

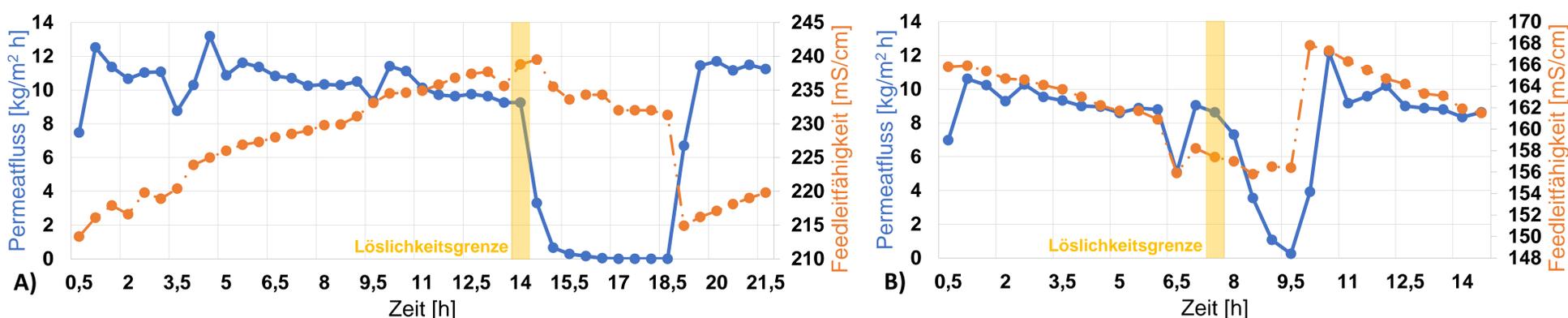
Vakuummembrandestillation mit keramischen Membranen

Konventionelle Entsalzungsverfahren weisen erhebliche Limitationen auf (z.B. gegenüber hohen Ionenkonzentrationen). Für die Aufbereitung industrieller Abwässer und Prozesswässer mit erhöhten Salzgehalten bis hin zur Sättigungsgrenze (Kopplung mit Kristallisationsprozessen, ZLD) kann die Membrandestillation (MD) mit keramischen Membranen eine vielversprechende Alternative darstellen.

Im Rahmen des Projektes HaSiMem wird die Leistungsfähigkeit keramischer Membranen (z.B. Permeatfluss, Stabilität) bei der Behandlung realer Haldensickerwässer untersucht und optimiert. Modulkonzepte zur Skalierbarkeit und verbesserter energetischer Effizienz werden weiterentwickelt und in einer Pilotanlage bei realen Anwendungsbedingungen erprobt.



Membrandestillationsversuchsstand des IKTS im Labormaßstab.

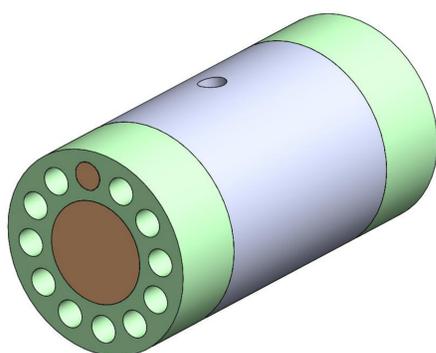
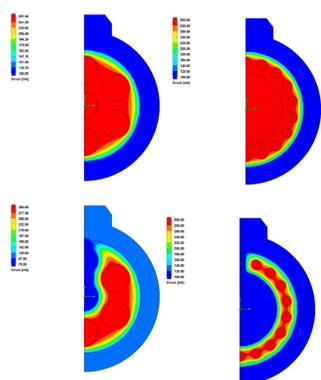


Vakuummembrandestillation: **A)** Von NaCl haltigem Speisewasser mit der initialen Beladung 0,33 kg NaCl/kg Wasser und mit hydrophober Al₂O₃-Membran. Nachdem der Permeatfluss auf 0 gesunken war, wurde das Feed wieder auf die initiale Konzentration verdünnt. **B)** Von künstlichem Haldensickerwasser der initialen Beladung 0,44 kg Salz/kg (MgCl₂, KCl, NaCl, Na₂SO₄) Wasser und hydrophober TiO₂-Membran. Der Fluss ließ sich analog nach Rückverdünnung wiederherstellen.



Hydrophobierte keramische Membranen unterschiedlicher Geometrie.

Keramische Membranen wurden mit Einzelsalzen und auch mit komplexen Salzgemischen in der Vakuummembrandestillation bei Temperaturen von bis zu 75 °C erprobt. Nach Erreichen der Kristallisationsgrenze fiel der Permeatfluss stark ab. Durch Rückverdünnung des Feedgemisches wurden jedoch stets wieder die initialen Membranflüsse erreicht, das Skaling der Membran ist reversibel. Im Mittelpunkt aktueller Untersuchungen stehen die Vergrößerung der spezifischen Membranfläche und die Reduktion des spezifischen Energiebedarfs des Verfahrens. Zur Wiederverwendung der Kondensationswärme des Destillationsprozesses werden am IKTS Konzepte entwickelt, welche die interne und externe energetische Kopplung betrachten.



Berechneter Druckverlauf in porösen keramischen Mehrkanalrohren bei der Vakuummembrandestillation (links) und neuartiges Modulkonzept zur integrierten Wärmerückgewinnung mit keramischen Mehrkanalplatten und interner Permeatkondensation an Wärmetauscherelementen (rechts).

