

## REMEMBER

# Ressourcen und Energie-Effiziente Wasser-Membranfiltration mittels Dielektrophorese

### Kurzbeschreibung

Einhergehend mit dem Wachstum der Weltbevölkerung, steigt auch der globale Bedarf an Trinkwasser sowie an Bewässerungswasser für die Landwirtschaft. Besonders in ariden und semiariden Regionen stellt die Wasserversorgung ein zunehmendes Problem, mit zum Teil drastischen Konsequenzen für die dort lebende Bevölkerung dar. Vorhandene Grund- und Oberflächenwasser können nur durch geeignete Filtrationsverfahren nutzbar gemacht werden.

Eine mögliche Quelle zur Minderung der Wasserknappheit stellen Grund- und Oberflächenwasser dar. Diese müssen jedoch vor der Verwendung als Trink- und Bewässerungswasser für die Landwirtschaft, aufbereitet werden. In diesem Zusammenhang kommen vor allem Technologien zum Einsatz, welche auf Filtermembranen beruhen, da diese sehr flexibel einsetzbar sind. Neben großtechnischen Anlagen, sind hier vor allem für die lokale Versorgung auch Klein- und Kleinstsysteme ein möglicher Lösungsansatz. Ein Beispiel für einen solchen Kleinfilter stellt der Wasserrucksack PAUL des Projektpartners MARTIN Systems GmbH dar. Hierbei handelt es sich um einen tragbaren Membran-Wasserfilter zur Trinkwasseraufbereitung, der selbst in abgelegenen Gebieten eine tägliche Produktion von 1200 Litern sauberem und sicherem Trinkwasser aus Grund- oder Oberflächenwasser erlaubt. Dieser basiert auf dem Ultrafiltrationsverfahren und ist in der Lage sowohl suspendierte Partikel, als auch pathogene Bakterien und Viren als Retentat abzutrennen und somit rd. 400 Menschen (nach Sphere-Standards) zu versorgen.

Eine starke Einschränkung dieser Verfahren ist jedoch die Ablagerung der abzutrennenden Stoffe oder Partikel auf der Membranoberfläche, was als Fouling bzw. Scaling bezeichnet wird. Im Falle der Membranfiltration sind diese Ablagerungen auf der Membranoberfläche in erster Linie auf ein Biofouling, d. h. die Bildung eines Gels durch organische Komponenten, sowie durch Rückstände anorganischer Salze (Scaling) im Grund- und Oberflächenwasser zurückzuführen. Im fortlaufenden Betrieb bewirken diese Verunreinigungen eine kontinuierliche Verringerung des Wasserflusses durch die Membran und somit der Filterleistung. Dementsprechend muss eine Reinigung der Filterfläche in bestimmten Intervallen (je nach Verschmutzungsgrad des zu filtrierenden Wassers) erfolgen, um eine kontinuierliche Nutzung zu ermöglichen.

Hier soll nun das Verbundprojekt „Ressourcen- und energieeffiziente Wasser- Membranfiltration mittels Dielektrophorese“ (REMEMBER) ansetzen. Das Gesamtziel des Vorhabens ist die Entwicklung von Membransystemen, welche durch den physikalischen Effekt der Dielektrophorese (Manipulation von Partikeln durch angelegte inhomogene, elektrische Felder) ein stark verringertes Fouling an der Filteroberfläche, und somit eine deutlich gesteigerte Effektivität und Lebensdauer, sowie erheblich verlängerte Wartungsintervalle aufweisen sollen. Die Herstellung der Membranen erfolgt hierbei durch die Kombination verschiedener innovativer Beschichtungs- und Strukturierungstechniken, die zielgerichtet und anwendungsfokussiert weiterentwickelt werden. Das Projekt umfasst die Entwicklung von kostengünstigen Verfahren, sowohl für die Herstellung von

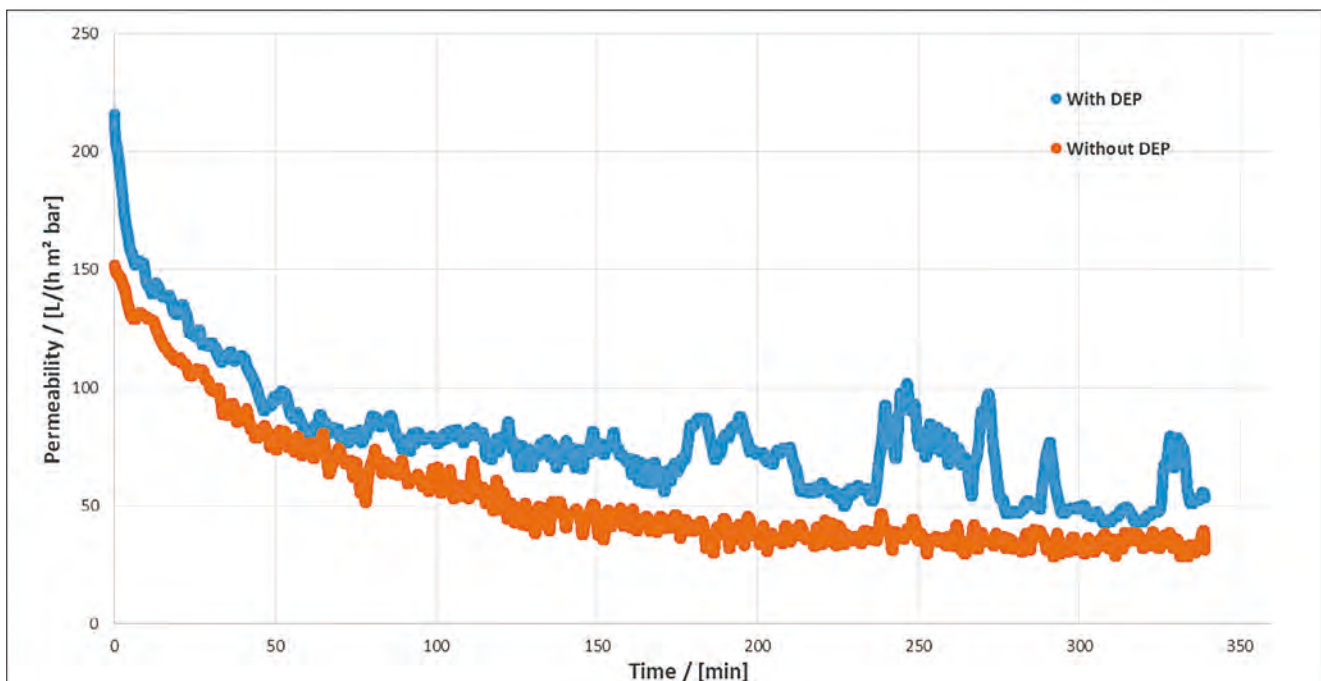


Abb. 11: Permeabilität funktionalisierter und nicht funktionalisierter Membranen in Klarwasser

im Siebdruckverfahren aufgetragenen Elektrodenstrukturen auf verschiedenen Membransubstratoberflächen, als auch die Inline- Atmosphärendruck-Beschichtung mit geeigneten dielektrischen Schichten zur Erhöhung der Alterungsbeständigkeit und Maximierung der wasserabweisenden Eigenschaften, um zusätzlich ein Ablagern von Fouling-Substanzen zu verringern.

### Ergebnisse

Nach Projektaufstart im Dezember 2016 konnten die ersten Labormuster eines mit funktionalisierten Membranen ausgestatteten Filtermoduls nach rund einem Jahr Entwicklungszeit im Frühjahr 2018 hergestellt werden. Hierbei waren die thermischen Grenzen der eingesetzten Flachmembranen zunächst die größte Entwicklungshürde. So mussten sowohl Niedertemperatur- aushärtende Druckpasten zur Herstellung der Elektrodenstrukturen, als auch kalte bzw. Niedertemperatur-Beschichtungsverfahren zur Abscheidung von fouling-resistenten, permeablen Isolatorschichten zwischen bzw. auf den Elektrodenstrukturen gefunden bzw. entwickelt werden. Für die experimentelle Bestätigung der funktionalisierten Membranen wurden im weiteren Projektverlauf zwei Vakuum- Laborprüfstände (UFT und MARTIN Systems) genutzt, um die Permeabilitäten der funktionalisierten Membranen zu messen und ihre Funktion nachzuweisen (Abb.11). Anschließend lag der Fokus der Entwicklungsarbeiten vor allem auf der Reduzierung des Energiebedarfs der dielektrophoretisch-funktionalisierten Flachmembranmodule.

Nach erfolgreichem Abschluss der Laboruntersuchungen konnte im Frühjahr 2019 ein Upscaling des Laboraufbaus erfolgen und eine Pilotanlage mit einem geplanten Durchsatz von rd. 3,5 m<sup>3</sup>/d gebaut und auf einer Kläranlage in der Nähe von Bremen installiert werden. Diese Anlage (Abb. 12) dient nun bis zum geplanten Projektabschluss zum 31.12.2019 dem Sammeln von Daten und Erkenntnissen zu Leistung, Energiebedarf und vor allem der Lebensdauer der eingesetz-

#### Koordinator:

Dr.-Ing. José Ordóñez, MARTIN Systems GmbH

#### Projektpartner:

Universität Bremen, Zentrum für Umweltforschung und nachhaltige Technologien (UFT)

Nb technologies GmbH

Plasmatreat GmbH

Fraunhofer Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM-Bremen

Weser Umwelttechnik

#### Laufzeit:

01.10.2016 – 31.12.2019

[www.remember-projekt.de](http://www.remember-projekt.de)

ten funktionalisierten Flachmembranmodule um hier eine abschließende ökonomische Bewertung zu ermöglichen.

### Perspektiven für die Praxis

Bei einer positiven ökonomischen Bewertung des Betriebs der Pilotanlage kann die im Verbundprojekt REMEMBER entwickelte Technologie sehr schnell und einfach auf ein großes Produktportfolio bei MARTIN Systems GmbH übertragen werden und somit einen weltweiten Einsatz finden. Ganz im Sinne der Ziele der BMBF-Fördermaßnahme WavE besitzt die dergestalt optimierte Flachmembran-Ultrafiltration das Potenzial „... das Missverhältnis zwischen steigendem Wasserbedarf und begrenzten Wasserressourcen auszugleichen und der Wasserverknappung zu begegnen“ und dient damit vor allem der nachhaltigen Erhöhung der Wasserverfügbarkeit durch Wasserrückgewinnung.

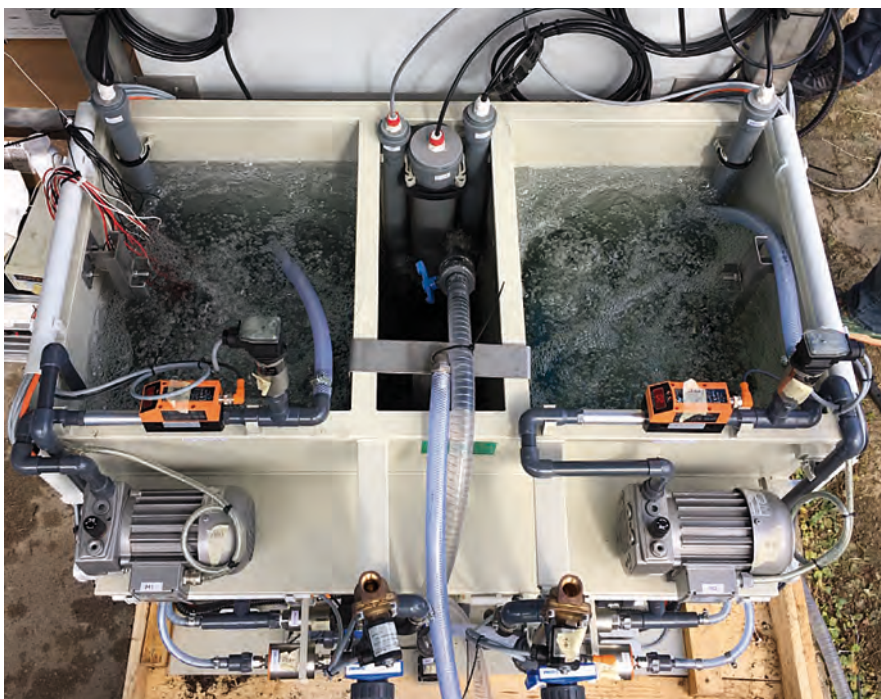


Abb. 12: Pilotanlage mit Filterkammern (links DEP, rechts Standard)