diese werden von der selbstlernenden Steuerung zur Verbesserung der Abläufe genutzt. Auch können mögliche Probleme bei der Wasseraufbereitung sofort erkannt werden.

Die Akzeptanz des neuen Systems will HypoWave+ mit einem übergreifenden Qualitätsmanagement steigern. Es umfasst alle Stufen von der Wasseraufbereitung über die Nahrungsmittelproduktion bis zum Verkauf des Gemüses und berücksichtigt dabei rechtliche Vorschriften wie beispielsweise die neue EU-Verordnung zur Wasserwiederverwendung. Wie marktfähig die hydroponische Gemüseproduktion ist, soll in einem Reallabor getestet werden, das die unterschiedlichen am Prozess beteiligten Akteure wie Abwasserentsorger, Pflanzenbau, Logistik, Einzelhandel und Konsumierende vernetzt. Unter realistischen, sozio-ökonomischen Bedingungen wird das Gemüse durch ein neu gegründetes landwirtschaftliches Start-up vermarktet und über den regionalen Lebensmittelhandel bis auf eine kurze Winterpause ganzjährig vertrieben.

### Von Weißenberge in die Welt

Ziel von HypoWave+ ist es, eine integrierte Systemlösung zur regionalen Gemüseproduktion zu entwickeln, die nicht nur in Weißenberge, sondern auch an anderen Standorten und unter veränderten Bedingungen funktioniert. Aufgrund des fortschreitenden Klimawandels kann der regionale wasserschonende und ganzjährig im Gewächshaus mögliche Gemüseanbau zu einer echten Option für Landwirte werden. Gleichzeitig besteht großes Interesse seitens des Einzelhandels an regional hydroponisch erzeugtem Gemüse wie etwa Gurken, Tomaten und Paprika. In der Kopplung zwischen Wasseraufbereitung und landwirtschaftlicher Produktion ergibt sich somit ein neues Geschäftsfeld, das deutschen Unternehmen große Chancen bietet, gerade auch für den Export.



Verschiedene Akteure aus der Praxis besichtigen das Hypo-Wave-Gewächshaus in seiner Pilotierungsphase

#### Fördermaßnahme

Wassertechnologien: Wiederverwendung (WavE II)

#### Projekttitel

Implementierung eines hydroponischen Systems als nachhaltige Innovation zur ressourceneffizienten landwirtschaftlichen Wasserwiederverwendung (HypoWave+)

#### Laufzeit

02.2021 - 01.2024

#### Förderkennzeichen

02WV1562A-K

#### Fördervolumen des Verbundprojektes

2.770.000 Euro

#### Kontakt

Prof. Dr.-Ing. habil. Thomas Dockhorn  
Institut für Siedlungswasserwirtschaft  
Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig  
Pockelsstraße 2a  
38106 Braunschweig  
Tel. +49 531/391-7937  
E-Mail: t.dockhorn@tu-bs.de

#### Projektpartner

Abwasserverband Braunschweig, Braunschweig  
Ankermann GmbH & Co. KG, Meine  
aquatune GmbH, a Xylem brand, Hahnstätten  
Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB, Stuttgart  
Huber SE, Berching  
INTEGAR – Institut für Technologien im Gartenbau GmbH, Dresden  
ISOE – Institut für sozial-ökologische Forschung, Frankfurt am Main  
ISEBauern GmbH & Co. KG, Wahrenholz  
Universität Hohenheim, Stuttgart  
Wasserverband Gifhorn, Gifhorn

#### Internet

hypowave-plus.de

#### Herausgeber

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

#### Stand

April 2022

#### Text

Projekttträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

#### Redaktion und Gestaltung

Projekttträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

#### Druck

BMBF

#### Bildnachweise

Vorderseite: Paul Mieke  
Rückseite: ISOE

**bmbf.de**



# innovatION – Selektive Entfernung monovalenter Ionen aus salzhaltigen Wässern für die Grundwasseranreicherung und Trinkwasseraufbereitung

## Wassertechnologien: Wiederverwendung (Wave II)

Der Bedarf an Süßwasser steigt weltweit stetig an, während gleichzeitig die Qualität und Quantität vorhandener Ressourcen sinkt. Unter anderem sind Grund- und Oberflächengewässer von Versalzung betroffen, das heißt sie enthalten erhöhte Konzentrationen verschiedener ein- und mehrfach geladener Ionen. Um salzhaltige Wässer für die Gewinnung von Trinkwasser oder zur Grundwasseranreicherung wieder nutzbar zu machen, werden sie häufig vollständig entsalzt. Eine nachhaltige Alternative entwickelt das Verbundprojekt innovatION mit einer energieeffizienten Technologie, die gezielt nur einfach geladene Ionen aus salzhaltigem Grund- und Oberflächenwasser herausfiltert. Sie basiert auf einem membrangestützten elektrochemischen Verfahren.

### Nicht alles muss raus

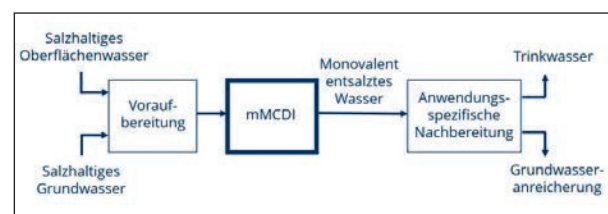
Aufgrund des global ansteigenden Wasserbedarfs und der sinkenden zur Verfügung stehenden Süßwasserressourcen besteht ein weltweites Interesse an effizienten Entsalzungsverfahren. Süßwasser, das vom Meer oder von geogenen, also natürlichen, im Untergrund vorkommenden Salzvorkommen beeinflusst wird, weist unter anderem erhöhte Konzentrationen an Natrium und Chlorid auf. Zusätzlich gelangt vor allem über die landwirtschaftliche Düngung Nitrat ins Grundwasser.

Zur Entsalzung werden derzeit oft Membranverfahren eingesetzt, die viel Energie benötigen. Sie entsalzen Wässer weitestgehend vollständig und unterscheiden meist nicht, welche Salze zurückgehalten werden. Sinnvoll ist dies jedoch nicht: Eine Teilentsalzung, die nur die einfach geladenen Ionen der Salze, wie beispielsweise Natrium, Chlorid und Nitrat, entfernt, wäre ausreichend. Ein entsprechendes selektives Verfahren entwickelt das Verbundprojekt innovatION, das verschiedene Partner aus Forschung, Industrie und Praxis zusammenbringt. Grundlage ist eine elektrochemische Entsalzungs-technologie, die sogenannte membrangestützte Kapazitive Deionisation (MCDI).

### Energieeffiziente Entsalzungs-technologie

Für die Entsalzung von leicht salzhaltigen Wässern, die eine weitaus geringere Salzkonzentration als Meerwasser aufweisen, eignen sich neben Membranverfahren auch elektrochemische Verfahren, wie die MCDI. Dabei lagern

sich die geladenen Ionen in einem elektrischen Feld an kapazitiven, das heißt ladungsspeichernden, Elektroden an und werden dadurch aus dem Wasser entfernt. Der Vorgang benötigt nur eine geringe elektrische Spannung und verbraucht daher wenig Energie. Direkt vor oder an den Elektroden angebrachte Ionenaustauschermembranen lassen nur positiv oder negativ geladene Ionen zu den jeweiligen Elektroden passieren.



Prinzip eines Verfahrens mit mMCDI zur direkten Aufbereitung salzhaltiger Wässer

Das innovatION-Team entwickelt das Verfahren weiter, um gezielt nur einfach geladene Ionen zu entfernen. Den spezifischen Rückhalt sollen neuartige Elektroden und Ionenaustauschermembranen gewährleisten. An der Oberfläche der Elektroden stehen im Vergleich zur konventionellen MCDI mehr Anlagerungsplätze für einfach geladene Ionen zur Verfügung. Mehrfach geladene Ionen, wie zum Beispiel Calcium und Magnesium, die dem Wasser nach einer konventionellen Vollentsalzung wieder hinzugefügt werden müssten, verbleiben somit im Wasser. Die für die monovalente MCDI (mMCDI) notwendigen Elektroden und selektiven Membranen werden innerhalb von innovatION entwickelt und in neukonstruierten Modulen für den Einsatz in Labor- und Pilotanlagen verbaut.

## Nachhaltigkeit mitgedacht

Im Labor führen die Projektbeteiligten Entsalzungsversuche für unterschiedliche Wasserqualitäten und Aufbereitungsziele durch, um den optimalen Einsatzbereich der mMCDI zu identifizieren. Unterstützt werden Entwicklung und Betrieb der Technologie durch computergestützte Modellierungen und Simulationen. Eine weitgehende Automatisierung und digitale Umsetzung vereinfacht die Prozesssteuerung.

Die gewonnenen Erkenntnisse der Laborversuchsanlage nutzen die Forschenden für den Bau einer Pilotanlage, die sie an zwei Standorten in Deutschland testen. Dabei wird auf der Nordseeinsel Langeoog Natrium und Chlorid und im niedersächsischen Nienburg/Weser Nitrat aus dem Grundwasser entfernt. Zusätzlich ergänzen die Projektbeteiligten die Pilotversuche auf Langeoog durch Modellierungen und Simulationen, um Grundwasser anzureichern. Eine ökologische und ökonomische Nachhaltigkeitsbewertung begleitet das Projekt; so können auch die Nachhaltigkeitsziele der UN von vorneherein in Handlungsempfehlungen zur neuentwickelten Technologie eingebunden werden.

Die Ergebnisse des Verbundprojektes innovatION tragen dazu bei, Wasserressourcen nachhaltig zu bewirtschaften und so den Trinkwasserbedarf zu decken. National gewonnene Erfahrungen lassen sich auch international übertragen und die Technologie weltweit anwenden. Zum Abschluss des Projektes sollen marktfähige Produkte wie Membranen und Module zur Verfügung stehen.



Die selektive mMCDI-Technologie wird unter anderem in Laborversuchsanlagen erprobt

### Fördermaßnahme

Wassertechnologien: Wiederverwendung (WavE II)

### Projekttitel

Selektive Entfernung monovalenter Ionen aus salzhaltigen Wässern für die Grundwasseranreicherung und Trinkwasseraufbereitung (innovatION)

### Laufzeit

01.02.2021 – 31.01.2024

### Förderkennzeichen

02WV1572A-H

### Fördervolumen des Verbundprojektes

2.198.846 Euro

### Kontakt

Prof. Dr.-Ing. André Lerch  
Technische Universität Dresden  
Professur für Verfahrenstechnik in Hydrosystemen  
Tel.: +(49) 351 463-37537  
E-Mail: andre.lerch@tu-dresden.de

### Projektpartner

Technische Universität Dresden, Professur für BWL, Dresden  
Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, AG Hydrogeologie und Landschaftswasserhaushalt, Oldenburg  
FUMATECH BWT GmbH, Bietigheim-Bissingen  
DEUKUM GmbH, Frickenhausen  
elkoplan staiger GmbH, Nürtingen  
Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband, Brake  
Kreisverband für Wasserwirtschaft Nienburg, Nienburg/Weser

### Internet

innovat-ion.de

### Herausgeber

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

### Stand

April 2022

### Text

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

### Redaktion und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

### Druck

BMBF

### Bildnachweise

Vorderseite: TU Dresden  
Rückseite: DEUKUM GmbH



# Med-zeroSolvent – Neue Wege im medizintechnischen Wassermanagement

## Wassertechnologien: Wiederverwendung (WavE II)

In Dialysegeräten, die bei der Nierenersatztherapie eingesetzt werden, sorgen als Dialysatoren bezeichnete Filter für die Reinigung des Blutes. Die Dialysatoren bestehen aus Membranen. Bei ihrer Herstellung fallen lösungsmittelhaltige Abwässer an, die zum Teil unter hohem Energieaufwand in externen Behandlungsanlagen entsorgt werden – eine Belastung für die Umwelt. Das Verbundprojekt Med-zeroSolvent entwickelt ein Behandlungsverfahren, um solche Abwässer umweltfreundlich und energieeffizient direkt am Ort ihrer Entstehung zu reinigen. Ziel ist es, die aufbereiteten Prozesswässer in der Produktion wiederzuverwenden.

### An der Quelle ansetzen

Dialysemembranen werden hauptsächlich aus synthetischen Polymeren hergestellt, zum Beispiel aus Polysulfon. Während des Produktionsprozesses kommen stickstoffhaltige Lösungsmittel wie Dimethylacetamid (DMAc) zum Einsatz. Ein großer Teil der Lösungsmittel wird zwar innerbetrieblich zurückgewonnen und im Produktionsprozess wiederverwendet. Es fallen jedoch auch lösungsmittelhaltige Abwässer an, die nicht für eine Rückgewinnung geeignet sind und deshalb entsorgt werden müssen. Verdünnte Abwässer können auf kommunale Kläranlagen transportiert und dort behandelt werden. Hochkonzentrierte Abwässer, sogenannte Konzentrate, gehen in die Verbrennung.

Beide Varianten haben Nachteile: Eine Verbrennung kostet viel Energie. Die Mitbehandlung auf einer Kläranlage verlagert umweltproblematische Industriechemikalien und Mikroplastik, die während der Produktion entstehen, in den kommunalen Bereich. Die Stoffe können sich zudem negativ auf die Betriebsabläufe der Kläranlagen auswirken.

Das Verbundprojekt Med-zeroSolvent entwickelt ein mehrstufiges, energieeffizientes Verfahren, das lösungsmittelhaltige Prozesswässer aus der Membranherstellung vor Ort in Betriebskläranlagen behandelt. Neben Biofilm- und Membranverfahren sind angepasste, naturnahe Behandlungsverfahren ein wesentliches Kernelement der neuen Verfahrenskombination. Das aufbereitete Abwasser geht anschließend wieder in den Produktionsprozess.

### Technik und Natur gehen Hand in Hand

Im ersten Schritt werden die Abwässer mit einer Kombination aus biologischen Verfahren aufbereitet. Die Forschenden nutzen dafür technische und naturnahe Biofilmverfahren. Ziel ist es, die kohlenstoffhaltigen Verbindungen des Lösungsmittels DMAc in einer hochbelasteten ersten Verfahrensstufe weitgehend abzubauen. Der im DMAc zunächst organisch gebundene Stickstoff wird dabei in anorganisch gebundenen Stickstoff (Ammonium) umgewandelt. Anschließend wird Ammonium mit einem mehrstufigen natürlichen Biofilmverfahren zu Nitrat oxidiert, bevor dieses anschließend denitrifiziert, das heißt in elementaren Stickstoff umgewandelt werden kann. Natürliche Biofilmverfahren bezeichnet man im Allgemeinen auch als Pflanzenkläranlagen.

Pflanzenkläranlagen werden selten zur Behandlung von Industrieabwässern eingesetzt. Ihr Vorteil ist jedoch, dass sie, verglichen mit anderen biologischen Abwasserbehandlungsverfahren, nur wenig Energie benötigen.



Pflanzenkläranlagen sind energieeffiziente Verfahren, die zur Industrieabwasserbehandlung weiterentwickelt werden

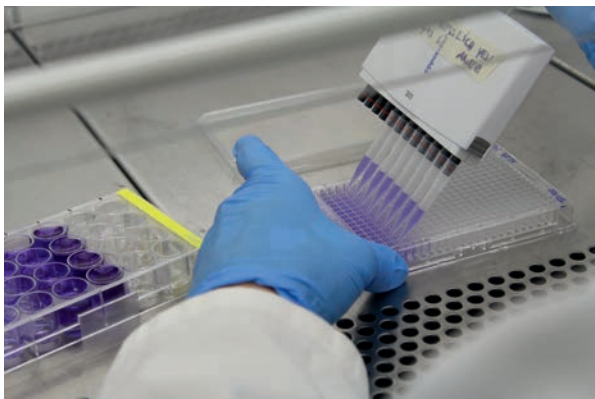
Das Verbundprojekt Med-zeroSolvent entwickelt daher eine angepasste Pflanzenkläranlage, in der zusätzlich die Abluft aus der vorgeschalteten, hoch belasteten Stufe behandelt wird.

Bevor das biologisch gereinigte Abwasser in den Produktionsprozess zurückgelangt, wird es in einer Reinstwasserstufe mit Membranverfahren weiter aufbereitet. Mit verschiedenen Überwachungsmethoden, die Prozesswasserinhaltsstoffe in Echtzeit überprüfen, wollen die Projektbeteiligten die für die Membranherstellung erforderliche sehr hohe Qualität gewährleisten. Zusätzlich nutzen sie Biotests, um sicherzustellen, dass bei der Abwasserbehandlung keine kritischen Abbauprodukte entstehen.

### Übertragbares Modulkonzept

Anhand der zunächst im Labormaßstab durchgeführten Untersuchungen entwerfen die Forschenden eine Pilotanlage. Sie soll zeigen, wie gut das gesamte System arbeitet – und zwar aus technischer und wirtschaftlicher Sicht. Darauf aufbauend entwickeln sie ein modulares System. Darin kommen standardisierte Behandlungsmodulare zum Einsatz, die an den jeweiligen Anwendungsfall angepasst sind. So ist abhängig von Abwasseranfall und Abwasserbelastung eine optimale Lösung möglich.

Sollte es erfolgreich umgesetzt werden, ist das Verfahren auch für andere Industriezweige, in denen ähnliche lösungsmittelhaltige Abwässer anfallen, interessant. So können unter anderem Frischwasser eingespart, umweltschädliche Stoffe bereits an der Quelle entfernt und die mit einer externen Entsorgung verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen reduziert werden.



Mit Biotests wird die Unbedenklichkeit der bei der Abwasserbehandlung entstehenden Abbauprodukte geprüft

#### Fördermaßnahme

Wassertechnologien: Wiederverwendung (WavE II)

#### Projekttitel

Neue Wege im medizintechnischen Wassermanagement – Etablierung innovativer Methoden für die abwasserfreie Produktion durch energieeffiziente Behandlung von stark belasteten Prozesswässern aus der Membranherstellung (Med-zeroSolvent)

#### Laufzeit

01.04.2021 – 31.03.2024

#### Förderkennzeichen

02WV1566A-G

#### Fördervolumen des Verbundprojektes

1.981.321 Euro

#### Kontakt

Dr. Thomas Schalk  
Technische Universität Dresden  
Institut für Siedlungs- und Industrierwasserwirtschaft  
01062 Dresden  
Telefon: +49 (0) 351 463 33684  
E-Mail: thomas.schalk@tu-dresden.de

#### Projektpartner

B. Braun Avitum Saxonica GmbH, Radeberg  
CUP Laboratorien Dr. Freitag GmbH, Radeberg  
DAS Environmental Expert GmbH, Dresden  
Institut für Luft- und Kältetechnik gemeinnützige GmbH, Dresden  
Me-Sep, Dresden  
Technische Universität Dresden, Institut für Hydrobiologie, Dresden  
wasserWerkstatt, Dresden

#### Internet

medzerosolvent.de

#### Herausgeber

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

#### Stand

April 2022

#### Text

Projektträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

#### Redaktion und Gestaltung

Projektträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

#### Druck

BMBF

#### Bildnachweise

Vorder- und Rückseite: Technische Universität Dresden

**bmbf.de**



# NERA – Null-Emission-Rohwasserproduktion in der Automobilindustrie

## Wassertechnologien: Wiederverwendung (WavE II)

In der metallverarbeitenden Industrie wird das anfallende Abwasser in der Regel durch Zugabe von Säure, Lauge, Fällungschemikalien und Flockungsmitteln gereinigt. Dies führt zu erhöhten Salzgehalten im Wasser; eine Rückgewinnung als Prozesswasser ist daher nicht wirtschaftlich. Einen neuen Weg geht das Verbundprojekt NERA: Die Beteiligten entwickeln ein Abwasserreinigungsverfahren, das metallhaltige Abwässer elektrochemisch behandelt. Ziel ist es, Abwasserinhaltsstoffe wie Phosphat und Schwermetalle sowie Prozesswasser möglichst ohne Chemikalien, ohne dass Abfälle anfallen und gleichzeitig klimaneutral zurückzugewinnen.

### Kreisläufe schließen

Entsprechend den Zielen der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie wird bis 2030 eine ressourcen- und klimaschonende Wassernutzung in Deutschland angestrebt. Die Wiederverwendung von gereinigten schmermetallhaltigen Abwässern, wie sie beispielsweise in der Automobilindustrie in großen Mengen anfallen, trägt dazu bei: Zum einen werden natürliche Wasserressourcen geschont; zum anderen auch deutlich weniger Salz, das durch Chemikalien bei der Abwasserreinigung entsteht, in die Vorfluter eingetragen. Die hohen Salzgehalte haben bislang auch verhindert, dass das gereinigte Abwasser wirtschaftlich zu Prozesswasser wiederaufbereitet und so in den Kreislauf zurückgeführt werden kann.

Dass es möglich ist, Prozesswasser in der Automobilindustrie wirtschaftlich und gleichzeitig auch klimaschonend zurückzugewinnen, will das Verbundprojekt NERA demonstrieren. Kernelement ist eine neuartige elektrochemische Behandlung der Abwässer in einem Reaktor. Damit soll es gelingen, Metalle und Phosphate ohne Chemikalien vollständig aus dem Abwasser zu entfernen und anschließend das gesamte aufbereitete Wasser wiederzuverwenden. Darüber hinaus sollen auch die abgetrennten Stoffe vollständig verwertbar sein. Langfristig können die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse dazu dienen, weitergehende vernetzte Abwasser-/Rohwassermanagementkonzepte für eine künftige Null-Emissionen-Strategie zu entwickeln.

### Zukunftsweisendes Wassermanagementkonzept

Um das Konzept zur elektrochemischen Abwasserbehandlung umzusetzen, bauen die Projektbeteiligten eine Pilot-

anlage mit einem skalierbaren elektrochemischen Reaktor und erproben sie im VW-Werk in Braunschweig. Geplant ist ein neues Zweikammer-Reaktorkonzept mit drehenden Elektroden.

Im ersten Schritt müssen die Forschenden dafür neue Materialien für die im Reaktor genutzten Elektroden sowie neue Prozesse zur elektrochemischen Rückgewinnung von Schwermetallen und Phosphaten entwickeln, optimieren und bewerten. Dabei richten sie ihr Augenmerk insbesondere auf neue Materialkombinationen für Elektroden und die bei der Abwasserbehandlung eingesetzten Membranen. Zudem müssen die Wertstoffe getrennt zurückgewonnen werden, damit sie später optimal verwertet werden können.



Aktuelle Abwasserbehandlungsanlage der Volkswagen AG am Standort Braunschweig mit einem Durchsatz von 150.000 m<sup>3</sup> im Jahr

Die Ergebnisse dieser Untersuchungen setzen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zunächst in einer Versuchsanlage im Technikumsmaßstab um. Deren Betriebserfahrungen bilden die Basis für den Bau der Pilotanlage im Braunschweiger VW-Werk. Der Pilotversuch sieht vor,

circa 8.000 Kubikmeter des anfallenden Abwassers pro Jahr mit dem neuen Verfahren zu behandeln.

Mit den Erkenntnissen aus den Pilotversuchen soll schließlich ein zukunftsweisendes, verbessertes Wasser(kreislauf)-managementkonzept für den Standort Braunschweig erarbeitet werden. Dazu gehört auch eine Nachhaltigkeitsbewertung, die den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck des Reinigungsprozesses einschließlich des stofflichen und energetischen Ressourcenverbrauchs ermittelt. Wenn der für die Abwasserbehandlung/Rohwasserproduktion benötigte Strom aus erneuerbaren Energien stammt, ist eine überaus klimafreundliche Umsetzung bis hin zu einer Null-Emissionen-Lösung möglich.

### Vielfältige Einsatzmöglichkeiten

Das elektrochemische Lösungskonzept von NERA ist auf die meisten Anwendungen der Metallindustrie, aber auch generell zur Enthärtung von Wasser übertragbar. Damit ist es beispielsweise auch für die Branche der Galvano- und Oberflächentechnik interessant. Nach Abschluss des Projektes wollen die Beteiligten sowohl Komponenten für elektrochemische Reaktoren in großen Industriebetrieben als auch eine einsatzbereite Kleinanlage für Kleinbetriebe vermarkten.



Gewässer, zum Beispiel im Oberharz, können durch eine Verringerung des industriellen Wasserbedarfs geschont werden

#### Fördermaßnahme

Wassertechnologien: Wiederverwendung (WavE II)

#### Projekttitel

Null-Emission-Rohwasserproduktion in der Automobilindustrie (NERA)

#### Laufzeit

01.02.2021 – 31.01.2024

#### Förderkennzeichen

02WV1567A-D

#### Fördervolumen des Verbundprojektes

1.526.373 Euro

#### Kontakt

Clausthaler Umwelttechnik Forschungszentrum der TU Clausthal  
Prof. Dr.-Ing. Michael Sievers  
Leibnizstraße 23  
38678 Clausthal-Zellerfeld  
Telefon: +49 (0) 5323726243  
E-Mail: michael.sievers@cutec.de

#### Projektpartner

Common-Link AG, Karlsruhe  
Eisenhuth GmbH & CO. KG, Osterode am Harz  
Institut für Chemische und Elektrochemische Verfahrenstechnik der TU Clausthal, Clausthal-Zellerfeld

#### Internet

projekt-nera.de

#### Herausgeber

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

#### Stand

April 2022

#### Text

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

#### Redaktion und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

#### Druck

BMBF

#### Bildnachweise

Vorderseite: Volkswagen AG  
Rückseite: Michael Sievers





# Nutzwasser – Nutzwasserbereitstellung und Planungsoptionen für die urbane und landwirtschaftliche Bewässerung

## Wassertechnologien: Wiederverwendung (WavE II)

**Wie wird ein klimatisch bedingter erhöhter Bewässerungsbedarf in Landwirtschaft und Städten künftig gedeckt? Eine Lösung könnte in aufbereitetem kommunalen Abwasser liegen, das als sogenanntes Nutzwasser wiederverwendet wird. Ziel des Verbundprojektes Nutzwasser ist es, solches Wasser bedarfsgerecht zur Verfügung zu stellen und praxisnah flexible Managementstrategien für eine sichere Wasserwiederverwendung zu entwickeln. Die erforderliche Nutzwasserqualität soll durch weitergehende mehrstufige Aufbereitungsverfahren erzielt werden.**

### Rahmenbedingungen für Wasserwiederverwendung

Trotz der wachsenden globalen Bedeutung der Wasserwiederverwendung fehlen bislang Konzepte, die es ermöglichen, die Wasserqualität und das Risiko beim Einsatz von aufbereitetem Abwasser in der Landwirtschaft und im urbanen Bewässerungsmanagement umfassend zu beurteilen. Das Verbundprojekt Nutzwasser will daher umfassende Handlungsempfehlungen für den Nutzwassereinsatz erarbeiten, die geeignete rechtliche, wirtschaftliche und ökologische Rahmenbedingungen definieren.

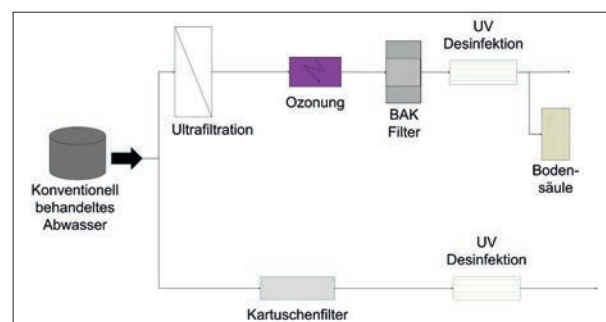
Die Empfehlungen sollen Antragsteller und die wasserwirtschaftliche Verwaltung im Genehmigungsverfahren unterstützen sowie sicherstellen, dass die Wiederverwendung mit der lokalen Abwassersatzung vereinbar ist. Im Ergebnis sollen neue sehr flexible und bedarfsgerechte Managementstrategien für eine Bewässerung mit aufbereitetem Abwasser zur Verfügung stehen. Bisherige nationale und internationale Ansätze und Erfahrungen im Bereich der urbanen und landwirtschaftlichen Wasserwiederverwendung werden darüber hinaus in Form einer „Community of Practice“-Dokumentation zusammengefasst.

Entscheidend für den unbedenklichen Einsatz des Nutzwassers ist die Wasserqualität. Das Projektteam entwickelt dafür konkrete, an den jeweiligen Bewässerungszweck angepasste Anforderungen auf Grundlage einer abgestimmten Prozesskontrolle. Mögliche Risiken werden quantitativ erfasst und fließen in eine Risikobewertung ein. Die bedarfsgerechte Nutzwasserbehandlung erfolgt mit verschiedenen innovativen Aufbereitungsverfahren, die die Projektbeteiligten in Pilotanlagen testen.

### Innovative weitergehende Aufbereitung

Testgebiet für die Erzeugung und Verwendung von Nutzwasser ist Schweinfurt in Bayern. Auf der dortigen Kläranlage werden weitergehende Abwasserbehandlungsanlagen errichtet. Darin erproben die Forschenden mehrstufige Aufbereitungsverfahren, die je nach Bedarf kurzfristig an- und abgefahren werden können. Zum Einsatz kommt unter anderem eine Kombination aus Ultrafiltration mit keramischen Membranen, Ozon, Pulveraktivkohle und Desinfektion mit UV-Licht. Dieser sogenannte Multibarrieren-Ansatz soll sowohl mikrobiologische als auch chemische Substanzen zuverlässig entfernen. Ziel des Projektteams ist es, flexible und robuste weitergehende Abwasserbehandlungsverfahren zu identifizieren, die die geforderten Wasserqualitäten sicher und kosteneffizient bereitstellen können.

Ob dies gelingt, wollen die Projektbeteiligten in Versuchen in einem Gewächshaus auf der Kläranlage sowie auf Freiflächen in der Region untersuchen. Die erzeugte Nutzwasserqualität und ihre Auswirkungen auf die Pflanzen wird mit Wasser verglichen, das entsprechend der EU-Mindest-



Mit mehrstufigen Aufbereitungsverfahren werden im Verbundprojekt Nutzwasser unterschiedliche Wasserqualitäten erzeugt

anforderung für Wasserwiederverwendung aufbereitet wird, sowie mit Trinkwasser. Im Erfolgsfall ist geplant, das Nutzwasser zur Bewässerung verschiedener Grünflächen im Stadtgebiet Schweinfurt einzusetzen: darunter die Flächen der Landesgartenschau im Jahr 2026, sowie Vereins-Sportplätze und das städtische Stadion.

Ein cloudbasiertes Bewässerungsmanagementsystem stellt das Nutzwasser automatisiert und bedarfsgerecht bereit. Es erfasst die Daten für den Bewässerungsbedarf sowie für die Qualitätssicherung – regionale Wetterdaten, Grundwasserstände, Bodenfeuchtemessungen und Grundwasserentnahmen – in Echtzeit. Die verschiedenen Nutzwasseranwendungen sollen sich nicht nur aus Umweltsicht, sondern auch wirtschaftlich rechnen: Um herauszufinden, wie teuer sie im Vergleich zu üblichen wasserwirtschaftlichen Lösungen sind, führen die Forschenden eine umfassende ökonomisch-ökologische Analyse der im Projekt erarbeiteten Systemlösungen und Produkte durch. Darauf aufbauend erarbeiten sie Betreiberlösungen, die einen zumindest kostendeckenden Betrieb des komplexen Nutzwasseraufbereitungssystems ermöglichen. Meinungsumfragen bei potenziellen Nutzerinnen und Nutzern sollen darüber hinaus Aufschluss über die Akzeptanz von innerstädtischen und landwirtschaftlichen Verwendungen geben.

### Impuls für neue Konzepte

In vielen Ländern wird Abwasser bereits gezielt als alternative Wasserressource eingesetzt. In Deutschland ist dies bislang nur selten der Fall. Die in Nutzwasser im Dialog mit zuständigen Behörden, Betreibern und Planern entwickelten Handlungsempfehlungen stellen einen entscheidenden Schritt zur Umsetzung neuer Konzepte hierzulande und international dar. Dies stärkt mittel- bis langfristig auch die Position deutscher Unternehmen in aussichtsreichen Märkten wie Süd- und Südosteuropa und der Türkei.



Pilotanlagen und Gewächshaus auf der Kläranlage Schweinfurt

#### Fördermaßnahme

Wassertechnologien: Wiederverwendung (WavE II)

#### Projekttitel

Nutzwasserbereitstellung und Planungsoptionen für die urbane und landwirtschaftliche Bewässerung (Nutzwasser)

#### Laufzeit

01.04.2021 – 31.03.2024

#### Förderkennzeichen

02WV1563A-K

#### Fördervolumen des Verbundprojektes

2.752.298 Euro

#### Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Jörg E. Drewes  
Technische Universität München  
Lehrstuhl für Siedlungswasserwirtschaft  
Am Coulombwall 3  
85748 Garching  
Telefon: +49 (0) 89 289 13713  
E-Mail: jdrewes@tum.de

#### Projektpartner

ALB Bayern e.V., Freising-Weihestephan  
Bayerische Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau, Veitshöchheim  
BGS Umwelt, Darmstadt  
Coplan AG, Nürnberg  
Holinger Ingenieure GmbH, Merklingen  
IWW Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasserforschung gGmbH, Mülheim an der Ruhr  
Leibniz-Rechenzentrum, Garching  
Regierung von Unterfranken, Würzburg  
Stadtentwässerung Schweinfurt, Schweinfurt  
TZW: DVGW - Technologiezentrum Wasser, Karlsruhe  
Xylem Water Solutions Deutschland GmbH, Langenhagen

#### Internet

nutzwasser.org

#### Herausgeber

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

#### Stand

April 2022

#### Text

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

#### Redaktion und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

#### Druck

BMBF

#### Bildnachweise

Vorderseite: Technische Universität München  
Rückseite: Stadtentwässerung Schweinfurt

**bmbf.de**

# PU<sub>2</sub>R – Point-of-Use Re-Use: Dezentrale landwirtschaftliche Wiederverwendung von häuslichem Abwasser zur Verringerung von Nutzungskonkurrenzen

## Wassertechnologien: Wiederverwendung (WavE II)

**Klimatische Veränderungen führen regional vermehrt dazu, dass Wasser knapp wird. Dadurch können Nutzungskonkurrenzen, beispielsweise zwischen Trinkwasserversorgung und landwirtschaftlicher Bewässerung, entstehen. Eine Alternative sind häusliche Abwässer: dezentral und bedarfsgerecht zu Bewässerungswasser aufbereitet, könnten sie Trinkwasserressourcen entlasten. Diesen Ansatz greift das Verbundprojekt PU<sub>2</sub>R auf. Die Forschenden behandeln Abwasser aus abflusslosen Gruben in Brandenburg mithilfe einer mobilen Anlage direkt am Ort der Wiederverwendung. Mit umfangreichen chemischen und mikrobiologischen Laboranalysen erfassen sie dabei auch potenzielle Risiken durch Schadstoffe oder Krankheitserreger für Mensch, Umwelt und bewässerte Nutzpflanzen.**

### Gute Voraussetzungen für dezentrale Aufbereitung

Aufbereitetes Abwasser wird zunehmend als wertvolle Ressource unter anderem für die landwirtschaftliche Bewässerung erkannt. Kläranlagen befinden sich jedoch oft in der Nähe urbaner Zentren und damit häufig weit weg von landwirtschaftlichen Anbauflächen, auf denen das aufbereitete Wasser zum Einsatz kommen könnte. Die großen Distanzen erschweren eine Wiederverwendung.

Anders sieht die Lage beispielsweise in Brandenburg aus. Dort sind circa elf Prozent der Bevölkerung nicht an zentrale Kläranlagen angeschlossen. Stattdessen werden ihre Abwässer in abflusslosen Gruben gesammelt und zu Kläranlagen gebracht oder dezentral beseitigt. Das Verbundprojekt PU<sub>2</sub>R macht sich diese Situation zunutze; die Beteiligten entwickeln einen mobilen dezentralen Aufbereitungsprozess für häusliche Abwässer aus Sammelgruben. Sie wollen damit Brauchwasser produzieren, das hohe mikrobiologische und chemische Anforderungen erfüllt und damit Nutzpflanzen auf einem Acker bewässern. Gleichzeitig sollen so viele Nährstoffe, wie für den Bedarf der Pflanzen nötig, im Wasser erhalten bleiben. Ein weiteres Ziel von PU<sub>2</sub>R ist, das Potenzial und mögliche Risiken der dezentralen Wasserwiederverwendung zu erforschen.

### Versuche im Labor und Freiland

Um eine hohe hygienische und chemische Qualität des aufbereiteten Wassers zu erzielen, verwendet das Projektteam für seine Versuche einen Membranbioreaktor (MBR).

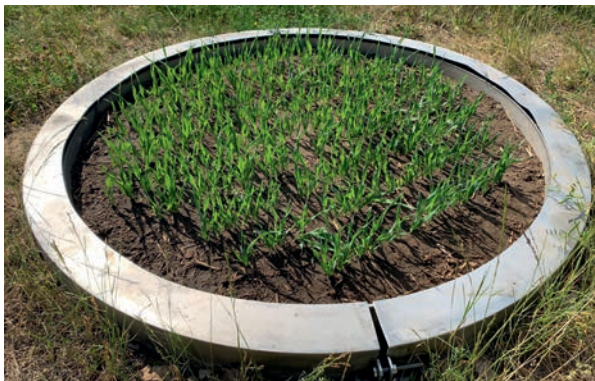
Er vereint den konventionellen biologischen Abbau von Abwasserinhaltsstoffen mit einer Membranfiltration, die in der Lage ist, auch sehr kleine Teilchen wie Bakterien zurückzuhalten. Zum Einsatz kommt eine Ultrafiltrationsmembran. Durch Zugabe von Pulveraktivkohle (PAK) und eines Fällmittels kann die Wasserqualität weiter verbessert werden. Eine solche Verfahrenskombination kann selbst Spurenstoffe, wie beispielsweise Medikamentenrückstände, beseitigen. Um auch den Rückhalt von Krankheitserregern, insbesondere Viren, zu erhöhen, kombinieren die Forschenden den MBR mit einem UV-Reaktor, der die Desinfektionsleistung steigern soll. Sie untersuchen zusätzlich wie die



Das Verbundprojekt PU<sub>2</sub>R bereitet häusliche Abwässer in einem mobilen Membranbioreaktor (MBR) auf

UV-Behandlung den Abbau von Spurenstoffen beeinflusst. Durch viel UV-Licht und optionale Zugabe eines Oxidationsmittels – zum Beispiel Wasserstoffperoxid – sollen Schadstoffe in unschädliche Substanzen umgewandelt werden.

Unter Laborbedingungen, in Versuchen mit speziell präparierten Bodenkernen – sogenannten Lysimetern – und im Freiland erforscht das Projektteam die Wirkung des aufbereiteten Wassers auf das Pflanzenwachstum und optimieren dieses mithilfe angepasster Bewässerungssysteme. Chemische und mikrobiologische Analysen geben Aufschluss darüber, was mit Spurenstoffen, Bakterien (inklusive Resistenzen) und Viren in Wasser, Boden und Pflanzen passiert: das heißt, wie sie gebunden werden und sich wieder lösen, in welchem Maße sie biologisch abgebaut werden und welche Stofftransportprozesse stattfinden. Die gewonnenen Daten nutzt das Team für eine standortunabhängige Modellierung der Transportprozesse, die sich auf andere Regionen übertragen lässt.



Mit Braucherste bepflanzter Bodenkern (Lysimeter)

### Potenzial für Brandenburg und darüber hinaus

Das Verbundprojekt PU<sub>2</sub>R wird mobile und damit flexibel einsetzbare Aufbereitungssysteme für häusliche Abwässer entwickeln, die nahezu überall ohne sonstige Erweiterungen der Infrastruktur eingesetzt werden können. Sie ermöglichen es, Abwässer bedarfsgerecht an dem Ort, an dem sie wiederverwendet werden sollen, zu reinigen und zu desinfizieren. Dies stellt für nicht an die öffentliche Kanalisation angeschlossene, landwirtschaftlich geprägte Standorte eine vielversprechende Option dar. Die Untersuchungen in PU<sub>2</sub>R bilden eine wichtige Grundlage, um das Potenzial der dezentralen Wasserwiederverwendung in Brandenburg und in anderen Regionen zu quantifizieren.

#### Fördermaßnahme

Wassertechnologien: Wiederverwendung (WavE II)

#### Projekttitel

Point-of-Use Re-Use: Dezentrale landwirtschaftliche Wiederverwendung von häuslichem Abwasser zur Verringerung von Nutzungskonkurrenzen (PU<sub>2</sub>R)

#### Laufzeit

01.02.2021 – 31.01.2024

#### Förderkennzeichen

02WV1564A-H

#### Fördervolumen des Verbundprojektes

1.699.000 Euro

#### Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Aki Sebastian Ruhl  
Umweltbundesamt (UBA)  
Schichauweg 58  
12307 Berlin  
Telefon: +49 (0)30 8903-4303  
E-Mail: akisebastian.ruhl@uba.de

#### Projektpartner

FH Münster, Münster  
Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH, Leipzig  
Humboldt Universität Berlin, Berlin  
Ingenieurbüro Irriproject, Potsdam  
MANN+HUMMEL Water&Fluid Solutions GmbH, Wiesbaden  
Technische Universität Braunschweig, Braunschweig  
UV-EL GmbH & Co. KG, Dresden

#### Internet

[umweltbundesamt.de/PU2R](http://umweltbundesamt.de/PU2R)

#### Herausgeber

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

#### Stand

April 2022

#### Text

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

#### Redaktion und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

#### Druck

BMBF

#### Bildnachweise

Vorderseite: MANN+HUMMEL Water & Fluid Solutions GmbH  
Rückseite: Umweltbundesamt

[bmbf.de](http://bmbf.de)



# ReWaMem – Recycling von Wäschereiabwasser zur Wiederverwendung des Abwassers mittels keramischer Nanofiltration

## Wassertechnologien: Wiederverwendung (WavE II)

Textilwäschereien verbrauchen große Mengen an Wasser und produzieren entsprechend auch viel Abwasser, das je nach Waschmittelsatz, Faserabrieb und Schmutzanteilen der Wäsche unterschiedlich hoch belastet ist. Die Branche hat daher großes Interesse an ressourceneffizienten Aufbereitungsverfahren und einer Wiederverwendung der gereinigten Abwässer. Die Beteiligten des Verbundvorhabens ReWaMem entwickeln eine neue Verfahrenskette mit keramischen Membranen, um die Prozessabwässer im Kreislauf zu führen. Dadurch soll der Bedarf an Frischwasser und Chemikalien deutlich reduziert werden.

### Gezieltes Wasserrecycling

Nach Daten des Statistischen Bundesamtes gibt es in Deutschland circa 5000 kleine- und mittelständische Unternehmen in der Wäscherei- und Textilreinigungsbranche. Ihr Frischwasserbedarf liegt bei etwa 20 Millionen Kubikmeter jährlich. Das Verbundprojekt ReWaMem zielt darauf ab, den Frischwasserbedarf in Textilwäschereien durch eine gezielte Aufbereitung der Abwässer deutlich zu senken. Gezielt heißt: angepasst an die je nach Waschgut unterschiedlich stark verschmutzten Abwässer und benötigten Wasserqualitäten für die Reinigung.

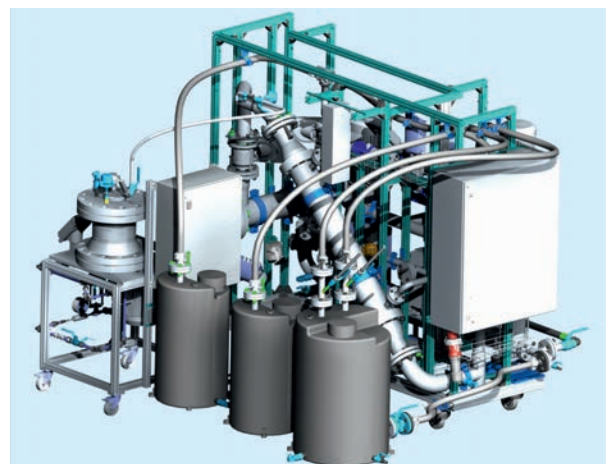
Die Forschenden entwickeln dafür eine Verfahrenskette, die in einer Wäscherei beispielhaft umgesetzt wird. Kernstück ist eine Nanofiltration mit neuartigen keramischen Membranen. Sie sollen das Abwasser weitestgehend von Schwermetallen und organischen Halogenverbindungen (AOX) befreien sowie den chemischen Sauerstoffbedarf reduzieren. Auch die nach der Filtration anfallenden stark belasteten Reststoffe – die sogenannten Konzentrate – werden behandelt, um sie biologisch leichter abbauen zu können.

### Große Rohre und rotierende Scheiben

Erprobt werden die neuartigen Membranen in einer Pilotanlage, die das Projektteam in einer Wäscherei für Fußmatten, Wischmopps und textile Handtücher errichtet. Unter anderem sollen hier stark gefärbte Abwässer so aufbereitet werden, dass sie sich auch zum Waschen nichtgefärbter Handtücher eignen. Dazu müssen im ersten Schritt die anfallenden Abwässer analysiert und Zielqualitäten für

das Recyclingwasser definiert werden. Für die Aufbereitung entwickeln die Forschenden zwei verschiedene keramische Membrantypen mit Nanofiltrationsbeschichtung: Mehrkanalrohre und Rotationsscheiben. Keramische Membranen eignen sich besonders gut für die bei Wäschereiabwässern typischen höheren Temperaturen. Diese wirken sich positiv auf den Filtrationsprozess aus.

Die als Mehrkanalrohre ausgeführten Membranen verfügen über Kanäle mit vergrößerten Durchmessern. Dies verhindert das Verstopfen mit zum Beispiel Flusen oder anderen textilen Rückständen. Die in ReWaMem entwickelten Rotationsscheibenfilter werden in einem eigens konstruiertem Modul zu mehreren installiert. In Technikumsversuchen überprüfen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, welcher Membrantyp sich als robuster und energieeffizienter erweist.



Skizze der Pilotanlage mit röhrenförmigen und rotierenden keramischen Membranelementen

Anschließend führen sie auch vergleichende Analysen unterschiedlicher Waschprozesse mit Schwerpunkt auf dem Energie- und Ressourcenbedarf durch. Wäschereien und Textilreinigungsbetriebe sollen künftig ihre jeweiligen Potenziale zum Energie- und Wassersparen sowie zum Abwasserrecycling ganz einfach mit Hilfe eines Online-tools selbst ermitteln können. Dazu entwickelt ReWaMem ein bereits bestehendes Branchentool weiter und stellt es nach Projektende kostenlos auf einer Webseite zur Verfügung.

Die beim Filterprozess anfallenden hochbelasteten Reststoffe behandeln die Projektbeteiligten mit einem sogenannten AOP-basierten Verfahren. AOP steht für den englischen Begriff „Advanced Oxidation Process“. Dabei werden schädliche Substanzen im Abwasser mit Hilfe hochreaktiver sauerstoffhaltiger chemischer Moleküle zu biologisch besser abbaubaren Stoffen oxidiert. Die Konzentrate können dann einfacher und kostengünstiger entsorgt werden, zum Beispiel über das Klärsystem.

### Übertragbare Lösungen

Die im Verbund ReWaMem entwickelten Lösungen für die Kreislaufführung von Wäschereiabwasser lassen sich über die Wäscherei- und Textilreinigungsbranche hinaus auch auf andere Industriezweige übertragen, in denen große Mengen organik- und salzhaltiger Abwässer auftreten: etwa in Milchverarbeitung, Gesundheitswesen, Großküchen und Schlachtereien. Für Unternehmen ergeben sich wirtschaftliche Vorteile in Form von geringeren Kosten für Frischwasser und Abwasserentsorgung; zudem profitiert auch die Umwelt, indem Seen und Flüsse entlastet werden.



Blauefärbtes Abwasser aus der Handtuchwäsche im Vergleich mit einer Abwasserprobe nach keramischer Membranfiltration

#### Fördermaßnahme

Wassertechnologien: Wiederverwendung (WavE II)

#### Projekttitel

Recycling von Wäschereiabwasser zur Wiederverwendung des Abwassers mittels keramischer Nanofiltration (ReWaMem)

#### Laufzeit

01.02.2021 – 31.01.2024

#### Förderkennzeichen

02WV1568A-G

#### Fördervolumen des Verbundprojektes

1.569.000 Euro

#### Kontakt

Sebastian Auer  
Kompetenznetzwerk Wasser und Energie e.V.  
Schaumbergstraße 8  
95032 Hof  
Telefon: +49 (0)170-935 5553  
E-Mail: sebastian.auer@wasser-energie.net

#### Projektpartner

CHMS GmbH & CO- KG, Rödental  
E.S.C.H. GmbH, Unterwellenborn  
Fraunhofer IKTS, Standort Hermsdorf  
Hochschule Hof, Hof  
Rauschert Kloster Veilsdorf GmbH, Scheßlitz  
ZAE Bayern, Garching

#### Internet

rewamem.de

#### Herausgeber

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

#### Stand

April 2022

#### Text

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

#### Redaktion und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

#### Druck

BMBF

#### Bildnachweise

Vorderseite: E.S.C.H. GmbH  
Rückseite: Rauschert Kloster Veilsdorf GmbH

**bmbf.de**



# RIKovery – Recycling von industriellen salzhaltigen Wässern durch Ionentrennung, Konzentrierung und intelligentes Monitoring

## Wassertechnologien: Wiederverwendung (WavE II)

In vielen industriellen Prozessen fallen beträchtliche Mengen an Abwasser mit hohen Salzkonzentrationen an, die die Gewässer belasten könnten. Allein in Deutschland gelangen jährlich mehr als sechs Millionen Tonnen Chlorid über das Abwasser in Flüsse und Seen – zum Großteil aus der chemischen und der mineralverarbeitenden Industrie. Dabei sind sowohl Prozessabwässer und Teilströme aus Aufbereitungsprozessen als auch Salzabwässer aus Halden oder salzhaltige Grundwässer relevant. Das Verbundprojekt RIKovery geht der Frage nach, wie sich salzhaltige Industrieabwässer möglichst vollständig nutzen lassen, um natürliche Wasserressourcen zu entlasten.

### Wirtschaftlich und ökologisch tragfähiges Recycling

Salzhaltige Industrieabwässer enthalten häufig Salze und Mischungen aus verschiedenen Salzen in Konzentrationen, die zu gering sind, um diese direkt wiederzuverwerten. Dafür ist bislang meist eine Kombination mehrerer Aufbereitungsverfahren nötig, verbunden mit einem hohen technologischen und energetischen Aufwand. Beteiligte aus Wirtschaft und Wissenschaft arbeiten im Verbundprojekt RIKovery an einem wirtschaftlich und ökologisch tragfähigen Recycling für hochkonzentrierte Salzlösungen. Sie untersuchen die Potenziale verschiedener innovativer Technologien, mit deren Hilfe ausreichend reine und konzentrierte Salze in einer für spezifische Wiederverwendungszwecke definierten Qualität gewonnen werden sollen. Auf dieser Basis wollen die Forschenden eine Entscheidungsgrundlage für die Umsetzung von Salz- und Wasserrückgewinnungsverfahren in der Produktionspraxis erarbeiten.

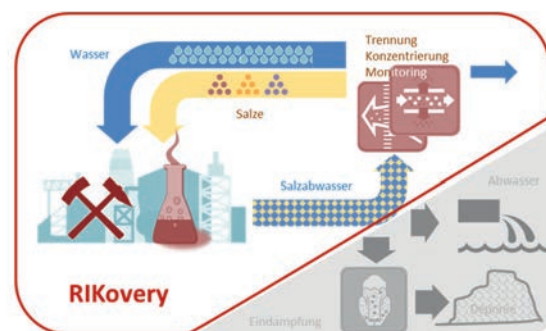
### Neue Verfahren für Salzwasseraufbereitung

Um aussagekräftige und breit übertragbare Projektergebnisse zu erzielen, hat das Projektkonsortium industriell relevante Anwendungen aus der Polymerchemie, Spezialchemie und dem Kaliabbau identifiziert. Sie unterscheiden sich deutlich hinsichtlich ihrer jeweiligen Abwasserzusammensetzungen und Recyclinganforderungen und stehen somit für einen Großteil der industriellen Salzeinleitungen: beispielsweise Prozesswässer aus der Kunststoffherstellung und Katalysatorproduktion oder Haldensicker- und -grundwässer. Für die Anwendungen

sollen maßgeschneiderte, an den Produktionsstandort angepasste Verfahren zur Prozesswasseraufbereitung erprobt werden.

Zwei Punkte sind für ein erfolgreiches Recyclingkonzept entscheidend: Erstens müssen die Salze voneinander getrennt werden oder eine bestimmte Zusammensetzung haben. Zweitens müssen sie mit energieeffizienteren Verfahren als bislang auf ein geeignetes Niveau aufkonzentriert werden. Insbesondere im Bereich hoher Salzkonzentrationen mangelt es an geeigneten Technologien. Die Projektbeteiligten erarbeiten daher an diese Bedingungen angepasste und übertragbare Aufbereitungsverfahren.

Da mit einer einzigen Technologie nicht alle Anwendungen abgedeckt werden können, untersucht RIKovery die Potenziale von vier neuartigen Verfahren: einem als OARO (Osmotically Assisted Reverse Osmosis) bezeichneten Umkehrosmose-Verfahren, einer Hochdruck-Nanofiltration (HPNF, High Pressure Nano Filtration), einer mit dem



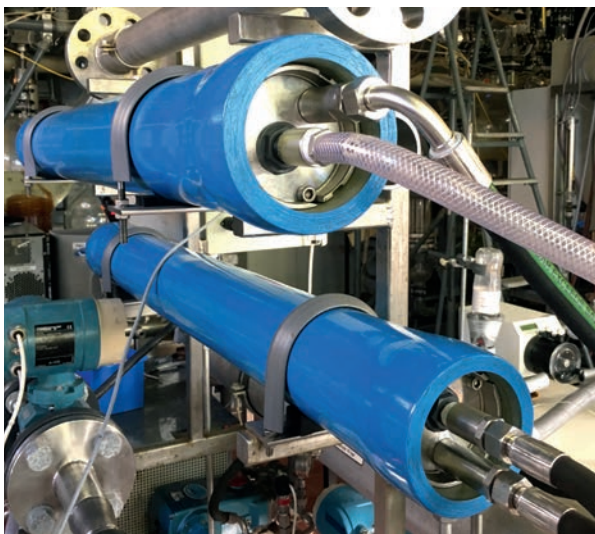
Mithilfe geeigneter Technologien sollen salzhaltige industrielle Wasserströme möglichst vollständig genutzt werden, um natürliche Wasserressourcen zu entlasten

osmotischen Druck arbeitende Vorwärtsosmose (FO, Forward Osmosis) und einem elektrisch getriebenen Entsalzungsprozess (FCDI, Flowelectrode Capacitive Deionization). Die nach jetzigen Erkenntnissen jeweils aussichtsreichsten Technologien für jede industrielle Anwendung sollen in Pilotanlagen bei den Projektbeteiligten getestet werden.

Damit Salze und aufbereitete Abwässer für nachfolgende Prozesse nutzbar sind, müssen sie spezifische Qualitätsparameter erfüllen. Das RIKovery-Konsortium entwickelt daher auch eine neuartige Online-Prozessüberwachung und Qualitätssicherung für bisher unbekannte Inhaltsstoffe.

## Der Blick aufs Ganze

Auf Basis der Pilotversuche sowie mit Hilfe von Bewertungen zu Energieeffizienz, Wirtschaftlichkeit und potenziellen Umweltauswirkungen leiten die Forschenden ab, welche Verfahren zum Salzwasserrecycling erfolgreich in der Praxis umgesetzt werden können. Das eröffnet neue Perspektiven für die Wasserwiederverwendung und die Verwertung der abgetrennten Inhaltsstoffe in zahlreichen Industriezweigen. Geschlossene Stoffkreisläufe tragen dazu bei, dass weniger umweltschädliche Substanzen in Oberflächengewässer eingeleitet werden. Zudem wird der Verbrauch an wertvollen Frischwasserressourcen und anderen Produktionsrohstoffen für industrielle Anwendungen vermindert.



Hochdruck-Membranmodule der Pilotanlage an der Technischen Hochschule Köln

### Fördermaßnahme

Wassertechnologien: Wiederverwendung (WavE II)

### Projekttitel

Recycling von industriellen salzhaltigen Wässern durch Ionentrennung, Konzentrierung und intelligentes Monitoring (RIKovery)

### Laufzeit

01.02.2021 – 31.01.2024

### Förderkennzeichen

02WV1569A-H

### Fördervolumen des Verbundprojektes

2.170.000 Euro

### Kontakt

Dr.-Ing. Yuliya Schiesser  
Covestro Deutschland AG  
51373 Leverkusen  
Kaiser-Wilhelm-Allee 60  
Telefon: +49(0) 214 6009 5461  
E-Mail: yuliya.schiesser@covestro.com

### Projektpartner

Evonik Operations GmbH, Essen  
K+S AG, Kassel  
BWS Anlagenbau & Service GmbH, Oberndorf am Neckar  
Analytisches Forschungsinstitut für Non-Target Screening GmbH, Augsburg  
RWTH Aachen, Aachen  
Technische Hochschule Köln, Köln  
TZW: DVGW-Technologiezentrum Wasser, Karlsruhe

### Internet

rikovery.rwth-aachen.de

### Herausgeber

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

### Stand

April 2022

### Text

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

### Redaktion und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

### Druck

BMBF

### Bildnachweise

Vorderseite: Covestro Deutschland AG  
Rückseite: Christine Kleffner, Technische Hochschule Köln





# SULFAMOS– Sulfatabreicherung mittels Vorwärtsosmose und Hohlfasertauchmodulen

## Wassertechnologien: Wiederverwendung (WavE II)

**Zu den Spätfolgen des Braunkohletagebaus in Deutschland gehört die großflächige Belastung von Grund- und Oberflächenwässern mit Eisen und Sulfat. Gleichzeitig wird jedoch mit dem bevorstehenden Braunkohleausstieg der Rohstoff Gips für die Bauindustrie fehlen, der bisher in den Rauchgasentschwefelungsanlagen der Kraftwerke erzeugt wurde. Die Beteiligten des Verbundprojektes SULFAMOS entwickeln ein kombiniertes Verfahren, das beide Probleme lösen soll: Durch einen Sulfatabbau können belastete Gewässer wieder zur Trink- und Brauchwassergewinnung genutzt werden. Zusätzlich wird aus den Reststoffen Gips erzeugt.**

### Herausforderung Braunkohleausstieg

In den Flüssen, Seen und Grundwässern der Braunkohleregion Lausitz finden sich hohe Sulfat- und oftmals auch Eisenkonzentrationen. Der Wiederanstieg des Grundwassers in stillgelegten Tagebauen schwemmt noch größere Mengen dieser Stoffe in die Gewässer, was zu anhaltend hohen Sulfatbelastungen führt. Das betrifft dann auch andere Regionen und Städte wie Frankfurt/Oder und Berlin, deren Wasserwerke das Spreewasser nutzen.

Hohe Sulfat- und Eisenkonzentrationen schädigen wasserwirtschaftliche Anlagen durch Korrosion und Ablagerungen. Zudem verfärben die Stoffe Gewässer und wirken sich negativ auf den Wassergeschmack aus. Daher sind belastete Grund- und Oberflächenwässer oft nicht mehr als Trink- und Brauchwasserquellen nutzbar oder erfordern teure Aufbereitungsschritte.

Während die Eisenbelastung durch Grubenwasserreinigungsanlagen und andere Maßnahmen in wesentlichen Teilen gemindert werden kann, gibt es bislang keine großtechnischen Lösungen, um das Sulfatproblem in den Griff zu bekommen. Zwar existieren verschiedene Verfahren zur Sulfatentfernung; sie sind jedoch entweder zu teuer, erzeugen große Schlammengen oder benötigen sehr viel Platz.

Der Braunkohleausstieg hat auch Folgen für die Baustoffindustrie: Der stark gefragte Rohstoff Gips könnte knapp werden, da er bislang zu großen Teilen in den Rauchgasentschwefelungsanlagen der Braunkohlenkraftwerke erzeugt wird.

Die Beteiligten des Verbundprojektes SULFAMOS wollen ein neues Verfahren entwickeln, das nicht nur Sulfat aus belasteten Wässern entfernt, sondern zusätzlich auch Gips für die Baustoffindustrie erzeugt. Sie kombinieren hierfür ein Membranverfahren, das nach dem Osmoseprinzip funktioniert – die sogenannte Vorwärtsosmose –, mit einer chemischen Fällung.

### Sauberes Wasser und Wertstoff

Vorwärtsosmose ist ein molekulares Trennverfahren der Membrantechnik. Es nutzt den natürlichen Prozess der Osmose zur Stofftrennung. Im Gegensatz zur weiter verbreiteten Umkehrosmose wird dabei kein äußerer Druck angelegt, sondern der osmotische Druck selbst bewirkt den Flüssigkeitstransport durch die halbdurchlässige Membran. Die Vorwärtsosmose ist daher energiesparender und unempfindlicher gegen Verblockungen auf der Membranoberfläche, die im Laufe der Filtration durch angelagerte Rückstände auftreten.



Sulfatausfällungen an einem klassischen Hohlfaser-Membranmodul

In der Membranstufe verwendet das SULFAMOS-Team ein gewebtes Tauchmodul mit neuartiger Beschichtung. Es entzieht der zu behandelnden Lösung Wasser und konzentriert deren Inhaltsstoffe auf. Die Lösung umspült die Tauchmodule von außen. Sie können somit einfacher gereinigt werden und haben eine längere Lebensdauer als klassische Hohlfaser-Membranmodule, bei denen die zu behandelnde Lösung durch das Membraninnere geführt wird.

In der anschließenden Behandlung des erzeugten Konzentrats wird das Sulfat als Gips ausgefällt – das heißt, das gelöste Sulfat wird durch Zugabe eines Fällungsmittels in Gips überführt. Der Gips wird abgeschieden, gegebenenfalls gereinigt und getrocknet. Er ist dann als Rohstoff in der Baustoffindustrie verwertbar und somit ein nachhaltiger Ersatz für den bisher in der Rauchgaswäsche von Braunkohlekraftwerken anfallenden Gips.

### Flexible Technologie für verschiedene Standorte

Die Forschenden untersuchen das kombinierte Verfahren aus Vorwärtosmose und Fällung in einer mobilen Demonstratoranlage an verschiedenen Standorten. Praxistests an der Grubenwasserreinigungsanlage Tzschelln, der modularen Wasseraufbereitungsanlage Burgneudorf sowie dem Wasserwerk Kitzscher und anderen Wasserfassungen sollen die flexiblen Einsatzmöglichkeiten sowohl für hochbelastete Grubenwasserströme als auch deutlich niedriger belastetes Grundwasser demonstrieren. Die Ergebnisse der Arbeiten können als Entscheidungshilfe für den Einsatz an weiteren potenziellen Standorten herangezogen werden und sind somit für alle Betreiber wasserwirtschaftlicher Anlagen mit Sulfatproblemen nützlich.



An verschiedenen Wasserfassungen und weiteren Teststandorten wird der Praxiseinsatz der Demonstratoranlage erprobt

#### Fördermaßnahme

Wassertechnologien: Wiederverwendung (WavE II)

#### Projekttitel

Sulfatabreicherung mittels Vorwärtosmose und Hohlfasertauchmodulen (SULFAMOS)

#### Laufzeit

01.05.2021 – 31.10.2023

#### Förderkennzeichen

02WV1573A-F

#### Fördervolumen des Verbundprojektes

1.770.956 Euro

#### Kontakt

Dr. Roland Mayer  
G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH  
Schwarze Kiefern 2  
09633 Halsbrücke  
Telefon: +49 (0) 3731 369 140  
E-Mail: r.mayer@geosfreiberg.de

#### Projektpartner

fluvicon Industries GmbH, Leoben  
Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik (IGB), Stuttgart  
HTW Dresden, Dresden  
MionTec GmbH, Leverkusen  
Zweckverband Wasser/ Abwasser Bornaer Land, Borna

#### Internet

sulfamos.de

#### Herausgeber

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

#### Stand

April 2022

#### Text

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

#### Redaktion und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

#### Druck

BMBF

#### Bildnachweise

Vorderseite: fluvicon Industries GmbH  
Rückseite: G.E.O.S. Ingenieurgesellschaft mbH

**bmbf.de**



# WEISS\_4PN – Integrative Anwendung von Innovationen und digitales Kühlleistungsmanagement zur Reduzierung des Wasserbedarfs in der Stahlproduktion

## Wassertechnologien: Wiederverwendung (WavE II)

In der Industrie wird Wasser überwiegend zur Kühlung eingesetzt. Bei der Stahlproduktion etwa beträgt der Anteil 75 Prozent des gesamten Bedarfs. Bis zu 1000 Kubikmeter Wasser pro Stunde sind an einem Standort nötig, um das verdunstete Wasser und das aufkonzentrierte Abwasser in den großen Kühlkreisläufen zu ersetzen. Diesen Frischwasseranteil so weit wie möglich zu senken, ist das Ziel des Verbundprojektes WEISS\_4PN. Dazu soll Abwasser, das an den Produktionsstandorten anfällt, entsalzt und recycelt werden. Die Beteiligten erproben hierfür verschiedene innovative Ansätze.

### Wiederverwenden statt verwerfen

Die überschüssige Wärme aus Produktionsprozessen wird heutzutage zumeist durch Verdunstung in offen betriebenen Kühltürmen an die Umgebung abgegeben. Hierbei verdunstet nur das Wasser, die gelösten Salze bleiben im Kreislaufwasser zurück und konzentrieren sich auf. Um zu verhindern, dass Salze und insbesondere Kalk in den Kühltürmen ausfällt, muss die Salzkonzentration in den Kreisläufen auf einem betriebssicheren Niveau gehalten werden. Wird die maximale Konzentration erreicht, wird das sogenannte Absalzwasser ausgeschleust und durch salzarmes Frischwasser ersetzt. Zum Absalzwasser kommen im Stahlwerk weitere Abwasserströme, die gereinigt und dann in ein Fließgewässer eingeleitet werden.

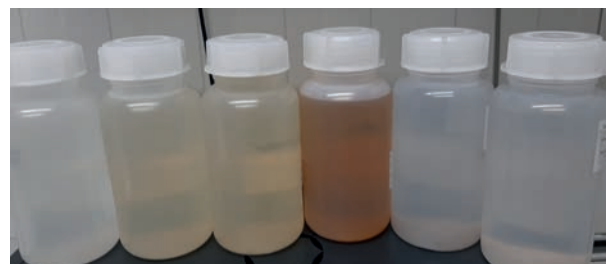
Hier setzt das Verbundprojekt WEISS\_4PN an: Wasser aus diesen Abwässern soll zurückgewonnen und als Ersatz für Frischwasser genutzt werden. Indem sie die Stahlproduktion von der Wasserverfügbarkeit entkoppeln, wollen die Beteiligten einen Beitrag leisten, um den Konkurrenzdruck um Wasser an trockenen Produktionsstandorten zu mindern. So steht mehr Wasser für die Landwirtschaft und zur Versorgung der Bevölkerung zur Verfügung, gleichzeitig kann die Stahlproduktion gesichert werden.

### Kombination von Entsalzung und digitalen Werkzeugen

Die Forschenden vergleichen zwei auf Membrantechnologie basierende Entsalzungsverfahren miteinander. Diese kommen besonders gut mit variierenden Abwasserzusam-

mensetzungen und zudosierten Behandlungschemikalien zurecht, zudem sind sie energieeffizient und wartungsarm. Zum einen betrachten sie konventionelle Umkehrosmosemembranen. Diese sollen mit einer speziellen Beschichtung versehen werden, damit sich organische Stoffe oder Mikroorganismen nicht mehr so leicht darauf festsetzen können. Diese als Fouling bezeichneten Beläge müssen regelmäßig mit aggressiven chemischen Mitteln entfernt werden. Die Beschichtung soll die Reinigungsintervalle verlängern sowie Abwasser und Chemikalien einsparen.

Zum anderen testen die Verbundbeteiligten ein neuartiges Membranverfahren: die sogenannte membranbasierte kapazitative Deionisation (mCDI). Hierbei werden die Salze dem Wasser energiesparend durch Anlegen einer Spannung entzogen und gespeichert. Dann wird die Spannung umgekehrt und die Salze als Konzentrat abgegeben. Bei diesem Verfahren ist nur eine minimale Vorreinigung erforderlich. Für die Umkehrosmose erproben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler hingegen verschiedene Vorreinigungsmethoden; vor allem eine im Labor auf die



In WEISS\_4PN werden verschiedene Entsalzungsverfahren getestet; von links nach rechts: Proben von Zulauf (1), Konzentraten (2-3), Superkonzentrat (4) und gereinigtem Absalzwasser (5-6)

Anforderungen genau abgestimmte Ultrafiltration soll einen sicheren Betrieb ermöglichen.

Die Konzentrate werden in einer nachfolgenden Hochdruckumkehrosiose ein zweites Mal entsalzt. Die Wasserausbeute beträgt 95 Prozent oder mehr, so dass man von einem nahezu abwasserfreien Verfahren sprechen kann. Die kleine Menge an Rückständen salzhaltiger Sole – ein sogenanntes Superkonzentrat – behandeln die Forschenden durch Nanofiltration und Verdampfung weiter, damit aus dem hochbelasteten Reststoff ein wiederverwertbarer Rohstoff wird. Ziel ist es, einwertige Salzkomponenten von zweiwertigen zu trennen, um aus der Salzmischung technisch nutzbare Salze wiederzugewinnen. Was dann noch übrigbleibt, kann unbedenklich entsorgt werden.

Digitale Werkzeuge sollen helfen, das verfügbare Wasser für die Kühlkreisläufe bestmöglich zu bewirtschaften. WEISS\_4PN entwickelt für diesen Zweck ein Softwaretool, das Wasserbedarf und -angebot vorhersagt, um Engpässe frühzeitig zu ermitteln. Das hieraus weiterentwickelte digitale Kühlleistungsmangement passt die bei der Produktion entstehende Wärmelast an die installierte Kühlleistungskapazität an. Dabei werden die aktuellen Klimabedingungen und die verfügbare Frischwasserqualität und -menge einbezogen. Die im Verbundprojekt erzielten Ergebnisse werden in einer mobilen Pilotanlage getestet.

### Vorteile für gesamte industrielle Wassernutzung

Die Entsalzung, Konzentrataufbereitung und digitalen Werkzeuge können an beliebige Absalzwässer sowie weitere mäßig salzbelastete Abwässer verschiedener Industrien angepasst werden und daher im gesamten Bereich der industriellen Wassernutzung zu Einsparungen führen. Im Ergebnis bedeutet dies eine gesicherte Produktion auch bei Engpässen in der Wasserversorgung, einen geringeren Einsatz von Chemikalien und weniger Umweltbelastungen.



Test der entwickelten Verfahren in einer mobilen Pilotanlage

#### Fördermaßnahme

Wassertechnologien: Wiederverwendung (WavE II)

#### Projekttitle

Integrative Anwendung von Innovationen und digitales Kühlleistungsmanagement zur Reduzierung des Wasserbedarfs in der Stahlproduktion (WEISS\_4PN)

#### Laufzeit

01.04.2021 – 31.03.2024

#### Förderkennzeichen

02WV1570A-G

#### Fördervolumen des Verbundprojektes

2.001.742 Euro

#### Kontakt

Dr. Angela Ante  
SMS group GmbH  
Wiesenstraße 30  
57172 Hilchenbach  
Telefon: +49 (0) 2733 29 3009  
E-Mail: angela.ante@sms-group.com

#### Projektpartner

aixprocess GmbH, Aachen  
ArcelorMittal Eisenhüttenstadt GmbH, Eisenhüttenstadt  
fem | Forschungsinstitut Edelmetalle + Metallchemie,  
Schwäbisch-Gmünd  
Technische Universität Berlin, Berlin  
Universität Duisburg-Essen, Essen  
VDEh-Betriebsforschungsinstitut, Düsseldorf  
WEHRLE Umwelt GmbH, Emmendingen

#### Internet

[sms-group.com/de/sms-group/foerderprojekte/weiss-4pn](https://sms-group.com/de/sms-group/foerderprojekte/weiss-4pn)

#### Herausgeber

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

#### Stand

April 2022

#### Text

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

#### Redaktion und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

#### Druck

BMBF

#### Bildnachweise

Vorder- und Rückseite: SMS group GmbH

[bmbf.de](https://www.bmbf.de)