

Mosaik-Hohlfasermembranen durch direktes Spinnen mit Polyelektrolyten

Stephan Emonds, Hannah Roth, Matthias Wessling

DWI – Leibniz-Institut für Interaktive Materialien e.V., Aachen

Zusammenfassung der Ergebnisse

Typischerweise bestehen Hohlfasermembranen aus einem einzigen Polymer oder einer Mischung von Polymeren, die später gleichmäßig innerhalb der Membran verteilt sind. Modifikationen der Membranoberfläche werden traditionell nachträglich, in aufwändigen mehrstufigen Prozessen erzeugt. In den letzten Jahren haben Prof. Matthias Wessling und sein Team die Plattformtechnologie "Chemistry in a spinneret" entwickelt, bei der die Oberflächenmodifikation schon bei der Membranherstellung geschieht.

Im Rahmen dieses IGF Projekts entstanden am DWI in einem einstufigen Prozess neuartige Hohlfasermembranen mit Mosaik-Eigenschaften. Die Mosaikstruktur entsteht auf der Innenseite der Hohlfasermembran durch Polyelektrolyte (PEL) verschiedener Ladung. Kostengünstige und kommerziell verfügbare Polyelektrolyte sowie der vereinfachte Produktionsprozess ermöglichen so erhebliche Kosten- und Zeiteinsparungen und somit die industrielle Umsetzung des Produkts.

Mosaik-Membranen zeichnen sich durch ihre Eigenschaften aus, Ionen (z.B. Magnesiumchlorid) von niedermolekularen organischen Verbindungen (z.B. Zucker) zu trennen. Bisher existiert kein industriell umgesetztes Membranverfahren, das diese Trennung ermöglicht. Somit kann die kommerzielle Mosaik-Membran als Alternative zur Elektrodialyse beispielsweise in der Produktaufbereitung in der Lebensmittelindustrie eingesetzt werden. Darüber hinaus hat sie das Potential, die Abwasseraufbereitung und -wiederverwendung in vielen Industriezweigen, erheblich zu vereinfachen.

Das Ziel des „zero liquid discharge“ adressiert hierbei die globale Herausforderung einer nachhaltigen Ressourcennutzung und kann mit Mosaik-Membranen schneller erreicht werden. In Abbildung 1 ist das Konzept des Herstellungsprozesses schematisch dargestellt. Zwei entgegengesetzt geladene PEL sind in der Polymerlösung und Lumenflüssigkeit gelöst. Die PEL bilden bei dem Herstellungsprozess eine Mosaikstruktur aus unterschiedlich geladenen Bereichen auf der Innenseite der Membran, die im Betrieb den Ionentransport ermöglichen. Zusätzlich ist die Schicht so dicht, dass niedermolekulare organische Verbindungen zurückgehalten werden.

Mit einer Parameterstudie konnten wir wichtige Faktoren für die Beeinflussung der Mosaik-Schichtbildung, die Membranbildung sowie Fasermorphologie und Stofftransporteigenschaften identifizieren. Bei der Verwaltung und Auswertung der Daten unterstützte uns die Firma FURTHRresearch GmbH & Co. KG mit der Software FURTHRMind. Aus der Zusammenarbeit entstanden zusätzliche Softwarekomponenten, die die Nutzung der Software in Hinblick auf eine effiziente Datenverwaltung und Auswertung im Bereich der Membranentwicklung bei zukünftigen Forschungsprojekten vereinfacht.

In einem ersten Anwendungsexperiment mit industriellem Bezug konnten wir mit der erfolgreichen Trennung von Lactose und Salzen Mosaik-Eigenschaften der Membranen nachweisen. Die Membranen erlauben die Permeation von Salzen, während hingegen Lactose zurückgehalten wird.

Die Ergebnisse im Projekt bestätigen die Machbarkeit der einstufigen Herstellung von Hohlfasermembranen mit Mosaik-Eigenschaften. Darüber hinaus können mit den im Projekt gewonnenen Erkenntnissen über das Spinnen mit Polyelektrolyten vielfältige Membraneigenschaften erzeugt und auf Trennprobleme maßgeschneidert werden. Dies sehen wir als vielversprechenden Ausgangspunkt für weitere Entwicklungsschritte in unseren zukünftigen Forschungsaktivitäten.

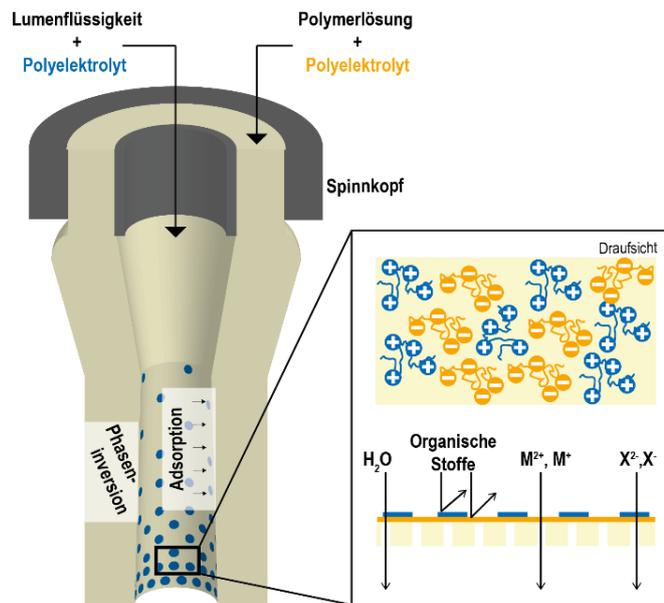


Abbildung 1: Schematische Darstellung des direkten Herstellungsprozesses von Mosaik-Hohlfasermembranen mit Polyelektrolyten. Zwei entgegengesetzt geladene Polyelektrolyte sind in Polymerlösung und Lumenflüssigkeit gelöst. Während der Herstellung im Nassspinnprozess adsorbiert der Polyelektrolyt aus der Lumenflüssigkeit an einigen Stellen an der Lumenseite der Hohlfaser. Die restliche Oberfläche enthält den entgegengesetzt geladenen Polyelektrolyten der Polymerlösung. Dadurch entsteht eine Mosaikmembran, die statistisch verteilt anionische und kationische Gebiete nebeneinander aufweist. Während die kationischen Bereiche permeabel für Wasser und Anionen sind, können durch die anionischen Bereiche Kationen passieren. Diese aktive Trennschicht aus Polyelektrolyten hält jedoch niedermolekulare organische Stoffe zurück und ist rückspülbar.

Danksagung

Das IGF-Vorhaben 18835 N der Forschungsvereinigung Forschungskuratorium Textil e.V., Reinhardtstraße 12-14, 10117 Berlin, wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung und –entwicklung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Wir danken den im projektbegleitenden Ausschuss vertretenen Unternehmen, ohne deren Unterstützung das Projekt in dieser Form nicht hätte bewältigt werden können.

Der Schlussbericht zum IGF-Forschungsvorhaben 18835 N „Mosaik-Hohlfasermembranen durch direktes Spinnen mit Polyelektrolyten“ ist über die Forschungsstelle zu beziehen: DWI – Leibniz-Institut für Interaktive Materialien e.V., bibliothek@dwi.rwth-aachen.de, Forckenbeckstr. 50, 52074 Aachen.

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Forschungsnetzwerk
Mittelstand



DWI Leibniz-Institut
für Interaktive Materialien