

Fakultät Umweltwissenschaften, Fachrichtung Hydrowissenschaften
Institut für Siedlungs- und Industrier Wasserwirtschaft, Professur für Verfahrenstechnik in Hydrosystemen

WavE-Statusseminar

innovat|ON

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

Prof. Dr.-Ing. André Lerch // Hanna Rosentreter

07.02.2023

innovat|ON

Selektive Entfernung monovalenter Ionen aus salzhaltigen Wässern

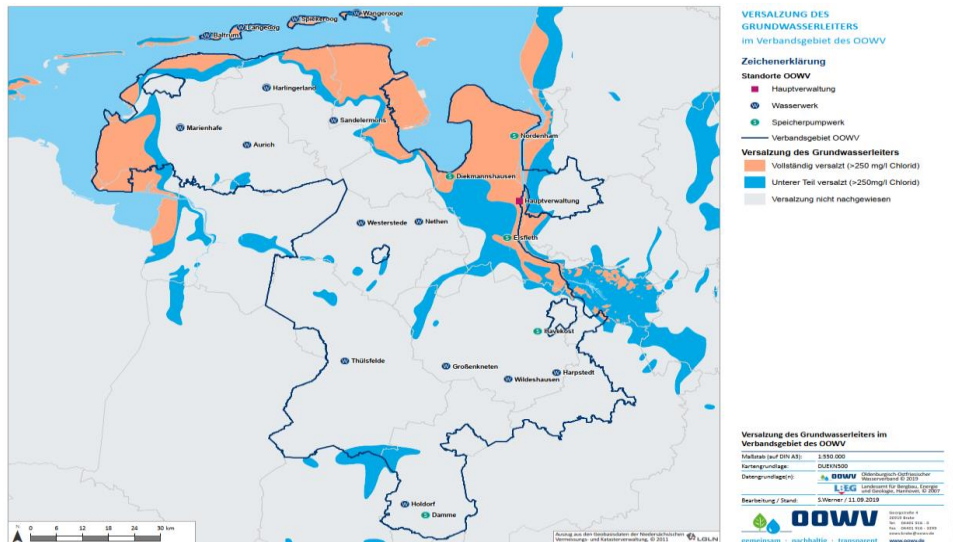
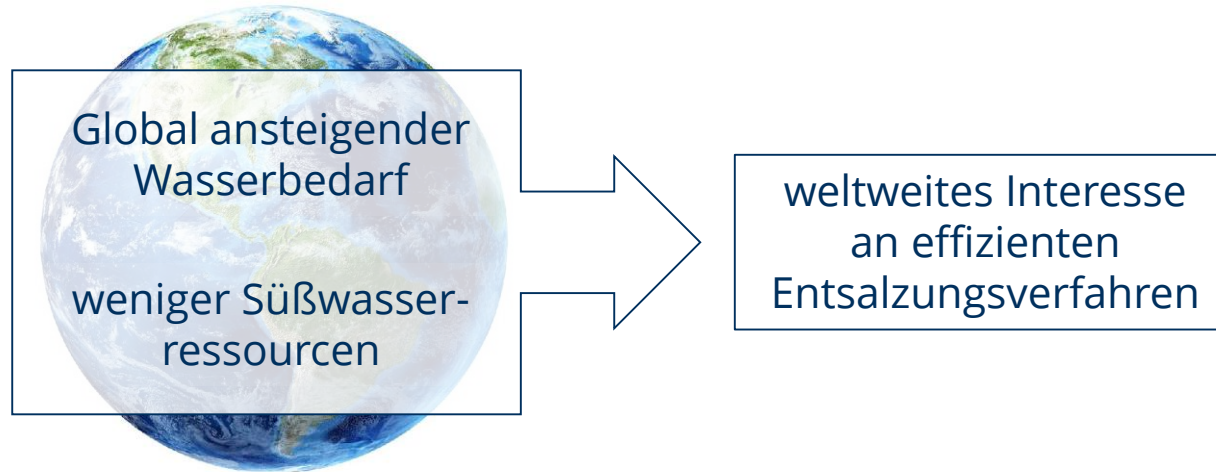


... das sind 11 Partner aus Forschung und Praxis:

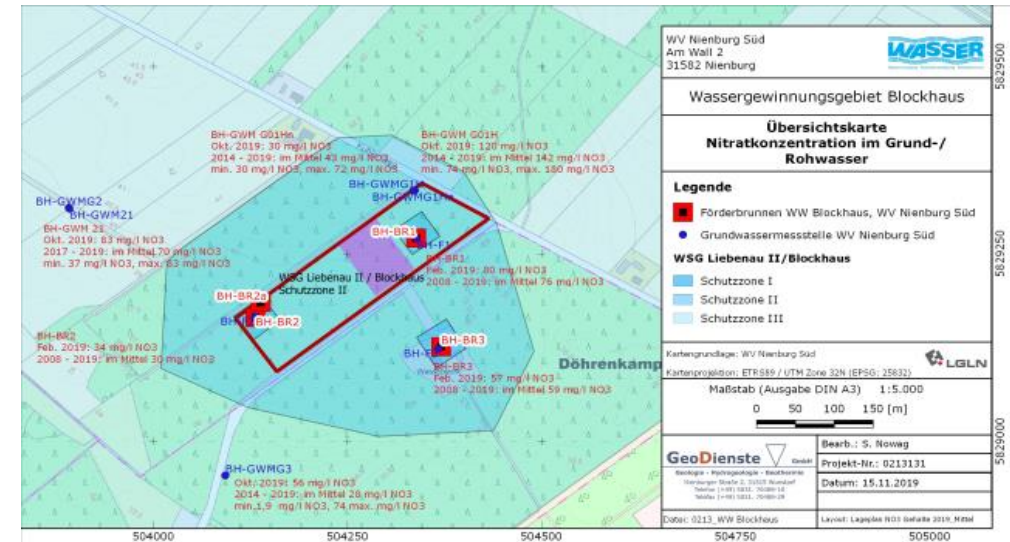


Präsenztreffen der innovat|ON-Partner in Dresden

Problematik

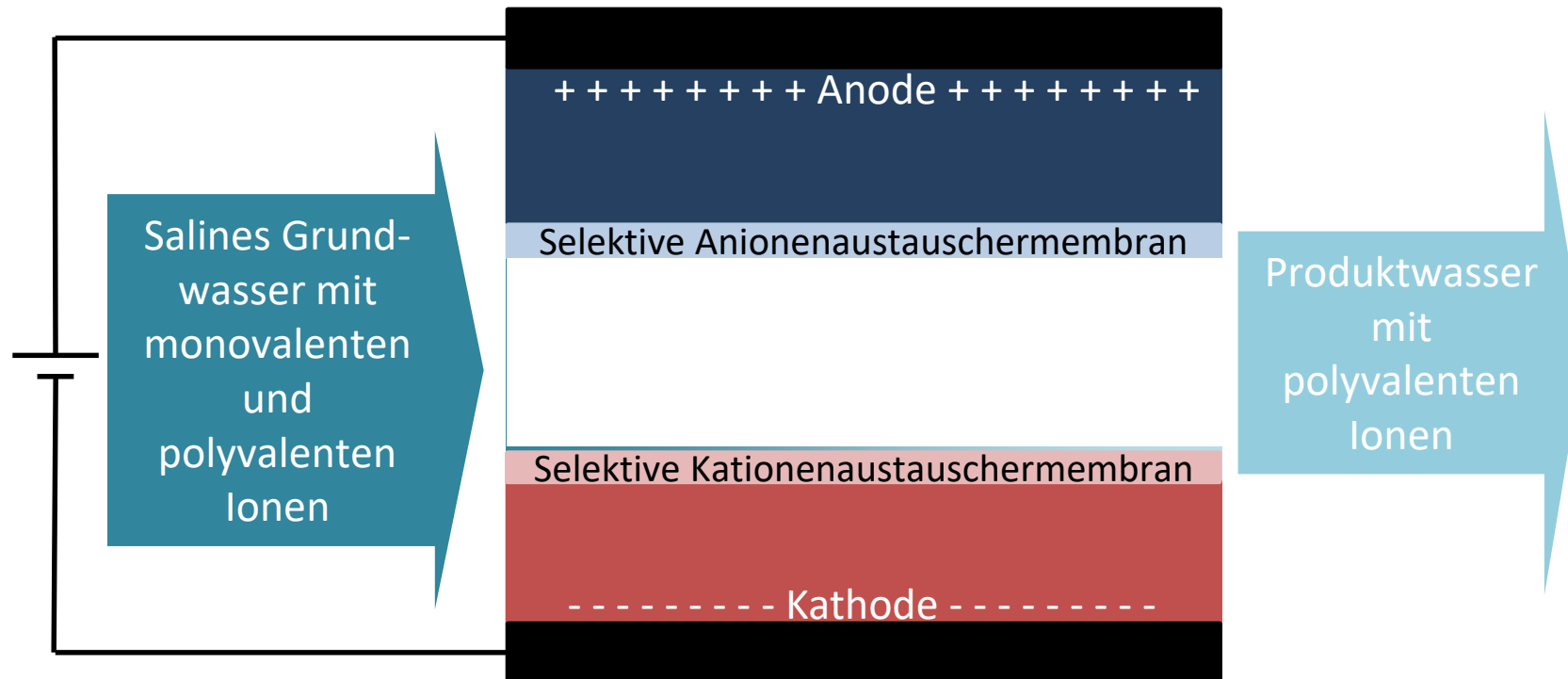


Darstellung der Versalzung des Grundwasserleiters im Verbandsgebiet der OOWV [NIBIS® Kartenserver 2021 LBEG, Hannover]



Auszug aus der Übersichtskarte Nitratkonzentration im Grund- und Rohwasser im Wassergewinnungsgebiet Blockhaus der KWN [KWN]

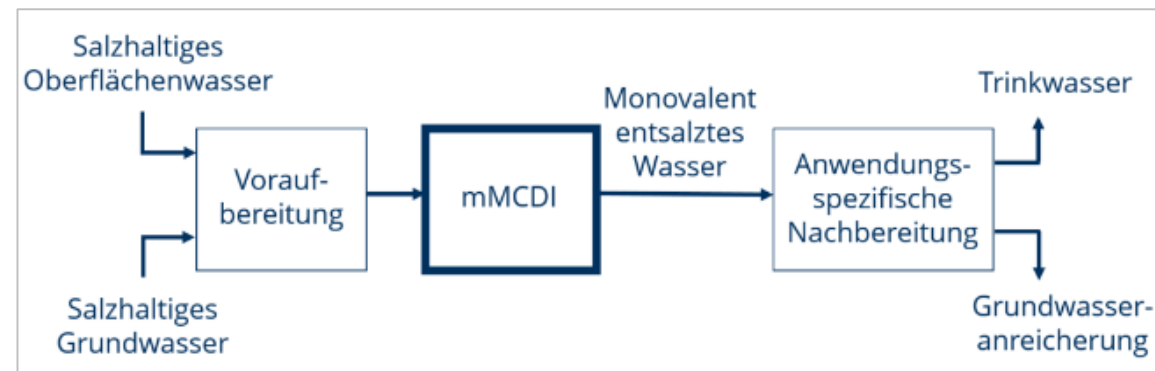
Idee von innovatION



Funktionsweise der monovalent selektiven membrangestützten kapazitiven Deionosation (mMCDI)

Ziele von innovatION

1. Entwicklung eines energieeffizienten, selektiven, **Entsalzungsverfahrens zur gezielten Entfernung monovalenter Ionen** aus salzhaltigem Grund- und Oberflächenwasser
2. Überprüfung **potenzieller Anwendungen und Einsatzgebiete** unter Berücksichtigung wasserchemischer, ökonomischer und ökologischer Aspekte.
3. Eruierung der **resultierenden Effekte** und Herausforderungen möglicher **Anwendungen**,
4. Entwicklung einer **ganzheitlichen** ökonomisch-ökologischen **Nachhaltigkeitsbewertung** zur Steuerung der betrieblichen **Ressourceneffizienz**.



Prinzip der Einbindung einer mMCDI zur direkten Aufbereitung salzhaltiger Wässer

Modul- und Anlagenbau



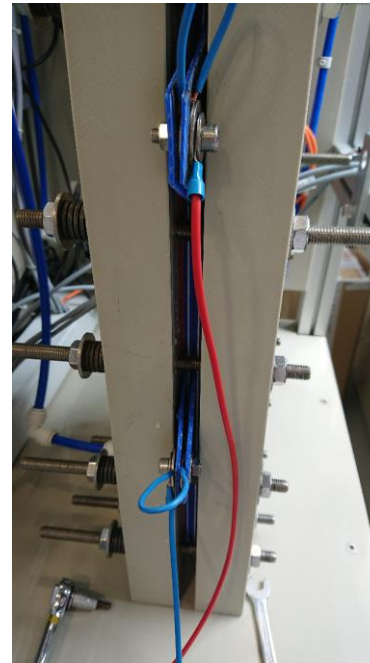
elkoplan
staiger GmbH
Automation

Laborversuchsanlage:

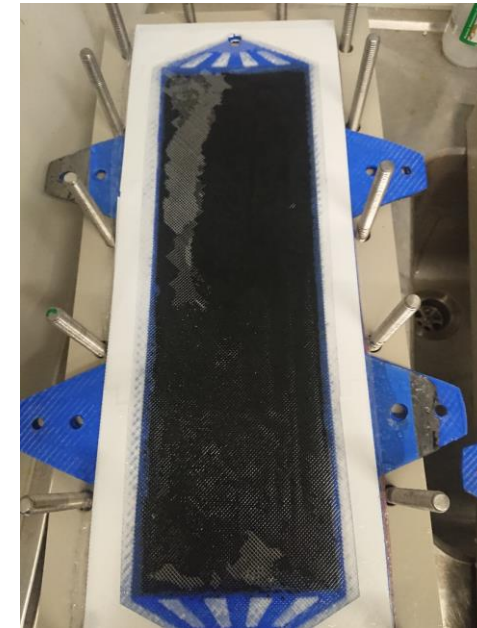
- 4-20 L/h
- Elektrodenfläche einer Zelle: 500 cm²

Pilotanlage wird derzeit aufgebaut:

- 30-100 L/h
- Elektrodenfläche einer Zelle: ca. 3600 cm²



mMCDI Modul rechts



Laborversuchsanlage (links)



Membranentwicklung

Selektivität durch:

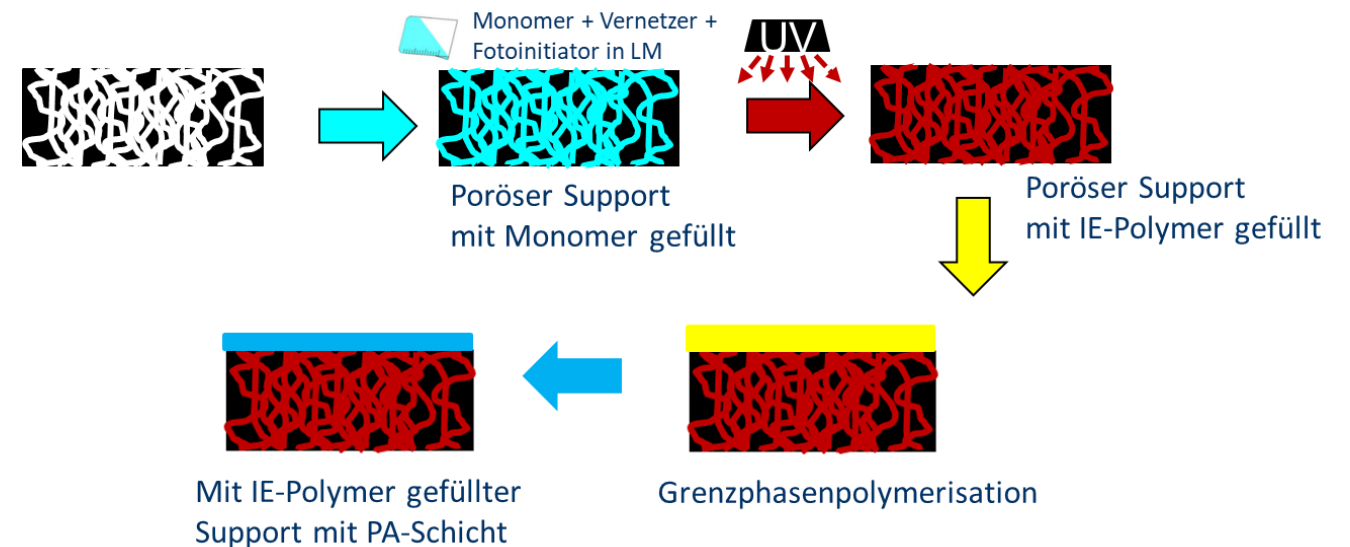
- Größenausschluss, Ladungsausschluss, Transporteffekte

Basismembran:

- Standard Elektrodialysmembran
- NF Membran FUMATECH
- Vliesmembran

Modifizierung durch:

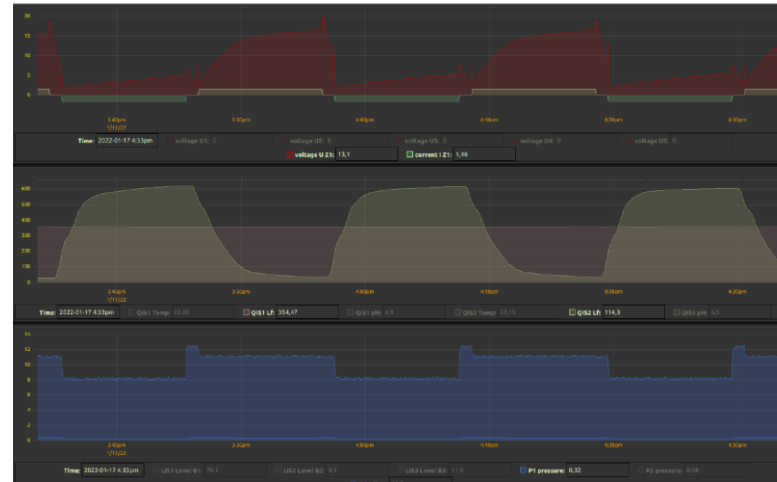
- Beladung mit Ionenaustauscherpolymeren
- Grenzphasenpolymerisation
- Aufbringung entgegengesetzter/neutraler Ladung
- ...



Herstellung porengefüllter Ionenaustauschermembranen [IPF]

Digitalisierung

- Steuerung und grafische Visualisierung über eine Website
- Fernsteuerung über VPN möglich
- Niedrigspannung: ca. 2 V
- Zukünftig soll eine energieeffiziente Prozessregelung erfolgen



Online Datenaufzeichnung (links) [elkoplan]

elkoplan
staiger GmbH
Automation

innovation - Lab. TU Dresden
 elkoplan 3786/2021-Lab1 info@elkoplan.de

Log out | show/hide did | show/hide trends | show/hide measurements

Off
 step time: 0 (0) seconds
 Stop Start

PLC status: run
 fitness: 100 %
 PLC-site, DataLogs, Alarmlists
 set PLC to run

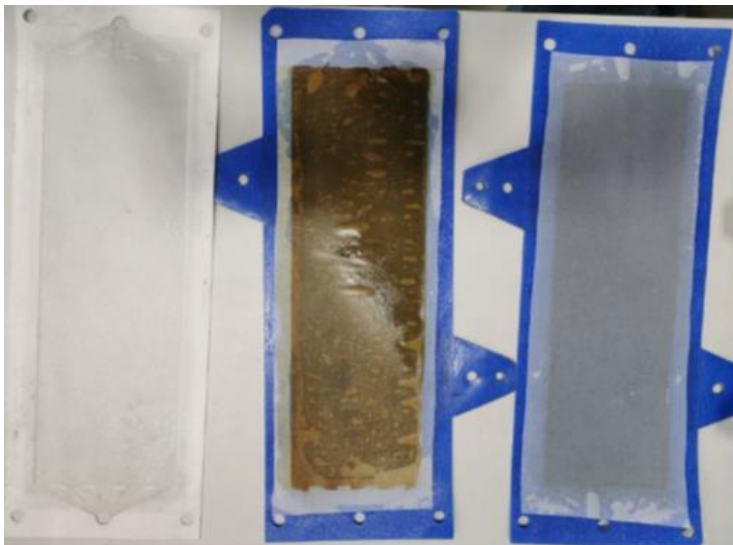
cip neutral | cip acid | cip caustic | mixing | rinse filter | rinse stack

≡ LIS1	≡ FIS1	≡ PIS1	≡ QIS1 pH
0 %	0 l/h	-1 bar	2 pH
≡ PIS2	≡ QIS2 pH	≡ QIS2 Lf	≡ QIS2 °C
-1 bar	2 pH	0 µS/cm	0 °C
≡ Z1 U1	≡ Z1 U2	≡ Z1 U3	≡ Z1 U4
0 V	0 V	0 V	0 V
≡ LIS3	≡ ΔP	≡ Δ pH	≡ Δ Lf
0 %	0 bar	0 pH	367.5 µS/cm

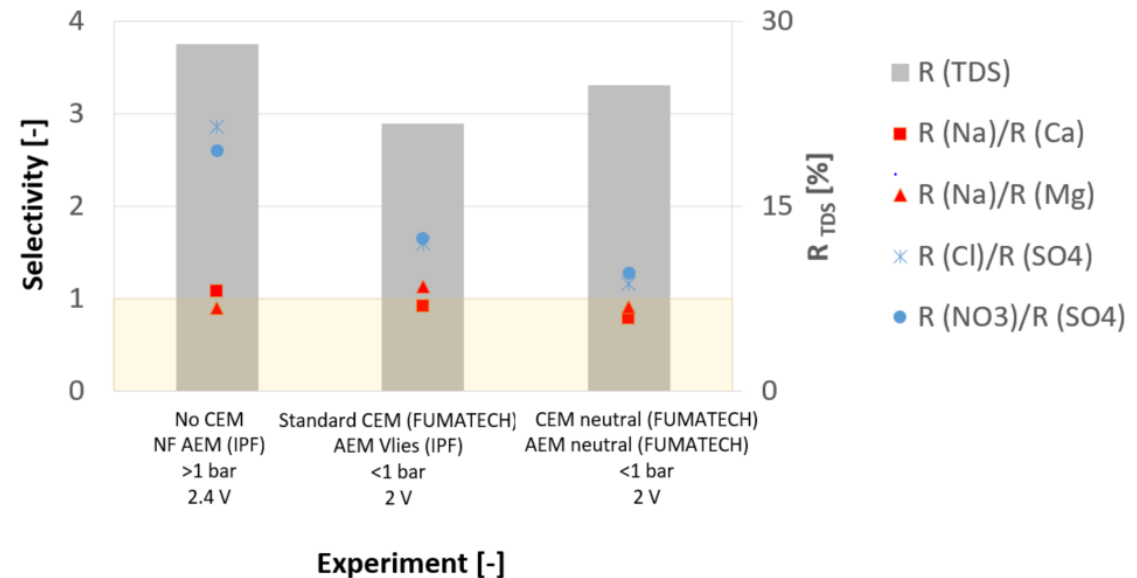
Grafische Umsetzung des Mess- und Steuerungssystem der Laborversuchsanlage (rechts) [elkoplan]

Entsalzung - Experimente

- Kurzzeitexperimente (ca. 2 h) & Langzeitexperimente bis zu 2 Wochen
- Untersuchung verschiedener Einflüsse auf selektive Entsalzungsleistung und Energieverbrauch:
 - Membranen, elektrische Spannung, Durchfluss, Temperatur, Prozessablauf, Feedwasserqualität, Elektroden, Druck



Spacer, Anionen- und Kationenaustauschermembran (v.l.n.r.) nach zweiwöchiger Entsalzung



Rückhalt monovalenter Ionen gegenüber polyvalenter Ionen und Gesamtrückhalt von verschiedenen Prozessparametern

Praxisversuche

Mittelwerte der salzhaltigen Grundwasserkonzentrationen von Pilotstandorten und Grenzwerte für die Trinkwasseraufbereitung und Bewässerung für die Untersuchung der Betriebsbereiche für die mMCDI

	TW-grenzwerte	Grenzwerte Bewässerung	Nienburg, WW BH BR 1	Langeoog GWM 112
Daten-grundlage	TrinkwV 2001; WHO, 2011	Ayers and Westcot, 1985	2014-2020 KWN, 2021	2021-2022 TUD-VTH
TDS [mg/l]	600	450	308	1279
NO₃⁻ [mg/l]	50	130	80	<1
Cl⁻ [mg/l]	250	106	45	625
Na⁺ [mg/l]	200	69	23	315

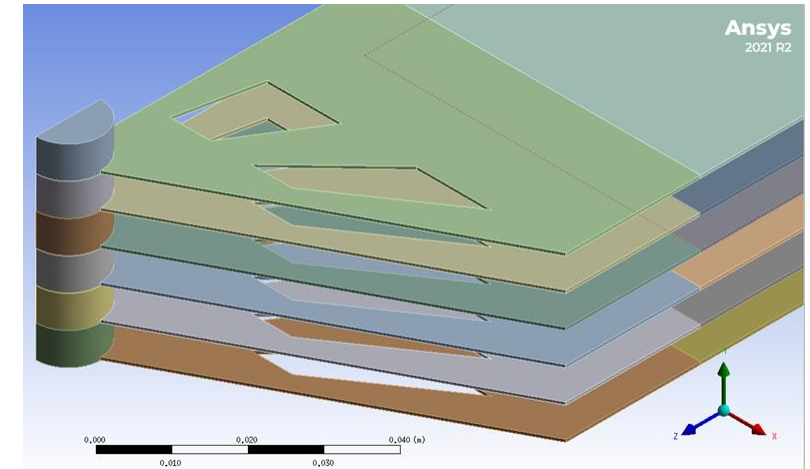


Trinkwasserwerk auf Langeoog (OOWV, oben) und in Nienburg (KWN, unten)

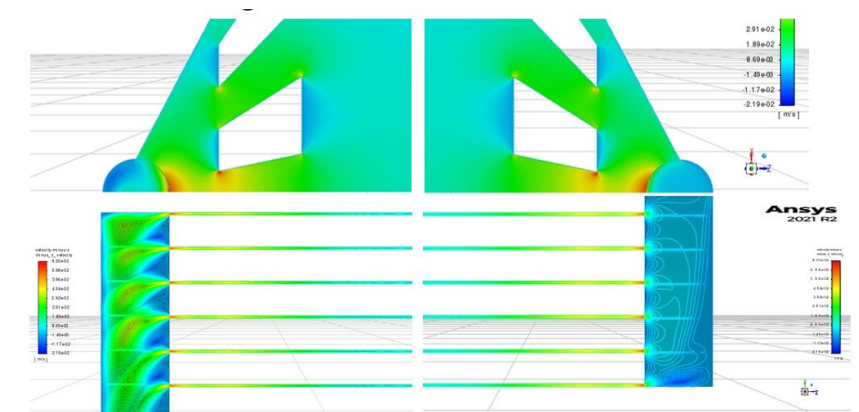
- Betrieb der Pilotanlage für einen selektiven Rückhalt von NaCl ab April 2023 auf Langeoog
- Betrieb der Pilotanlage für einen selektiven Rückhalt von NO₃⁻ in Nienburg

Entsalzung - Modellierung

- Strömungsmodelle zur Ermittlung und Optimierung der Strömungsverteilung
- Implementierung des Prozessmodells in ANSYS FLUENT
- Modellierung der Adsorptionskapazität zum Ableiten von geeigneten Betriebsparametern (Betriebsintervalle, Betriebsspannung, ...)



Darstellung des Einlaufbereichs eines mMCDI Moduls



Fließgeschwindigkeit im mMCDI Modul

Grundwasseranreicherung – Experimente & Modellierung



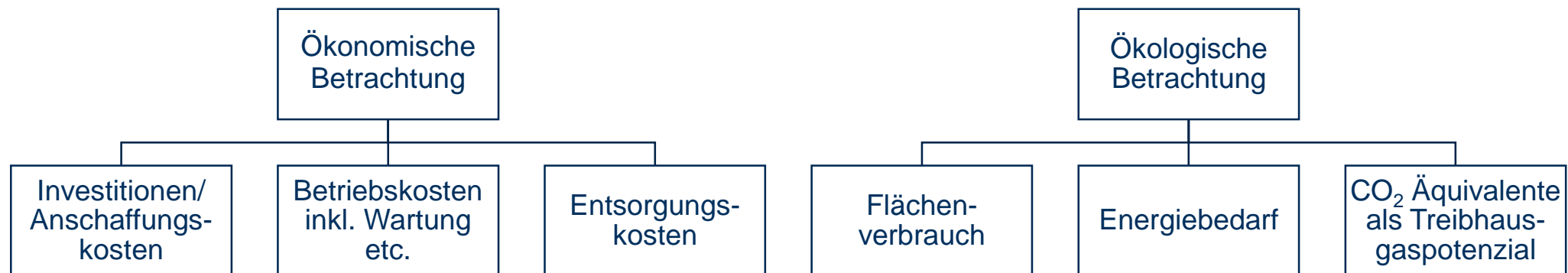
- Säulenversuche zur experimentellen Analyse von geochemischen Wechselwirkungen
- Analyse der Sedimenteigenschaften aller Standorte auf Langeoog
- Spurenelementanalyse von Sanden und Wasserproben nach Infiltration
- Geochemische & numerische Modellierung



Bodensäulenversuche der UOL (oben) mit Bodenproben von Langeoog (u.l.) und Vorort-Grundwasserqualitätsmessung (u.r.)

Nachhaltigkeitsbewertung

- Ökonomische und ökologische Nachhaltigkeitsbewertung
- Betrachtung der Konzentratbehandlung
- Besichtigung und Befragung der Membran- und Modulhersteller → Aufstellung von Prozessketten
- Durchführung einer Multikriterienanalyse



Parameter der Multikriterienanalyse

Öffentlichkeitsarbeit



TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN



Anforderungen an die selektive Entsalzung in der Praxis

Online Workshop am 07.03.2022

GEFÖRDERT VON



Bundesministerium für Bildung und Forschung




IFAT Munich



FH-DGGV



TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

Wissenschaftsjahr 2022
Nachgefragt!

Eine Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung

Wasser nach unserem Geschmack

Wasser bedarfsorientiert entsalzen

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 natürlichen, im Untergrund vorkommenden Salzvorkommen beeinflusst wird, weist unter anderem oft erhöhte Konzentrationen an Natrium und Chlorid auf. Zusätzlich gelangt Nitrat aus der Düngung in der Landwirtschaft ins Grundwasser.


Obwohl die Wasserversorgung in Deutschland exzellent ist, gefährden auch in Deutschland hohe Salzkonzentrationen die Grundwasserqualität und somit die regionale Trinkwasserversorgung.

Ziel des vom BMBF geförderten Forschungsvorhabens „innovatION“ ist die Entwicklung eines innovativen und energieeffizienten Entsalzungsverfahrens zur gezielten Entfernung einwertiger Ionen wie Natrium, Chlorid und Nitrat aus salzhaltigen Wässern ohne eine Vollentsalzung durchführen zu müssen.

Verschiedene Partner aus der Forschung, Industrie und Praxis arbeiten zusammen daran, die sogenannte monovalente membrangestützte Kapazitive Deionisation (mMCDI) weiterzuentwickeln, welche anschließend in Niedersachsen getestet werden soll.

Haben Sie Fragen?
QR Code scannen oder Link aufrufen und fragen!

www.innovat-ion.de/




www.innovat-ion.de

innovatION

PROJEKT | VERÖFFENTLICHUNGEN | VERBUNDPARTNER

Gefördert vom




Bundesministerium für Bildung und Forschung

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung

WavE

Projektkoordination



Technische Universität Dresden

Prof. Dr.-Ing. André Lerch
Professor für Verfahrenstechnik in Hydrosystemen

TEL: +49 251 463-27437
E-Mail: andrea.lerch@tu-dresden.de

News

- 01.11.2022 **WavE II: Einladung auf Satzungstermin...**
AM 7. UND 8.2.2023 FINDET DAS SATZUNGSTERMIN DER BMBF-FÖRDERERKONFERENZ DER BMBF-FÖRDERERKONFERENZ "WASSERTECHNOLOGIEN IN FRANKFURT" STATT. FÜR DAS ZWISCHENGEHEFTE TRIFFEN KAMMEN IN HYDRO...
- 05.10.2022 **Hydrate: quartalweises Strömung...**
AM 04. UND 05. OKTOBER 2022 FAND DIE 5. QUARTALWEISE STRÖMUNG VON INNOVATION LAB ES NACH 1200 ONLINE BEISPIEL CHANGES ENLICH WIEDER EIN PRÄSENZTREFFEN AM 16.08.22 HADEN SICH DIE...
- 04.10.2022 **Projektarbeiten und Probefahrten...**
ZUM BEGRIFFST WOVON INNOVATION LAB ES NACH 1200 ONLINE BEISPIEL CHANGES ENLICH WIEDER EIN PRÄSENZTREFFEN AM 16.08.22 HADEN SICH DIE...

Projekt innovatION

Kurzbeschreibung | Ziele | Arbeitsschwerpunkte | Hintergrundinformationen

Aufgrund des global ansteigenden Wasserbedarfs und den sinkenden zur Verfügung stehenden Süßwasserressourcen, besteht ein weltweites Interesse an effizienten Entsalzungsverfahren. Süßwasser, das vom Meer oder von geogenen Salzvorkommen beeinflusst wird, enthält ca. a erhöhte Konzentrationen einwertiger Ionen (Natrium und Chlorid), die auch mit steigendem Ionen, wie Magnesium und Calcium, Nitrat und Sulfatkonzentrationen resultieren. Eine vollständige Entsalzung ist nicht sinnvoll, sondern lediglich nur eine Veränderung der monovalenten Ionen nötig. Hierfür werden selektive Membranen für einen spezifischen Durchsatz monovalenter Salze entwickelt, die in Kombination mit einer innovativen Membran-Technologie Verfahren in Labor- und Pilotanlagen verläuft. Mit den Anlagen werden Untersuchungen zur Identifikation optimierter Prozess- und Anlagenparameter in Abhängigkeit unterschiedlicher Rohwasserqualitäten und Aufbereitungsstufen durchgeführt. Es wird geprüft, welche monovalenten Ionen und Herausforderungen bei der Grundwasserentnahme und der Trinkwasserherstellung gegeben sind. Die entwickelte Technologie wird anhand einer geschlossenen (kreislaufwirtschaftlichen) Nachhaltigkeitsbewertung (Environmental Footprint) gegenüber den konventionellen Verfahren (Umkehrosmose) analysiert. Durch die Wahl der Partner aus Industrie, Wissenschaft und Praxis ist die Kommunikation in der Lage, Anlagen zu bauen und die innovative Technologie bei Partnern vor Ort zu testen und zu bewerten. Die Ergebnisse liegen somit maßgeblich zur Sicherung der Wasserressourcen, national wie international, bei.

Veröffentlichungen

Presse

- 01.07.2022 **OOV**
Präsentation von OOV
OOV PRÄSENZTREFFEN BEI BUNDESWEITEM FORSCHUNGSPROJEKT SALZ ALS WEGE ZU HOLZ- UND GASGRÜNZWÄSSE...
- 03.03.2022 **WavE**
Präsentation von WavE
MIT "INNOVATION" NATIONALE UND INTERNATIONALE WISSENSCHAFTLICHEN FORSCHUNGSPROJEKT ENTWICKELT NACHHALTIGES...

Publikationen

- 2011-2022 **hener Membran**
24. November 2021
DAS ANCHER MEMBRAN HOLLANDSCHE (AMH) FINDET TRAFICHELL ALLE 2 JAHRE...
- 2011-2022 **EMS**
24. November 2021
DIE EUROPEAN MEMBRANE WIRD VON DER EUROPAN MEMBRANE SOCIETY (WWW.EMSC.ORG)...
- 01.06.2022 **MEMBRAN**
24. November 2021
AUS DER EUROPÄISCHEN MEMBRAN 2022 WURDEN DIE AKTUELLEN ERKENNTNISSE ZU MEMBRANEN ENTWICKELT...



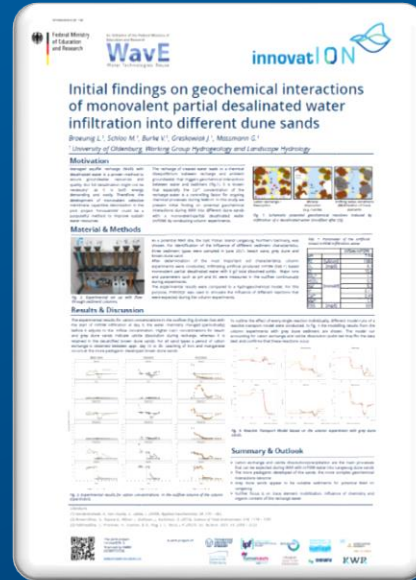
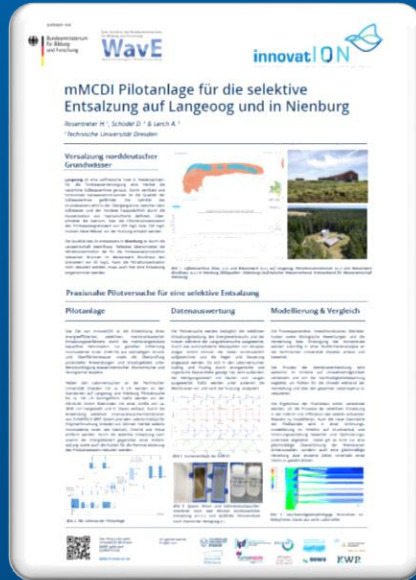
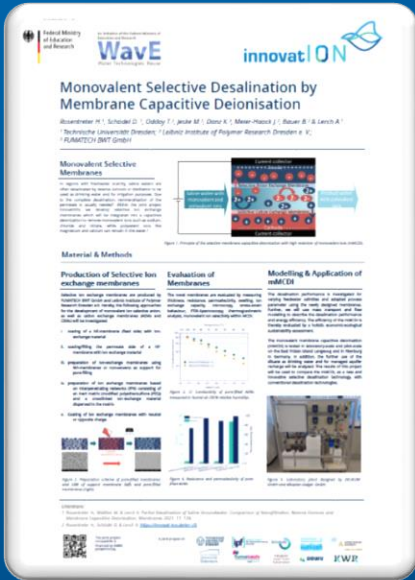
MELPRO
membrane and electromembrane processes

September 18 - 21, 2022
Prague, Czech Republic

www.melpro.cz

The Special Edition of
EuroMembrane 2022

20-24 November 2022 Sorrento (Naples, Italy)



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

www.innovat-ion.de