





innovatION – Inhalte, Ablauf, Ziele

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

Projektkoordinator Prof. Dr.-Ing. André Lerch andre.lerch@tu-dresden.de

Projektinhalt

Auf Grund des global ansteigenden Wasserbedarfs und den immer weniger zur Verfügung stehenden Süßwasserressourcen besteht ein weltweites Interesse an effizienten Entsalzungsverfahren. Süßwasser, das vom Meer oder von geogenen Salzvorkommen beeinflusst wird, enthält u. a. erhöhte Konzentrationen einwertiger (monovalenter) Ionen, wie Natrium und Chlorid, als auch mehrwertige Ionen, wie Magnesium und Calcium. Hohe Nitrat- und Sulfatkonzentrationen resultieren hingegen meist aus landwirtschaftlichem Einfluss. Eine vollständige Entsalzung ist nicht sinnvoll, sondern lediglich eine Verminderung der monovalenten Ionen nötig. Hierfür werden selektive Membranen für einen spezifischen Rückhalt monovalenter Salze entwickelt und in neukonstruierten Modulen für den Einsatz in einem elektrochemischen Verfahren in Labor- und Pilotanlagen verbaut (Abb. 1).

Mit den Anlagen werden Untersuchungen zur Identifikation optimierter Prozess- und Anlagenparameter in Abhängigkeit unterschiedlicher Rohwasserqualitäten und Aufbereitungsziele durchgeführt. Es wird geprüft, welche resultierenden Effekte und Herausforderungen bei der Grundwasseranreicherung und der Trinkwasseraufbereitung gegeben sind (Abb. 2). Die entwickelte Technologie wird anhand einer ganzheitlichen ökonomisch-ökologischen Nachhaltigkeitsbewertung beurteilt und internationalen Zielgrößen wie den 17 Nachhaltigkeitszielen gegenübergestellt, um Handlungsempfehlungen abzuleiten. Durch die Wahl der Partner aus Industrie, Wissenschaft und Praxis ist das Konsortium in der Lage, Anlagen zu bauen und die innovative Technologie bei Praxispartnern vor Ort zu testen und zu bewerten. Die Ergebnisse tragen somit maßgeblich zur Sicherung der Wasserressourcen, national wie international, bei.

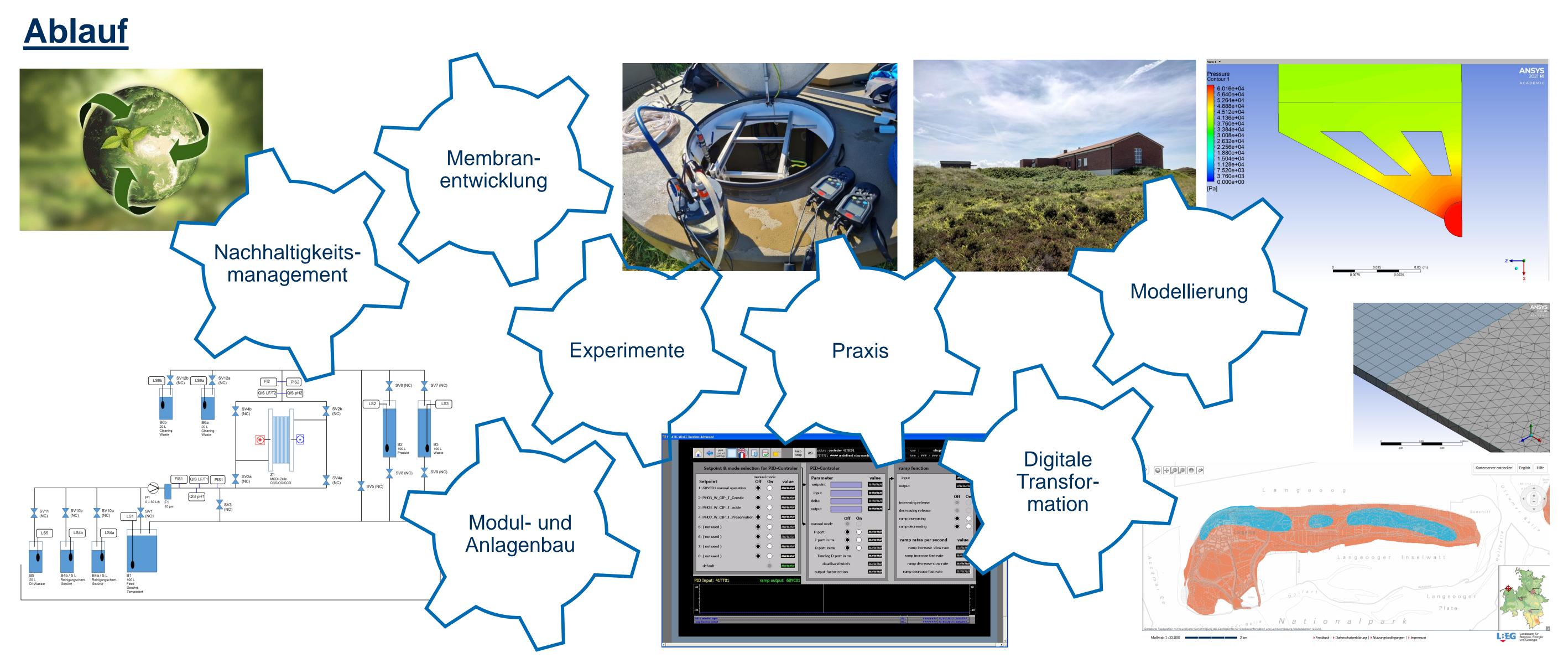


Abb. 1: Prinzip der Einbindung einer mMCDI zur direkten Aufbereitung salzhaltiger Wässer im Verbundprojekt innovatION [Bildquellen: Oldenburg-Ostfriesischer Wasserverband, elkoplan staiger GmbH, Deukum GmbH, elkoplan staiger GmbH, Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, TU Dresden]

Ziele

- 1. Entwicklung von monovalenten, permselektiven lonenaustauschermembranen zur Einbindung an kapazitiven polaren oder bipolaren Elektroden (mMCDI-Technologie),
- 2. Identifikation optimierter Prozess- und Anlagenparameter der mMCDI in Abhängigkeit der unterschiedlichen Rohwasserqualitäten und Aufbereitungsziele sowie Transfer in die Praxis,
- 3. Eruierung der resultierenden Effekte und Herausforderungen möglicher Anwendungen,
- 4. Entwicklung einer ganzheitlichen ö haltigkeitsbewertung zur St Ressourceneffizienz.

eitlichen **ökonomisch-ökologischen Nach**zur Steuerung der betrieblichen

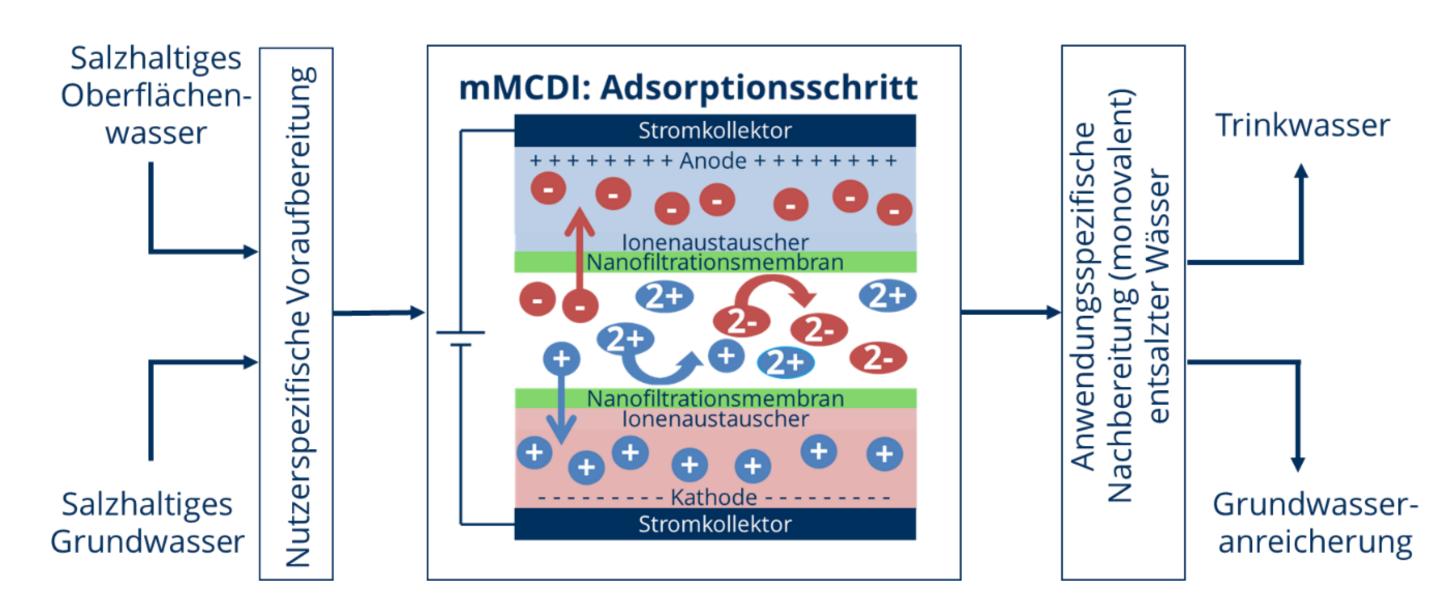


Abb. 2: Prinzip der Einbindung einer mMCDI zur direkten Aufbereitung salzhaltiger Wässer

Ein gemeinsames Projekt von:

BMBF-Förderkennzeichen: 02WV1572



UNU-FLORES





DEUKUM







Kreisverband für

Wasserwirtschaft





Leibniz-Institut

für Polymerforschung









innovatION – Technologieentwicklung

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

Projektkoordinator Prof. Dr.-Ing. André Lerch <u>andre.lerch@tu-dresden.de</u>

<u>Ionenaustauscher – Membranen</u> <u>und Komposite</u>

Konventionelle kapazitive Deionisation (CDI) entfernt lonen aus einer Lösung, indem diese in einem elektrischen Feld zur jeweils entgegen-gesetzt geladenen Elektrode wandern und adsorbieren. Um dies bei Reinigung mit Ladungsumkehr an der anderen Elektrode zu verhindern, sind bei der MCDI Kationenund Anionenaustauschermembranen vor den Elektroden verbaut.

Eine Weiterentwicklung stellt die gezielte Entfernung von monovalenten lonen dar (mMCDI). Dies kann durch spezielle lonenaustauschermembranen und –komposite für monovalente lonen realisiert werden, welche verhindern, dass mehrwertige lonen in die Adsorptionsflächen wandern.

Nachhaltigkeitsbewertung

Anhand von Lebenszykluskosten- bzw. Materialflusskostenrechnung und durch die Ermittlung einer Ökobilanz werden Einschätzungen zur Ressourceneffizienz und Handlungsempfehlungen entwickelt.

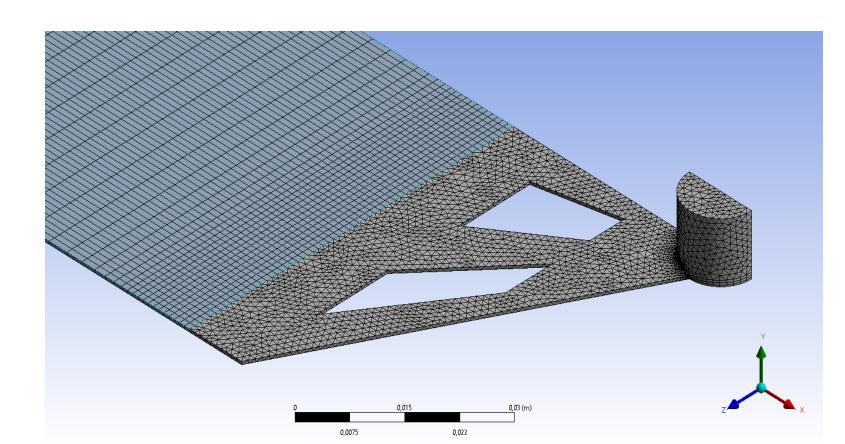


Abb. 2: Aufbau eines hybriden Rechenenetzes

Modulentwicklung

Ausschlaggebend für die Kapazität sind die Adsorptionsflächen an den Elektroden. In einem früheren Projekt konnte eine hohe Kapazität und ein geringer elektrischer Widerstand mit einem Komposit aus flüssigem Ionenaustauscherharz und speziell aktivierten Aktivkohlepartikeln erreicht werden.

Darüber hinaus soll das neue mMCDI-Modul mittels **bipolaren Elektroden** aufgebaut werden, um Betriebsprobleme zu vermeiden.

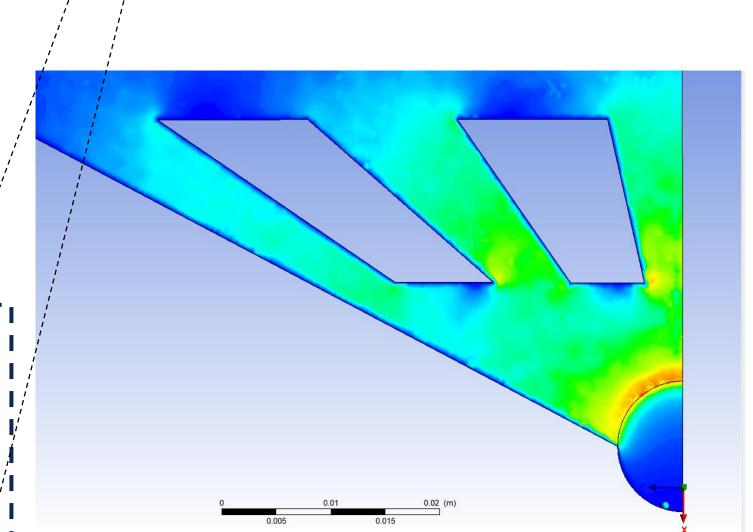


Abb. 3: Beispiel für Geschwindigkeitsbereiche

Abb. 5: Membranen für spezifische Ionenleitfähigkeiten [FUMATECH BWT GmbH]

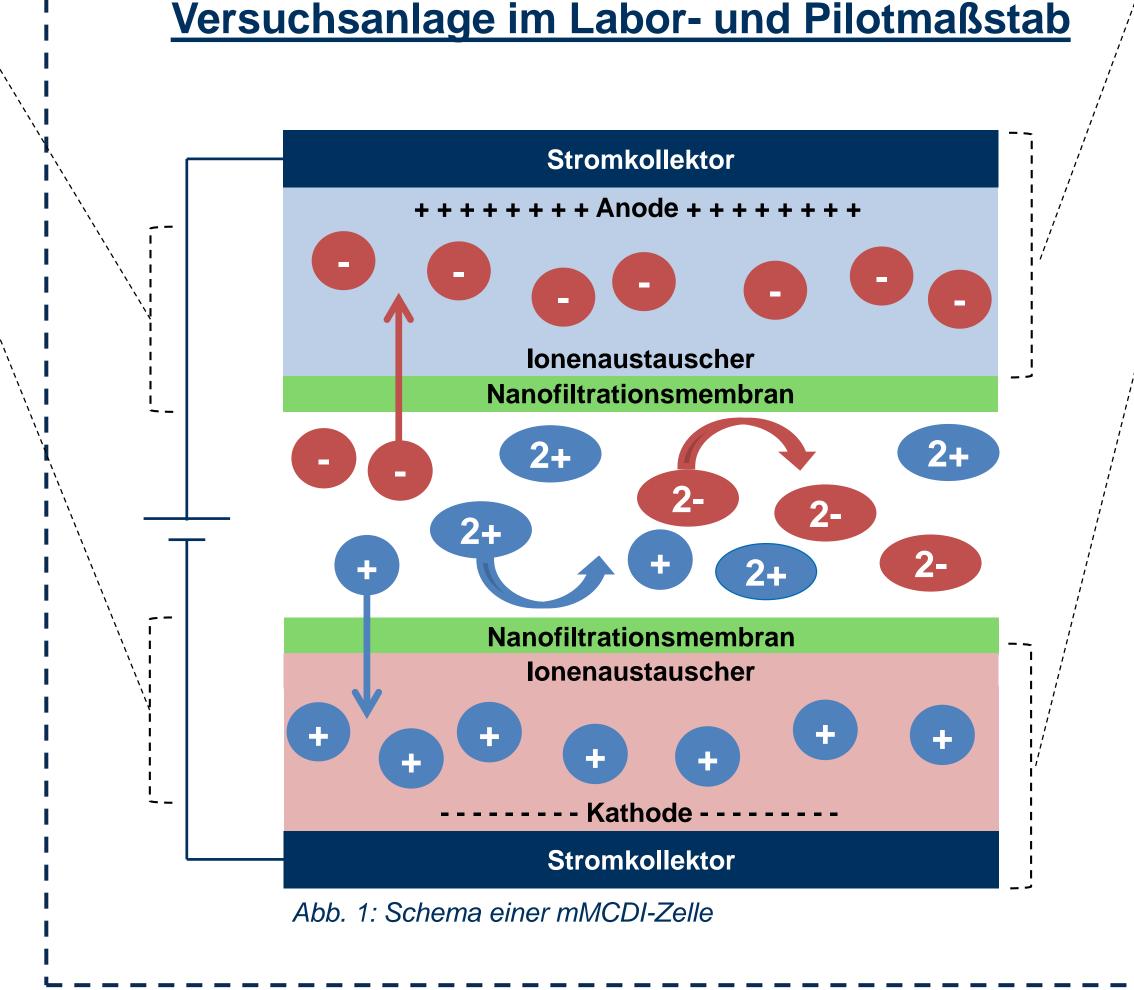
Automatisierung und digitale Transformation

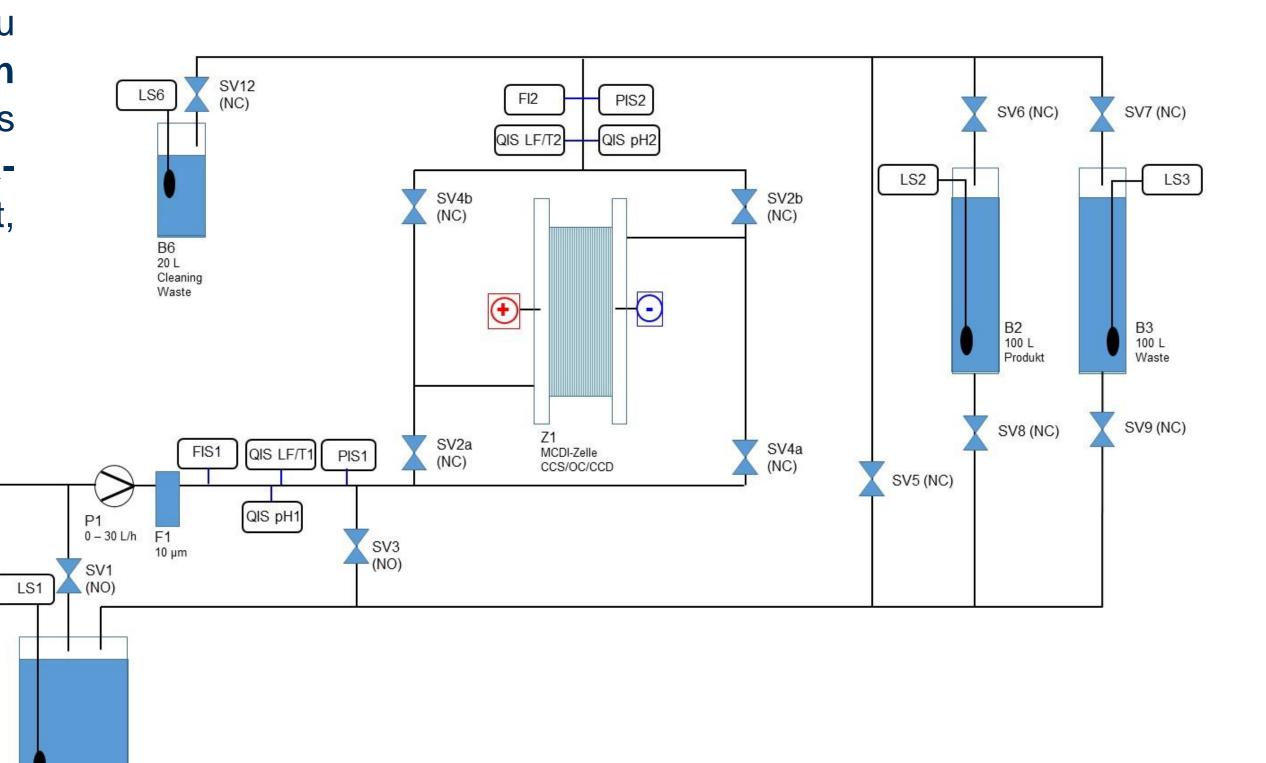
Einbindung digitaler **Schnittstellen** zur Datenerhebung werden genutzt, um die Prozesse an der Anlage datenbasiert zu visualisieren, zu optimieren und zu **automatisieren**. Das hierfür notwendige MSRwird entwickelt, Konzept erprobt und optimiert.

> SV11 (NC)

SV10 (NC)

Abb. 4: Verfahrensfließschema





<u>Modellierung</u>

Für den Modulund Anlagenbau **CFD** Modellierungen werden durchgeführt. Zunächst wird Auslegung Fokus die auf im Modulbau gelegt und mit zunehmenden Projektfortschritt kann durch Kopplung multiphysikalischer Modelle sowie Parametrisierung der Fokus auf die Optimierung der Anlagenparameter Prozess- und gelegt werden.

Laborversuche

Experimente zur Charakterisierung und Validierung der entwickelten Module werden an Testzellen, Laboranlagen und Bodensäulen durchgeführt. Sie dienen der Evaluierung der entwickelten Membranen in Kombination mit den kapazitiven Elektroden, der Eruierung von Fouling- und Scalingvorgängen sowie Entwicklung der Reinigungsprozesse. Darüber hinaus werden Pilotanlagenversuche mit gleichen und erweiterten Einstellungen auch im Labor durchgeführt um den Untersuchungsraum des Pilotanlagenbetriebs zu erweitern.

Ein gemeinsames Projekt von:

BMBF-Förderkennzeichen: 02WV1572





















Kreisverband für

Wasserwirtschaft







innovatION – Technologieentwicklung

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

Projektkoordinator Prof. Dr.-Ing. André Lerch <u>andre.lerch@tu-dresden.de</u>

<u>Ionenaustauscher – Membranen</u> <u>und Komposite</u>

Konventionelle kapazitive Deionisation (CDI) entfernt lonen aus einer Lösung, indem diese in einem elektrischen Feld zur jeweils entgegen-gesetzt geladenen Elektrode wandern und adsorbieren. Um dies bei Reinigung mit Ladungsumkehr an der anderen Elektrode zu verhindern, sind bei der MCDI Kationenund Anionenaustauschermembranen vor den Elektroden verbaut.

Eine Weiterentwicklung stellt die gezielte Entfernung von monovalenten lonen dar (mMCDI). Dies kann durch spezielle lonenaustauschermembranen und -komposite für monovalente lonen realisiert werden, welche verhindern, dass mehrwertige lonen in die Adsorptionsflächen wandern.

Nachhaltigkeitsbewertung

Anhand von Lebenszykluskosten- bzw. Materialflusskostenrechnung und durch die Ermittlung einer Ökobilanz werden Einschätzungen zur Ressourceneffizienz und Handlungsempfehlungen entwickelt.

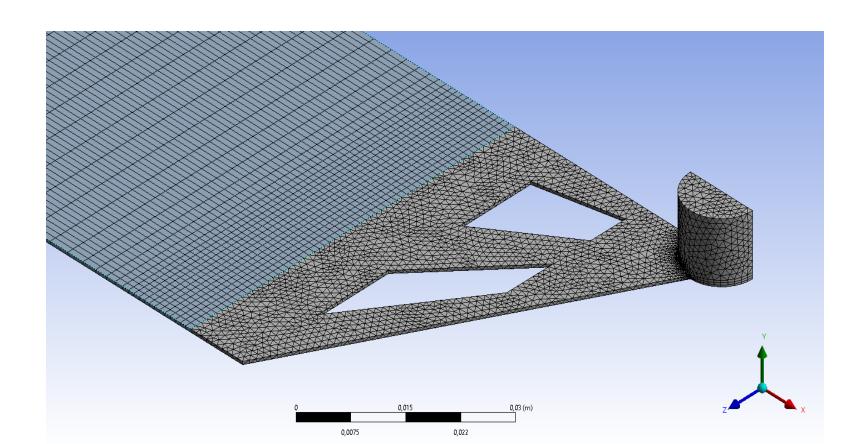


Abb. 2: Aufbau eines hybriden Rechenenetzes

Modulentwicklung

Ausschlaggebend für die Kapazität sind die Adsorptionsflächen an den Elektroden. In einem früheren Projekt konnte eine hohe Kapazität und ein geringer elektrischer Widerstand mit einem Komposit aus flüssigem lonenaustauscherharz und speziell aktivierten Aktivkohlepartikeln erreicht werden.

Darüber hinaus soll das neue mMCDI-Modul mittels **bipolaren Elektroden** aufgebaut werden, um Betriebsprobleme zu vermeiden.

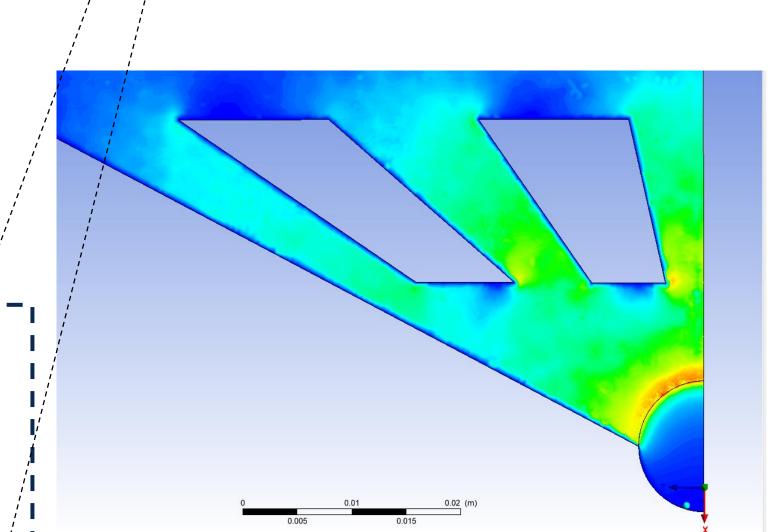
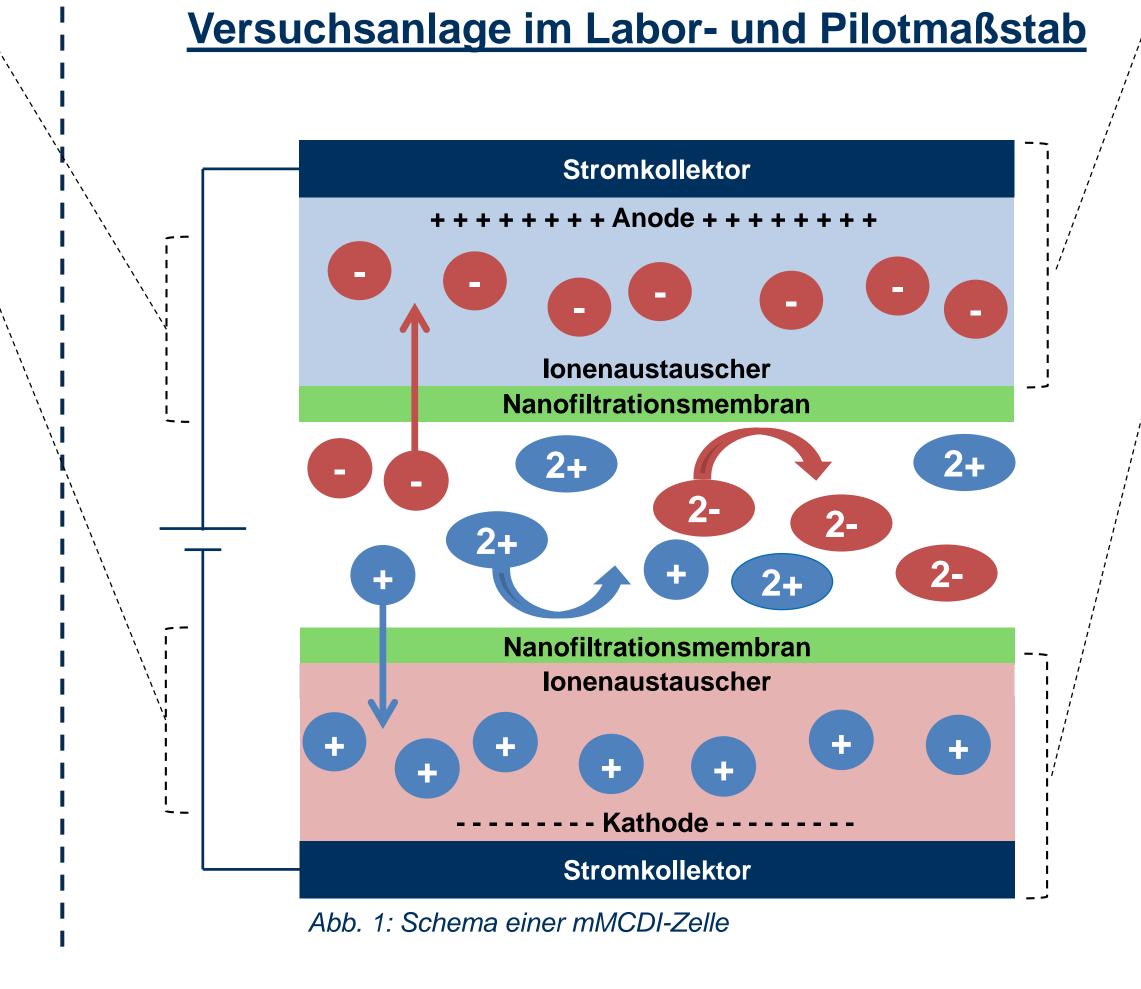


Abb. 3: Beispiel für Geschwindigkeitsbereiche

Automatisierung und digitale Transformation

Die Einbindung digitaler
Schnittstellen zur
Datenerhebung werden
genutzt, um die Prozesse an
der Anlage datenbasiert zu
visualisieren, zu optimieren
und zu automatisieren. Das
hierfür notwendige MSRKonzept wird entwickelt,
erprobt und optimiert.



<u>Modellierung</u>

Für den Modulund Anlagenbau **CFD** Modellierungen werden durchgeführt. Zunächst wird Fokus auf die Auslegung im Modulbau gelegt und mit zunehmenden Projektfortschritt kann durch Kopplung multiphysikalischer Modelle sowie Parametrisierung der Fokus auf die Optimierung der Prozess- und Anlagenparameter gelegt werden.

Laborversuche

Experimente zur Charakterisierung und Validierung der entwickelten Module werden an Testzellen, Laboranlagen und Bodensäulen durchgeführt. Sie dienen der Evaluierung der entwickelten Membranen in Kombination mit den kapazitiven Elektroden, der Eruierung von Fouling- und Scalingvorgängen sowie Entwicklung der Reinigungsprozesse. Darüber hinaus werden Pilotanlagenversuche mit gleichen und erweiterten Einstellungen auch im Labor durchgeführt um den Untersuchungsraum des Pilotanlagenbetriebs zu erweitern.

Ein gemeinsames Projekt von:

Abb. 4: Verfahrensfließschema

BMBF-Förderkennzeichen: 02WV1572















Carl von Ossietzky

Universität

Oldenburg





Kreisverband für

Wasserwirtschaft