

PAkmem

Effektive Aufbereitung problematischer Prozess- und Abwässer mit keramischen Nanofiltrationsmembranen

Kurzbeschreibung (inkl. Zielsetzung)

Das Verbundprojekt PAkmem beschäftigt sich mit der Kreislaufführung von industriellen Abwässern. Ziel des Projektes ist die Entwicklung und Testung eines integrativen Prozesses zur Lagerstättenwasseraufbereitung (LaWa, auch als „Produced Water“ bekannt) mit Flotation und mit keramischer Mikro-Nano-Membranfiltration (MF-NF-Membran) sowie die Abwasserbehandlung der Keramikindustrie mit keramischer NF-Membranen. Der Prozess sollte Feinstpartikel, Organik und zweiwertige Ionen entfernen, um das Wasser einleitfähig bzw. wiederverwendbar zu machen (direkte Einleitung bzw. Wiederverwendung als Brauchwasser in der keramischen Industrie und die Enhanced-Oil-Recovery-Wiederverpressung in der Öl- und Gasindustrie bei der das Wasser konditioniert wird um die Ölförderausbeute zu erhöhen). Zwei innovative Feinstpartikel-Messtechniken (Inline und Online) von den Firmen SOPAT und LUM sind speziell für das Projekt angepasst und in die Pilotanlagen integriert worden.

Eine Flotation-Anlage und die Nanofiltration-Anlage sind nach strengen Sicherheitsstandards konzipiert, ausgelegt und gebaut worden. U. a. werden diese mit Stickstoff inertisiert und bei 30 mbar Überdruck am Ölförderstandort Barnstorf der Firma Wintershall-Dea betrieben (Vermeidung von Sauerstoff-Eintritt, Abb. 17). In der Keramikindustrie sind zwei Pilotanlagen mit NF, Brackwasser-Umkehrosiose (BWRO) und Elektrodialyse (ED) bei den Firmen Duravit und Rauschert eingesetzt und in Betrieb genommen worden.

Am Ende des Projektes sollten verwertbare Ergebnisse in Form von, beispielsweise, marktfähigen Produkten entstehen.

Ergebnisse

In der ersten Hälfte der Projektlaufzeit hat sich die Arbeit auf Laborversuche, Analytik und Auswertung konzentriert. Anhand der Ergebnisse konnten Pilotanlagen in der zweiten Projekthälfte konzipiert, ausgelegt, gebaut, installiert und in Betrieb genommen werden.

Die Zwischenergebnisse des Pilotprojektes in der Öl- und Gasindustrie (Standort Barnstorf in Niedersachsen) zeigen gute Entfernung (95 %) von Partikel und Öl und Teilentfernung (Bis zu 50 %) von Divalentenionen und CSB bei stabilem Betrieb der Flotation-Filtration-Anlage trotz starken täglichen Schwankungen in der Feedwasserqualität (siehe Abb. 18). Das Betriebsverhalten der MF-Membran (bei einem durchschnittlichen Filtrationsfluss von 66 l/m²/h und einer Feedkapazität von ca. 400 l/h) deutete auf Membran-Relaxation hin. Diese bedingt vermutlich durch ein sulfoniertes Acrylsäure Co-Polymer, das als Antiscalant am Förderort verwendet wird. Die NF-Anlage konnte im stabilen Betrieb von 20 bar ca. 240-270 l/h Permeat produzieren. Ein Beispiel der Analytikergebnisse vom LaWa-Feed und NF-Permeat ist in Tab. 1 zu sehen.

Für die ersten Vor-Ort-Versuche in der Keramikindustrie wurden 19-Kanalrohrgeometrien mit niedrigstem Cut-off also geringster Porengröße und höchstmöglicher Selektivität verwendet. Diese brachten keine ausreichende Reduktion der Leitfähigkeit. So erzeugte Permeate ließen sich mittels Umkehrosiose (RO) weiterverarbeiten. Die so erzeugten Endwässer hatten jedoch zu geringen Leitfähigkeiten. Im Berichtszeitraum wurden daher Brauchwässer für Ansatzversuche mittels Verschneidens von NF- und RO-Permeaten erzeugt. Hierzu wurden die bereits in der Anlage verbauten Membranen verwendet („Membran-Batch 1“). Es wurden 3 Batche an Brauchwasser bearbeitet. Im Schnitt konnten ca. 14 % Rückhalt (bezogen auf die Startleitfähigkeit) für die NF-Stufe erreicht werden (spezifischer Permatfluss im Bereich 8 l/(m²hbar)). Eine Weiterverarbeitung mittels RO zeigte Rückhalte im Bereich von 98 % (bezogen auf die Ausgangsleitfähigkeit des NF-Permeates). Durch Verschneiden konnte der Fa. Duravit ein Ansatzwasser mit einer Leitfähigkeit von 243 µS/cm für weitere Versuche zur Verfügung gestellt werden. Die Elektrodialyse (ED) hat als Nachbehandlungstechnologie gutes Potenzial gezeigt und wird momentan weiter untersucht. Am Standort der Firma Rauschert haben die NF-Membranen gute CSB-Entfernung erreicht und um diese weiterhin zu optimieren werden UF-Membranen als Vorbehandlung eingesetzt.

Tab. 1: Auszug aus den Analytikergebnissen der Pilotierung mit Produced Water der O&G-Industrie

Parameter	Wert im Feed [mg/l]	Wert im Permeat [mg/l]	Rückhalt %
Kohlenwasserstoff (C10-C40)	<30	<0,1	>99%
TSS	>20	<10	>50%
Ca	13700	11700	14,6%
Mg	2290	1340	42,5%
SO ₄	117	35	70,1%

Im letzten Teil des Projektes wird eine ausführliche Wirtschaftlichkeitsanalyse und Erstellung eines Business-Cases für die Vermarktung erfolgen. Die Projektlaufzeit endet am 31.03.2020.

Perspektiven für die Praxis

Die Ergebnisse sind, vor allem in der Öl- und Gasindustrie, besonders vielversprechend. Die Firma Wintershall-Dea überprüft zurzeit intern ob der Einsatz der Technologie/n an einem anderen Standort in größerem Maßstab durchgeführt werden kann, um eine kostenintensive externe Entsorgung zu vermeiden. Für die Praxis bietet sich nach Projektende den Einsatz einer neuen Flotationstechnologie für eine sauerstofffreie Umgebung nach Baustandards der Öl-&Gasindustrie in den Regionen EU, China und Nordamerika an. Außerdem wird der kommerzielle Einsatz der keramischen Nanofiltration mit engeren Porengrößen (MWCO von 200 Da) sowie der ED für die neue Anwendungsgebiete (O&G und Keramikindustrie) durch die Pilotierungsarbeit ermöglicht. Die Feinstpartikelmesstechniken der Firmen SOPAT und LUM wird ebenfalls für das neue Stoffsystem optimiert und in den entsprechenden Märkten und Geografien vermarktet. Das PAKmem-Projekt wird damit erfolgreich abgeschlossen.

Koordinator:

Dr.-Ing. Matan Beery, akvola Technologies

Projektpartner:

Fraunhofer Institut für Keramische Technologien und Systeme (IKTS), Hermsdorf/Dresden

DBI Gas- und Umwelttechnik GmbH, Leipzig

SOPAT GmbH, Berlin

Andreas Junghans - Anlagenbau und Edelstahlbearbeitung GmbH & Co. KG, Frankenberg

Rauschert Kloster Veilsdorf GmbH, Veilsdorf

LUM GmbH, Berlin

DURAVIT Sanitärporzellan Meißen GmbH, Meißen

Laufzeit:

01.10.2016 – 31.03.2020

www.pakmem.de



+



Abb. 17: Flotation+MF (akvola) + keramische NF (IKTS, Junghans) und LUM-/Sopat-Sonden



Abb. 18: Sichtproben vom 26.09.2019: links LaWa Zulauf, rechts Membranpermeat