



NF-MEMBRANEN ZUR REINIGUNG VON »RECYCLE WATER« BEI DER ÖLSANDAUFBEREITUNG

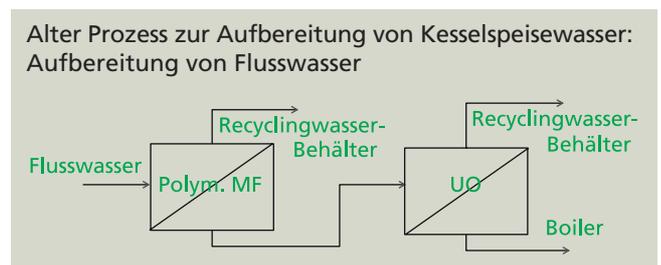
Dipl.-Chem. Petra Puhlfürß, Dr. Hannes Richter, Dr. Marcus Weyd, Dr. Ingolf Voigt

Ölsand ist loser Sand oder Sandstein, der mit hochviskosem Öl gesättigt ist und deshalb auch »Teersand« oder »Bitumensand« genannt wird. Die Ölgewinnung aus Ölsand ist aufwendiger als die konventionelle Ölförderung und hängt deshalb vom Rohölpreis und von der Verfügbarkeit effizienter und nachhaltiger Technologien ab. Die Ölgewinnung aus Ölsand erfordert den Einsatz großer Wassermengen. Der größte Anteil ist heißes Wasser, welches benötigt wird, um die Viskosität des Öls zu verringern. Nach der Öl-Wasser-Trennung wird das Wasser in Absetzbecken (»tailing ponds«) zwischengespeichert. Es kann ohne weitere Behandlung als Recyclingwasser (»recycle water«) wiederverwendet werden. Zur Aufbereitung von Kesselspeisewasser und Kühlwasser wird Flusswasser aufbereitet.

Die keramischen Nanofiltrationsmembranen (NF-Membranen) des Fraunhofer IKTS eröffnen auf Grund ihrer Resistenz gegenüber organischen Bestandteilen und Ölen, ihren Entsalzungseigenschaften und ihrer Temperaturstabilität neue effiziente Reinigungsmethoden, mit denen das Wasser und gegebenenfalls auch ein Teil der Wärme wieder verwendet werden kann.

In Zusammenarbeit mit Shell Global Solutions International B.V., der Shell Canada Ltd. und der Andreas Junghans – Anlagenbau und Edelstahlbearbeitung GmbH & Co. KG werden seit 2013 keramische 19-Kanal-Rohre mit NF-Beschichtung zur Wasseraufbereitung auf einem Ölsandfeld in Canada getestet. Das Ziel dieses Projekts ist die Nutzbarmachung von Recyclingwasser für die Bereitung von Kesselspeisewasser. Bisher wird hier Flusswasser mit Hilfe von polymeren Mikrofiltrationsmembranen (MF) vorgereinigt und anschließend mit polymeren Umkehrosmembranen (UO) entsalzt.

Eine Aufbereitung von Recyclingwasser ist auf diese Weise wegen des Restöl- und Feststoffgehalts nicht möglich.

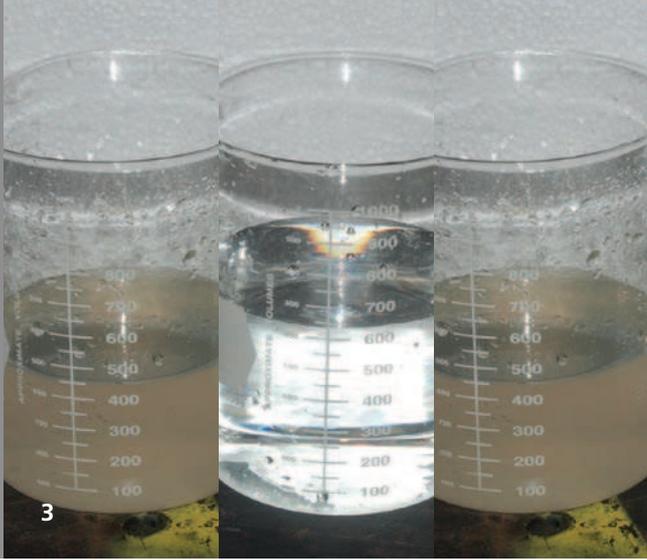


Die keramischen NF-Membranen trennen nicht nur Trübstoffe und Ölbestandteile ab, sie entfernen gleichzeitig große Teile der mehrwertigen Salze (Härtebildner) und ermöglichen damit viel höhere Ausbeuten in der nachfolgenden Umkehrosmose.



Mit den 19-Kanal-NF-Membranen konnte gezeigt werden, dass Erdalkalitionen (Ca, Mg) zu 80 % und Alkalitionen (Na, K) zu 55 % abgetrennt werden. Gleichzeitig werden organische Bestandteile vollständig zurückgehalten. Langzeitversuche über mehrere Monate zeigten ein stabiles Membranverhalten.

Die großen Mengen Kesselspeisewasser lassen sich aus Kostengründen mit den 19-Kanal-NF-Membranen nicht wirtschaftlich aufbereiten. Das Fraunhofer IKTS entwickelt deshalb Verfahren,



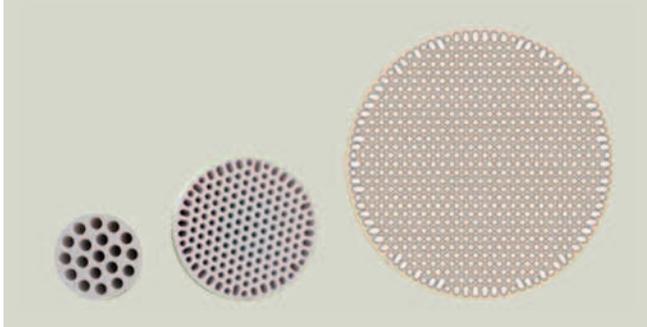
UMWELT- UND VERFAHRENSTECHNIK

Entsalzung von »recycle water« mit keramischen 19-Kanal-NF-Membranen

	Feed	Permeat	Retentat
Ca ²⁺	23 ppm	5 ppm	26 ppm
Mg ²⁺	12 ppm	2 ppm	14 ppm
Na ⁺	325 ppm	137 ppm	368 ppm
K ⁺	16 ppm	7 ppm	19 ppm
TOC	44 ppm	1,5 ppm	70 ppm

die die Herstellungskosten deutlich senken. Ein wichtiger Weg dabei ist die Vergrößerung der Membranfläche pro Membranelement und damit die Reduzierung des flächenspezifischen Handlungsaufwands. Das Ziel sind keramische NF-Membranen auf wabenförmigen Aluminiumoxid-Substraten mit Membranflächen von bis zu 20 m²/Element. In einem ersten Scale-up-Schritt wurden keramische NF-Membranen auf 163-Kanal-Rohren mit einer Membranfläche von 1,3 m²/Element entwickelt und damit die Membranfläche pro Element verfünffacht. Es gelang die Sol-Gel-Beschichtung, die der Membranpräparation zu Grunde liegt, auf den verringerten Kanalquerschnitt und das veränderte Saugverhalten der schmalen Stege anzupassen.

Scale-up der Membranfläche pro Element (0,25 m², 1,3 m², 5 m²)



Die Membranen zeigen im Labor das gleiche Fluss- und Trennverhalten, wie 19-Kanal-NF-Membranen.

Vergleich zwischen 19-Kanal- und 163-Kanal-NF-Membran bzgl. der Rückhaltung von Polyethylenglycol 600 in Laborversuchen

	Fluss	Rückhalt
19-Kanal-NF-Membran	21 l/(m ² hbar)	81 %
19-Kanal-NF-Membran	24 l/(m ² hbar)	69 %
19-Kanal-NF-Membran	25 l/(m ² hbar)	71 %
163-Kanal-NF-Membran	16 l/(m ² hbar)	80 %
163-Kanal-NF-Membran	19 l/(m ² hbar)	71 %

Ein nächster Schritt ist die Erhöhung der Membranfläche auf ca. 5 m²/Element. Dies stellt aufgrund der Größe und des Gewichts der Membranelemente besondere Anforderungen an das Handling. Mit dieser Entwicklung wurde 2015 begonnen.

Danksagung

Wir danken Shell Global Solutions International B.V., der Shell Canada Ltd. und Alberta Innovates – Energy and Environment Solutions für die finanzielle Unterstützung dieser Entwicklung. Zusätzlich danken wir Andreas Junghans – Anlagenbau und Edelstahlbearbeitung GmbH & Co. KG und der Rauschert GmbH bzw. ihrer Tochterfirma inopor GmbH für die fruchtbringende Zusammenarbeit.

- 1 »Recycle water« aus der Ölsandaufbereitung.
- 2 3,5 m²-Modul für Feldversuche mit 19-Kanal-NF-Membranen.
- 3 Proben aus den Feldversuchen (Feed, Permeat, Konzentrat).
- 4 163-Kanal-NF-Membranen mit 1,3 m² Membranfläche pro Element.