

In-situ-Beobachtung der Deckschichtbildung in Kapillarmembranen zur Prozesskontrolle und als Ausgangspunkt von Modulentwicklungen

Prof. Dr. Hermann Nirschl

Karlsruher Institut für Technologie (KIT), Institut für Mechanische Verfahrenstechnik und Mechanik, Lehrstuhl Verfahrenstechnische Maschinen

In der Lebensmittel- und Getränkeindustrie findet die Membranfiltration vielfältige Anwendung. Wie in nahezu allen Membrantrennprozessen spielt auch hier das Membranfouling eine Rolle und führt zu einem Anstieg des Filtrationswiderstandes und somit zu einer Zunahme der Betriebs- und Instandhaltungskosten dieser Anlagen. Für einen energie- und kosteneffektiven Prozess sind Betriebs- und Reinigungsparameter wie auch das Membranmaterial zu optimieren. Keramische Hohlfasermembranen (KHFM) weisen neben der hohen chemischen und thermischen Stabilität große spezifische Filteroberflächen auf. Im Bereich der Abwasserbehandlung wird extrazellulären polymeren Substanzen (EPS) ein hohes Foulingpotential zugeschrieben. Das Polysaccharid Natriumalginat ist eine beliebte Modellschicht für diese EPS. Durch die Präsenz bivalenter Kationen, insbesondere Ca^{2+} -Ionen, kommt es zu einer Ausbildung dreidimensionaler Gelstrukturen, die signifikante Auswirkungen auf das Filtrations- und Foulingverhalten des Systems besitzen. Aufgrund von lokal unterschiedlichen Strömungsbedingungen und abnehmendem Transmembrandruck entlang der Membranlängsachse wird die Deckschichtbildung wie evtl. auch das Fouling beeinflusst. Ein genaueres Verständnis des Filtrationsvorgangs ist daher wünschenswert. So stellt sich die Frage nach geeigneten Messmethoden, die zeit- und orts aufgelöst nicht-invasiv und zerstörungsfrei in einem optisch opaken Medium den Konzentrationsgradienten messen können. Hier hat sich die Bildgebung über die magnetische Resonanz (MRI) als gewinnbringend erwiesen.

Im Vortrag werden Foulingvorgänge in KHFM durch klassische Filtrationsversuche mit Natriumalginat als Modellschicht beschrieben. Deren Ergebnisse werden mit MRI-Experimenten verglichen, so dass detailliertere Aussagen auch in Hinblick auf die Alginatschichtstruktur möglich werden. Die zylindrischen Hohlfasern (μ CT-Schnittbild in *Abb. 1 a1*) sind in einem Modul (*a2*) eingebaut, das kompatibel mit Filtrationsanlage und MRI ist, so dass *In-situ*-Studien durchgeführt werden können. Durch den Einsatz geeigneter Kontrastmittel (*b2*) lässt sich der Deckschichtaufbau in axialen Schichten (vergl. *b1* mit *b2*) visualisieren und quantifizieren. Neben der strukturellen MRI kann auch die Strömung im Filtrat- und Permeatkanal visualisiert werden (*c1*), so dass weitere Erkenntnisse über das Foulingverhalten der keramischen Hohlfaser gewonnen werden können.

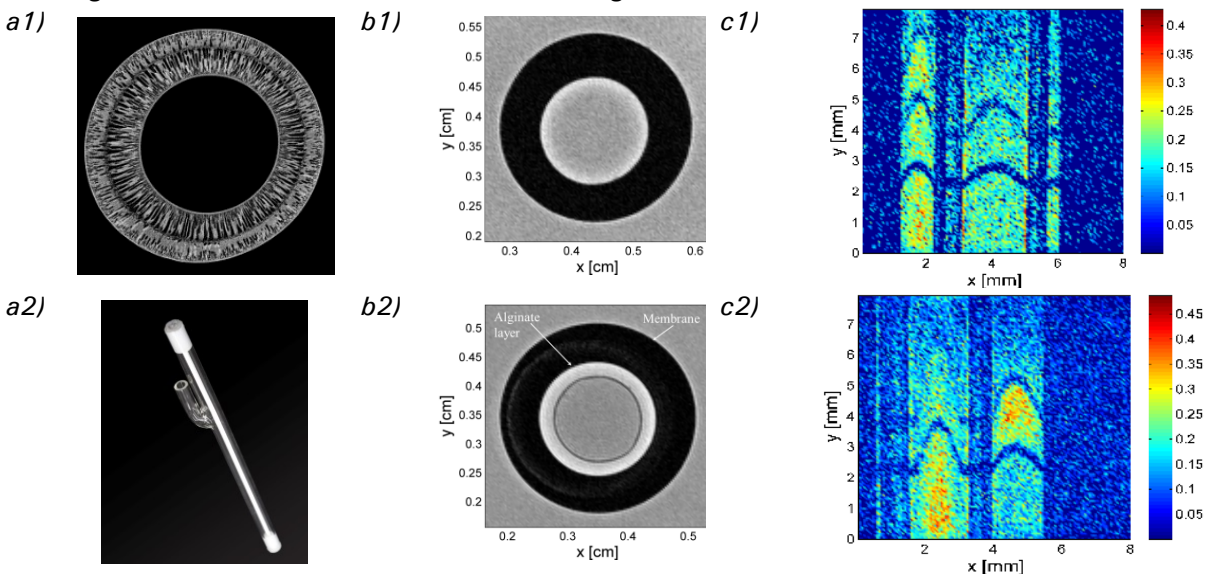


Abb. 1: a1) axiales μ CT-Bild der KHFM, b) MRI-Schnittbilder nach der Filtration ohne und mit Kontrastmittel (b1 und b2). c) sagittales Schnittbild zur Verdeutlichung des Strömungsverhaltens in der KHFM bei der Dead-End-Filtration mit (c1) und ohne (c2) Zugabe von Ca^{2+} .