



FEMAR – Anwendungspotential der Grundwasseranreicherung für eine sichere und nachhaltige Wasserversorgung

Middle East Regional Water Research Cooperation Program (MEWAC)

Viele Länder des Nahen Ostens mit einem trocken bis sehr trockenen Klima verzeichnen ein starkes Bevölkerungswachstum. Die ohnehin schon knappen Wasserressourcen geraten durch einen erhöhten Wasserbedarf weiter unter Druck. Das hat negative Folgen für die Grundwasserleiter in der Region: Sie werden übernutzt, wodurch der Grundwasserspiegel sinkt, Salzwasser eindringt und sich das Gelände absenkt. Forschende aus Deutschland, Iran, Jordanien, Libanon und Syrien wollen dagegen mit Techniken der künstlichen Grundwasseranreicherung angehen. Im gemeinsamen Verbundprojekt FEMAR arbeiten sie daran, solche Methoden in den beteiligten Partnerländern des Nahen Ostens einzuführen, um so die Wasserversorgung zu sichern und die Grundwasserressourcen zu schonen.

Daten und Modelle

In den Ländern des Nahen Ostens leben aktuell circa 430 Millionen Einwohner, Tendenz stark steigend. Ihnen steht immer weniger Süßwasser zur Verfügung. Die jährliche Menge ist seit 1950 von 4000 Kubikmeter auf knapp 1100 Kubikmeter gesunken und wird sich Prognosen zufolge bis 2050 erneut halbieren. Die betroffenen Länder müssen daher sowohl in den Städten als auch auf dem Land ihr Wassermanagement anpassen.

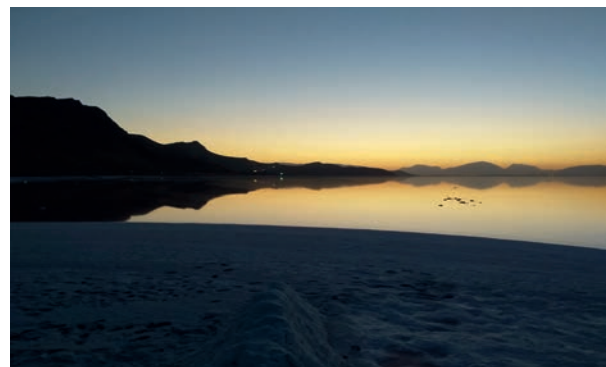
Eine große Rolle spielt dabei die Erschließung von neuen Wasserressourcen, wie beispielsweise behandeltes Abwasser. Methoden der sogenannten künstlichen Grundwasseranreicherung helfen dabei, die Qualität dieser Ressourcen durch natürliche Reinigungsprozesse im Untergrund zu verbessern und gleichzeitig das Grundwasserdargebot zu erhöhen. Beispielsweise durch Versickerung von behandeltem Abwasser oder voraufbereitetem Oberflächenwasser in Becken beziehungsweise Gräben. Oder durch Uferfiltration: Dabei dringt Wasser aus Flüssen oder Seen in das Grundwasser ein, wird dort durch Filtrations- und Abbauprozesse gereinigt und anschließend aus Brunnen in Gewässernähe entnommen.

Um geeignete Techniken und Standorte für die künstliche Grundwasseranreicherung im Iran, Jordanien, Libanon und Syrien zu identifizieren, erstellen die Beteiligten des Kooperationsprojektes FEMAR auf Basis von vorhandenen Daten integrierte hydrologische Modelle. Sie decken alle Aspekte des Wasserkreislaufs grenzüberschreitend auf einer regionalen Skala ab. Mit solchen integrierten Modell-

systemen kann die Wirkung einzelner Maßnahmen vor Ort genau erfasst, gewichtet und optimiert werden. Für die Modellerstellung nutzen die Forschenden frei verfügbare, sogenannte Open Source Software, die für alle beteiligten Akteure zugänglich ist. In Deutschland und Europa bereits etablierte Methoden der Grundwasseranreicherung können so an die jeweiligen Bedingungen in den Zielregionen angepasst werden und so zu einer besseren Wasserversorgung beitragen.

Bewährte Konzepte an neue Standorte anpassen

Für die mit den Modellen ermittelten Standorte in den vier Zielländern untersuchen die FEMAR-Beteiligten potenziell geeignete Methoden der Grundwasseranreicherung wie Uferfiltration sowie Versickerung von behandeltem Abwasser und voraufbereitetem Oberflächen-



Der Maharlu See in der Nähe der iranischen Stadt Shiraz gehört zu den potentiellen Standorten für Pilotvorhaben zur künstlichen Grundwasseranreicherung

wasser. Ergebnisse von Feldversuchen tragen dazu bei, die Modellsysteme weiter zu verfeinern, sodass sie beispielsweise Verkarstungen im Untergrund berücksichtigen oder den Transport von gelösten Stoffen berechnen können.

Die standortspezifisch angepassten Konzepte zur Grundwasseranreicherung sollen im Verlauf des Projektes in Pilotvorhaben umgesetzt werden. Dazu führen die Forschenden begleitende Labor- und Feldarbeiten durch. Sie dienen dazu, hydrogeologische und hydrogeochemische Randbedingungen in den Zielregionen und den Temperatureinfluss auf den Abbau von Stoffen zu ermitteln. Außerdem werden technische Aspekte, etwa die Verfügbarkeit von Filterkies und anderen für die Maßnahmen erforderlichen Ausbaumaterialien wie Rohre und Filter, überprüft.

Ein weiterer Schwerpunkt des Projektes ist die Aus- und Weiterbildung der beteiligten Akteure. Doktoranden und Graduierte aus den Zielregionen sollen dazu an deutsche Hochschulen kommen. Die Partnerinstitutionen organisieren Workshops zur Modellierung und Planung von Anlagen zur Grundwasseranreicherung. Ergänzend wird ein online-Ausbildungsangebot entwickelt, das in Kombination mit Lehrgängen vor Ort lokale Fachleute – Mitarbeitende von Wasserversorgungsunternehmen und Behörden – schult, um das Projekt und die Pilotvorhaben zu unterstützen und nach Ablauf der Förderperiode weiterzuführen.

Langfristige Perspektive

Das Verbundprojekt FEMAR kombiniert Methoden der künstlichen Grundwasseranreicherung, für die in Deutschland und Europa bereits umfassende Erfahrungen vorliegen, mit neuartigen Simulationswerkzeugen. Die in den Untersuchungsgebieten gewonnenen Erkenntnisse sollen auch auf weitere Standorte und Akteure in Iran, Jordanien, Libanon und Syrien übertragen werden. FEMAR erreicht eine Vielzahl von Akteuren – Wissenschaft/Lehre, Wasserversorger und öffentliche Verwaltung – in den Zielregionen und trägt so zu einer Zusammenarbeit auf mehreren Ebenen bei. Das Projekt wird auf eine langfristige Fortsetzung ausgerichtet. Die beteiligten deutschen Hochschulen bieten internationale Masterstudiengänge im Bereich Wasserwirtschaft und Umweltingenieurwesen an, um die Aktivitäten auch nach Projektende weiterzuführen und die begonnen Kooperationen auszubauen.

Fördermaßnahme

Middle East Regional Water Research Cooperation Program (MEWAC)

Projekttitel

Anwendungspotential der Grundwasseranreicherung für eine sichere und nachhaltige Wasserversorgung (FEMAR)

Laufzeit

01.07.2021 – 30.06.2024

Förderkennzeichen

02WME1612A-C

Fördervolumen des Kooperationsprojektes

942.006 Euro

Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Thomas Grischek
Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden
Friedrich-List-Platz 1
01069 Dresden
Telefon: +49 (0) 351 462 3350
E-Mail: thomas.grischek@htw-dresden.de

Projektpartner

Technische Universität Dresden, Dresden
Umweltbüro GmbH Vogtland, Weischlitz
Royal Scientific Society, Amman, Jordanien
American University of Beirut, Beirut, Libanon
University Aleppo, Aleppo, Syrien

Internet

htw-dresden.de/femar

Herausgeber

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

Stand

Februar 2023

Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA)

Druck

BMBF

Bildnachweis

TU Dresden

bmbf.de



HighRec – Erhöhung der Nutzungseffizienz in der Brackwasserentsalzung für landwirtschaftliche Anwendungen

Middle East Regional Water Research Cooperation Program (MEWAC)

Länder des Nahen und Mittleren Osten sind zunehmend auf Brackwasser als nutzbare Wasserressource angewiesen, da an vielen Orten auch abseits der Küsten im Landesinneren die Brunnen immer salzigeres Wasser liefern. Teilweise wird solches Brackwasser schon aufbereitet, um es für landwirtschaftliche und industrielle Zwecke zu verwenden. Aufgrund der komplexen chemischen Zusammensetzung dieser Wässer können bislang allerdings nur relativ geringe Ausbeuteraten erzielt werden. Das Verbundprojekt HighRec hat sich zum Ziel gesetzt, deutlich mehr nutzbares Wasser in Brackwasserentsalzungsanlagen zu erzeugen und negative Umweltauswirkungen durch deren Betrieb zu minimieren. Dazu entwickeln Forschende aus Deutschland, Katar und dem Iran gemeinsam ein neues, nachhaltiges Entsalzungssystem. Es soll an zwei Standorten in Katar und im Iran erprobt werden.

Herausforderung Brackwasser

Während entlang der Küsten weltweit bereits über 95 Millionen Kubikmeter entsalztes Trinkwasser am Tag gewonnen werden, gewinnt vielerorts auch die Entsalzung von Wasser aus Inlandsbrunnen an Bedeutung. Verschiedene Faktoren wie Übernutzung, sinkende Grundwasserspiegel oder eindringendes Meerwasser führen dazu, dass die Salzgehalte in den Brunnen ansteigen; es entsteht Brackwasser, das für den direkten Verzehr, eine industrielle oder landwirtschaftliche Nutzung nicht mehr brauchbar ist.

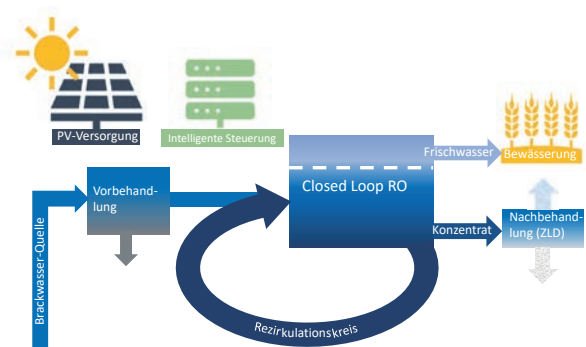
Ein generelles Problem der konventionellen Entsalzung ist der hohe Energiebedarf. Zudem müssen die dabei entstehenden konzentrierten Rückstände entsorgt werden. Brackwasser im Speziellen stellt aus technischer Sicht bei der Entsalzung größere Probleme dar als Meerwasser: Es enthält sehr viele gelöste Mineralien, deren Zusammensetzung zeitlich stark schwankend und geochemisch komplex ist. Dies bedeutet ein viel höheres Risiko für Ausfällungen und damit eine Beschädigung der Anlage, insbesondere wenn die Vorbehandlung nicht flexibel genug auf Schwankungen der Rohwasserzusammensetzung reagieren kann. Gleichzeitig ist die Ausbeuterate durch die schlechte Löslichkeit einiger Mineralien stark begrenzt.

Hier setzen die Entwicklungsarbeiten des Verbundprojekts HighRec an. Die Forschenden arbeiten an einem hochflexiblen, mit Solarenergie betriebenen Entsalzungssystem einschließlich Vorbehandlung. Es soll eine sehr hohe Rückgewinnungsrate ermöglichen und eine dynamische

Anpassung an die sich kontinuierlich verändernde Rohwasserzusammensetzung erlauben. Bei der Entsalzung setzen die Forschenden als Kerntechnologie die sogenannte „Closed Loop Reverse Osmosis (CLRO)“ ein, das heißt eine Umkehrosmose, die im geschlossenen Kreislauf stattfindet. Die CLRO wird im Projekt weiterentwickelt.

Geschlossener Kreislauf

Bei der CLRO wird die Sole kontinuierlich durch Membranen im Umkehrosiosemodul geführt, während die Salzkonzentration bis zu einem definierten Schwellenwert ansteigt. Erst dann wird die Sole abgeleitet. Der Betriebsdruck ändert sich bei dem Vorgang fortlaufend. Dies ermöglicht die Anpassung an sehr unterschiedliche Speisewasserzusammensetzungen in Kombination mit hohen Wasserausbeuten. Der Energiebedarf ist geringer als bei



Schema der in HighRec weiterentwickelten Umkehrosmose im geschlossenen Kreislauf

herkömmlich arbeitenden Umkehrosmose-Systemen, da zu Beginn eines Zyklus mit niedrigen Drücken gearbeitet wird.

Die Projektbeteiligten testen verschiedene chemikalienfreie Vorbehandlungstechnologien und harzbasierte Ionentauscher, die dem CLRO-System vorgeschaltet werden; dies soll Ablagerungen an den Membranen verhindern und so für den sicheren Betrieb der Anlage sorgen. Die Energieversorgung erfolgt über eine Photovoltaikanlage mit minimaler Batteriespeicherung. Um die unterschiedlichen Anlagenkomponenten optimal aufeinander abzustimmen, entwickeln die Forschenden ein intelligentes Mess- Steuer- und Regelungsprogramm, das die Anlage entlang von Kenngrößen regelt und vorausschauend Grenzwertüberschreitungen und Fehler erkennt. Zusätzlich suchen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nach Wegen, um die Solerückstände so weit aufzukonzentrieren, dass die gewonnenen Salze wirtschaftlich verwertet werden können.

Alle im Verbundprojekte betrachteten technischen Optionen werden anhand einer Reihe technischer, wirtschaftlicher, ökologischer und weiterer Kriterien – zum Beispiel Governance – bewertet. Dabei berücksichtigen die Forschenden die lokalen Randbedingungen und Anforderungen von verschiedenen Sektoren in den potenziellen Einsatzregionen.

Lösung für Landwirtschaft und Industrie

Mit einer Demonstrationsanlage soll die in HighRec entwickelte Brackwasserentsalzung an zwei verschiedenen Standorten in der Region erprobt werden. Geplant ist, dass sie Bewässerungswasser für die Landwirtschaft in Katar und im Iran erzeugt. Die Erfahrungen dienen als Grundlage für die Entwicklung eines serienreifen Systems, das in Zusammenarbeit mit lokalen Firmen produziert werden soll. Neben der Landwirtschaft werden auch weitere Sektoren betrachtet – beispielsweise die Prozesswasseraufbereitung für industrielle Zwecke – sowie andere Märkte in der MENA-Region.

Fördermaßnahme

Middle East Regional Water Research Cooperation Program (MEWAC)

Projekttitel

Erhöhung der Nutzungseffizienz in der Brackwasserentsalzung für landwirtschaftliche Anwendungen (HighRec)

Laufzeit

01.07.2021 – 30.06.2024

Förderkennzeichen

02WME1610A

Fördervolumen des Kooperationsprojektes

1.349.844 Euro

Kontakt

Dr.- Ing. Joachim Koschikowski
Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme ISE
Heidenhofstraße 2
79110 Freiburg
Telefon: +49 (0) 761 4588 5294
E-Mail: joachim.koschikowski@ise.fraunhofer.de

Projektpartner

Technische Universität Berlin, Fachgebiet Umweltverfahrenstechnik, Berlin
inter3 GmbH Institut für Ressourcenmanagement, Berlin
Qatar University, Center for Sustainable Development, Doha, Katar
University of Birjand, College of Agriculture, Birjand, Iran
Isfahan University of Technology, Center for International Scientific Studies and Collaboration, Isfahan, Iran

Internet

highrec.de

Herausgeber

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

Stand

August 2022

Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA)

Druck

BMBF

Bildnachweis

Fraunhofer ISE



HydroDeSal – Meerwasserentsalzung durch Vorwärtsosmose mittels thermoresponsiver Hydrogele

Middle East Regional Water Research Cooperation Program (MEWAC)

Über 96 Prozent des weltweit verfügbaren Wassers befindet sich in Ozeanen und Meeren. Die Entsalzung von Meerwasser mit geeigneten Technologien bietet ein nahezu unerschöpfliches Potenzial, um große Mengen an Süßwasser zu erzeugen und somit das Problem der globalen Wasserknappheit anzugehen. Aktuell eingesetzte Verfahren haben jedoch mehrere Nachteile; unter anderem verbrauchen sie viel Energie, sind teuer und wartungsintensiv. Das Kooperationsprojekt HydroDeSal will den Entsalzungsprozess optimieren. Die Forschenden verwenden dafür neuartige Polymere, die auf die Umgebungstemperatur reagieren. Mithilfe solcher thermoresponsiven Hydrogele sollen kleine Siedlungen am Persischen Golf energieunabhängig mit Wasser versorgt werden.

Wandelbare Gele

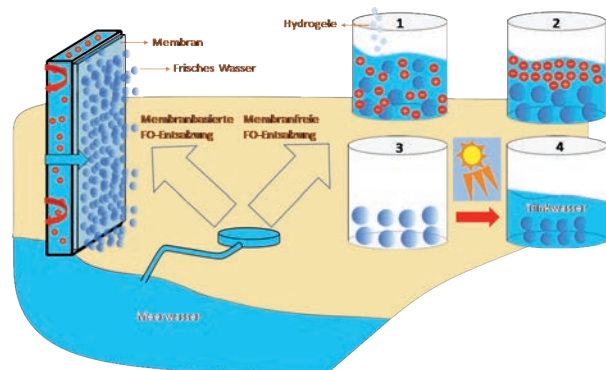
In ariden Ländern, die Zugang zu Meerwasser oder eine beträchtliche Menge an Brackwasser haben, ist die Entsalzung ein wichtiger Teil der Wasserversorgung. Die aktuell zur Wasserentsalzung eingesetzten Techniken – etwa thermische Verfahren wie die mehrstufige Entspannungsverdampfung oder Membranverfahren wie Umkehrosmose – sind jedoch nicht unproblematisch. Man benötigt dafür große und teure Anlagen, deren Betrieb sich nur lohnt, wenn größere Regionen zentral mit Wasser versorgt werden. Die Umkehrosmose ist trotz langjähriger Weiterentwicklung noch immer eine energieintensive Technologie. Dabei eingesetzte Membranen können sich darüber hinaus leicht zusetzen. Der Prozess verbraucht dadurch mehr Energie, was die Wirtschaftlichkeit zusätzlich negativ beeinflusst.

Eine Alternative zur Umkehrosmose ist die Vorwärtsosmose. Sie benötigt keinen äußeren Druck; vielmehr dienen natürlich vorhandene osmotische Druckunterschiede als treibende Kraft für den Wassertransport. Die Vorwärtsosmose ist daher energiesparender und verursacht weniger Beläge auf den Membranen. Bislang wird diese Technologie im Bereich der Wasserentsalzung nur selten eingesetzt. Um sie weiterzuentwickeln und ihre Marktfähigkeit zu steigern, müssen zentrale Komponenten des Prozesses weiter optimiert werden. Daran arbeiten Forschende aus Deutschland, Iran und Irak im Kooperationsprojekt HydroDeSal. Ein Grundpfeiler der Entwicklungen sind spezielle Gele, die temperaturabhängig ihre Form verändern können und dabei Wasser aufnehmen oder abgeben.

Ein vielversprechender Ansatz weitergedacht

Der Prozess der Vorwärtsosmose kann in zwei Varianten umgesetzt werden: mit oder ohne Membran. Bei der gebräuchlicheren Membran-basierten Variante fließt verschmutztes oder salzhaltiges Wasser, die sogenannte Zulauflösung, an einer Membran entlang. Diese Membran ist ausschließlich durchlässig für Wassermoleküle. Durch Platzierung eines geeigneten Materials auf der Gegenseite der Membran, dem sogenannten Ziehmittel, wird ein Druck erzeugt und ein Teil des Wassers passiert die halbdurchlässige Membran. Nach Abtrennung des Wassers vom Ziehmittel erhält man sauberes Trinkwasser.

Vielversprechende Kandidaten für solche Ziehmittel sind sogenannte thermoresponsive Hydrogele. Unterhalb einer kritischen Temperatur (circa 30 °C) quellen diese in Anwesenheit von Wasser und nehmen dabei Wasser auf. Oberhalb dieser Temperatur (ab circa 35-40 °C) verliert das Material diese Fähigkeit; die Partikel schrumpfen und



Membran-basierte (links) und Membran-freie (rechts) Vorwärtsosmose mittels thermoresponsiver Hydrogele

setzen zuvor aufgenommenes Wasser wieder frei. Diese Eigenschaften werden im Projekt HydroDeSal genutzt für die Entwicklung neuartiger Ziehmittel und Membranen als Trennmittel. In einem zweiten Schritt ist geplant, diese Materialien in der Membran-freien Vorwärtsosmose als gleichzeitige Trenn- und Ziehmittel einzusetzen. Durch den Verzicht auf eine Membran sind bei dieser Variante weiter verringerte Prozesskosten zu erwarten. Das HydroDeSal-Projektteam entwickelt dafür bekannte Hydrogele mit Blick auf die besonderen Anforderungen bei der Verwendung als Trenn- beziehungsweise Ziehmittel in der Vorwärtsosmose weiter.

Um das gereinigte Wasser aus den Hydrogelen freizusetzen, kann zum Beispiel Abwärme aus Industrieprozessen genutzt werden. In warmen Regionen wie am Persischen Golf kommt auch Wärme aus natürlichen Quellen dafür in Frage. Tagesabhängige Temperaturunterschiede bewirken, dass die Gele nachts quellen und Wasser aufnehmen und durch Sonneneinstrahlung am Tag schrumpfen und das Wasser wieder abgeben. Damit lassen sich die Energiekosten zum Betrieb des Prozesses weiter senken. Das Potenzial des in HydroDeSal gewählten Ansatzes soll im Labormaßstab einer Entsalzungsanlage bei einem Projektpartner im Iran unter Realbedingungen getestet werden.

Kleine Anlage, große Chancen

Neue Entsalzungsmethoden, die sich in kompakten Anlagen umsetzen lassen, sind optimal geeignet für kleine Siedlungen und Gegenden mit geringer Bevölkerungsdichte. Diese können sich damit zu vergleichsweise geringen Kosten für Anschaffung, Betrieb und Wartung selbst energieeffizient mit Trinkwasser versorgen. Gleichzeitig können neue Märkte für die deutsche Industrie in wasserarmen Ländern erschlossen werden.



Gelände der Persian Gulf University; dort wird der Labordemonstrator der Entsalzungsanlage unter Realbedingungen vor Ort getestet

Fördermaßnahme

Middle East Regional Water Research Cooperation Program (MEWAC)

Projekttitel

Meerwasserentsalzung durch Vorwärtsosmose mittels thermoresponsiver Hydrogele für kleine Dörfer in der Nähe des Persischen Golfs (HydroDeSal)

Laufzeit

01.07.2021 – 30.06.2024

Förderkennzeichen

02WME1613

Fördervolumen des Kooperationsprojektes

598.290 Euro

Kontakt

Prof. Dr. Sebastian Seiffert
 Johannes Gutenberg-Universität Mainz
 Department Chemie
 Duesbergweg 10-14
 55128 Mainz
 Telefon: +49 (0) 6131 39 23887
 E-Mail: sebastian.seiffert@uni-mainz.de

Projektpartner

Persian Gulf University, Buschehr, Iran
 University Teheran, Teheran, Iran
 University of Technology, Bagdad, Irak

Internet

hydrodesal.net

Herausgeber

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

Stand

August 2022

Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Druck

BMBF

Bildnachweise

Vorderseite: Amir Jangizehi
 Rückseite: Seyed Abdollatif Hashemifard

bmbf.de



MiningWater – Einsatz innovativer Techniken zur Senkung des Frischwasserbedarfs durch Wasser-rückgewinnung aus Bergbauabwässern

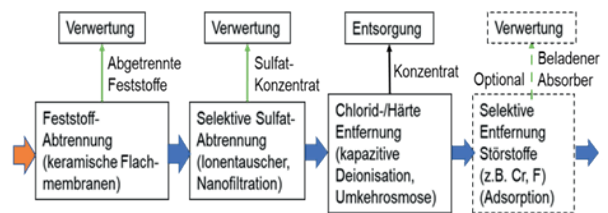
Middle East Regional Water Research Cooperation Program (MEWAC)

Dauerhafter Wasserstress im Nahen Osten führt zu Nutzungskonflikten zwischen Trinkwassererzeugung, Landwirtschaft und Industrie. Gleichzeitig fehlt es häufig an Ansätzen, um Wasser und auch darin enthaltene Wertstoffe im Kreislauf zu führen und dadurch Ressourcen zu schonen. So gehen beispielsweise im für die Region relevanten Phosphat-Bergbau Wasser und Phosphat durch die Sammlung von Abwässern in offenen Becken verloren. Diese ungenutzten Potenziale will das Verbundprojekt MiningWater erschließen. Forschende aus Deutschland, Ägypten und Jordanien entwickeln und erproben am Beispiel einer jordanischen Phosphat-Mine eine neuartige Verfahrenskombination: Keramische Flachmembranen sollen Feststoffe aus dem Wasser filtern, das anschließend mit kostengünstigen robusten Technologien entsalzt wird. Ziel ist es, die Phosphatproduktion und den Frischwassereinsatz teilweise zu entkoppeln und die Wertschöpfung durch Verwertung der anfallenden Konzentrate zu erhöhen.

Filtern, entsalzen, verwerten

Bei der Aufbereitung von phosphathaltigem Gestein fällt bei Wasch- und Trennschritten feststoffhaltiges Abwasser an, das aufgrund seiner Zusammensetzung bisher in offenen Becken, sogenannten Tailing ponds, gesammelt wird. Das führt zu einem Wasserverlust von jährlich drei Millionen Kubikmetern pro Mine. Aufgrund des hohen Gehaltes an Feststoffen von bis zu 15 Prozent Massenanteil und vorhandener Härtebildner können die Minenabwässer nicht mit konventionellen Filtrationsverfahren gereinigt werden; es käme zu Verklebungen der Filtermaterialien und Verblockungen der Membranmodule. Des Weiteren verhindern hohe Salzgehalte eine direkte Wiederverwendung des Abwassers.

Die komplexe und sich ändernde Zusammensetzung des Abwassers aus dem Phosphatabbau erfordert einfache und robuste Behandlungsverfahren, um bisher ungenutzte Wasser- und Rohstoffpotenziale zu erschließen. Dazu setzt das Verbundvorhaben MiningWater eine neuartige modulare Verfahrenskombination ein, die unabhängig von der Größe des Betriebs an die spezifischen örtlichen Bedingungen und Abwasserzusammensetzungen angepasst werden kann. Ziel ist es, phosphathaltige Feststoffe aus dem Abwasser zu filtern, anschließend Sulfat und Chlorid gezielt abzutrennen und für die Wasserwiederverwendung problematische Schwermetalle wie Chrom zu entfernen. Eine Verwertung von Sulfat und der abgefilterten phosphathaltigen Feststoffe soll die Wertschöpfung des Prozesses zusätzlich erhöhen.



Verfahrenskombination zur Wasser- und Wertstoffrückgewinnung aus Abwasser des Phosphatbergbaus

Vom Versuch zum fertigen Konzept für die Praxis

In Schritt eins der Verfahrenskombination testen die Forschenden keramische Flachmembranen, die die Feststoffe aus den Bergbauabwässern herausfiltern sollen. Die Membranen sind energieeffizient, temperaturbeständig und kommen gut mit konzentrierten oder aggressiven Lösungs- und Reinigungsmitteln zurecht. Anschließend kann das Wasser entsalzt werden. Dazu erproben die Projektbeteiligten erstmals geeignete Harze und selektive Nanofiltrationsmembranen, um mehrwertige Ionen wie Sulfat abzutrennen. Den Chloridgehalt im Abwasser wollen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit kostengünstigen Polymermembranen senken, die sie im Projekt entwickeln. Alternativ setzen sie ein elektrostatisches Verfahren, die sogenannte „Membranunterstützte Kapazitive Deionisation“ (MCDI), ein. 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.

Ein neuartiger Adsorber soll im Bergbauabwasser vorhandene Schwermetalle wie beispielsweise Chrom im letzten Schritt gezielt entfernen. Dabei lagert sich Chrom an eisenhaltigem Material an, das als Adsorptionsmittel genutzt wird. Der beladene Adsorber kann potenziell in Schmelzöfen als Erzsatz verwertet werden, sodass keine zusätzlichen Abfälle entstehen.

Die verschiedenen Verfahren erproben die Projektbeteiligten in Laborversuchen und in Versuchsanlagen vor Ort in einer jordanischen Phosphatmine. Auf Grundlage der Ergebnisse entwickeln die Forschenden ein spezifisches Verfahrenskonzept für phosphathaltige Bergbauabwässer, das direkt in der betrieblichen Praxis umsetzbar ist. Das Konzept umfasst auch eine wirtschaftliche und ökologische Bewertung.

Hohes Einsparpotenzial

Die weltweit größten Reserven an Phosphatgestein befinden sich unter anderem in sechs Ländern des Nahen Ostens sowie Nordafrikas. Die in MiningWater entwickelte und betrieblich erprobte Verfahrenskombination zur Phosphat- und Wasserrückgewinnung sowie eine Verwertung der anfallenden Konzentrate eröffnen bisher ungenutzte Potenziale in diesen Ländern. Ausgehend von drei Millionen Kubikmeter Wasser, die mithilfe der Verfahren in einer Phosphatmine jährlich eingespart werden könnten, ist das gesamte Einsparpotenzial bezogen auf weitere Phosphatminen im Nahen Osten und Nordafrika sogar 40-mal so hoch.



Labor- und Versuchscontainer für die betriebliche Demonstration

Fördermaßnahme

Middle East Regional Water Research Cooperation Program (MEWAC)

Projekttitel

Einsatz innovativer Techniken zur Senkung des Frischwasserbedarfs durch Wasserrückgewinnung aus Bergbauabwässern (MiningWater)

Laufzeit

30.07.2021 bis 30.06.2024

Förderkennzeichen

02WME1611

Fördervolumen des Kooperationsprojektes

323.837 Euro

Kontakt

Dipl.-Ing. Martin Hubrich
 VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH
 Sohnstraße 69
 40237 Düsseldorf
 Telefon: +49 (0) 211 98492 343
 E-Mail: martin.hubrich@bfi.de

Projektpartner

CERAFILTEC Germany GmbH Blue Filtration, Saarbrücken
 Irshaidat Company for Trading & Contracting, Jordanien
 Jordan University of Science and Technology, Irbid, Jordanien
 Jordan Phosphate Mines Co Ltd, Amman, Jordanien
 National Research Center, Dokki, Ägypten

Internet

bfi.de

Herausgeber

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

Stand

August 2022

Text und Gestaltung

Projekträger Karlsruhe (PTKA), Karlsruhe

Druck

BMBF

Bildnachweise

Vorder- und Rückseite: VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH