
Mikrogel-basierte Membranen mit Antifouling-Eigenschaften

Hannah Roth, Michael Kather, Matthias Wessling

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

Zusammenfassung der Ergebnisse

Hohlfasermembranen werden weitverbreitet in der sanitären Wasseraufbereitung, Lebensmittelindustrie und medizinischen Anwendungen, wie der künstlichen Niere, eingesetzt. Die Adsorption von Inhaltsstoffen des zu reinigenden oder aufzutrennenden Mediums wird als irreversible Verschlechterung der Produktivität beobachtet (Fouling). Hydrophile Mikrogele, dreidimensionale schaltbare Polymerkolloide, werden seit Jahren am DWI erforscht. In diesem Forschungsvorhaben wurden Mikrogele und Hohlfasermembranen kombiniert, um neuartige hydrophile Membranstrukturen zu erzeugen, die Antifouling-Eigenschaften aufweisen.

Für die Mikrogele wurde Polyvinylcaprolactam (PVCL) genutzt, welches thermoresponsiv und biokompatibel ist. Funktionalisierung mit Sulfobetaine und Glycidylmetacrylat fungierten zur weiteren Erhöhung der Hydrophilie und zur kovalenten Fixierung der Mikrogele. Mit der kontinuierlichen Synthese im Rohrreaktor und der druckgetriebenen Aufreinigung und -Konzentrierung sind die Mikrogele skalierbar und kostengünstig herzustellen.

Es wurden erfolgreich verschiedene Prozessvarianten entwickelt, mit denen die Mikrogele in den Herstellungsprozess von Hohlfasermembranen integriert wurden. Für den Hohlfaserherstellungsprozess fungierte Polyethersulfon (PES) als membranbildendes Polymer, N-Methyl-2-pyrrolidon (NMP) als Lösungsmittel und Wasser als Fällmittel. Die Mikrogele wurden in der Polymerlösung oder der Lumenflüssigkeit dispergiert. Im Nassspinnprozess entstanden aus diesen Lösungen Hohlfasermembranen mit Mikrogel-Funktionalisierung im gesamten porösen Membranmaterial oder gezielt auf der Innenseite der Hohlfaser. Während für diese Prozessvariation die separate Synthese der Mikrogele nötig ist, wurde ebenfalls erfolgreich gezeigt, dass die Mikrogelsynthese auch in der Lumenflüssigkeit stattfinden kann und somit die Funktionalisierung der Innenseite der Hohlfaser in einem Prozessschritt möglich ist. Die Verwaltung und Auswertung der Daten wurde mit der, von der Firma FURTHRresearch GmbH & Co. KG zur Verfügung gestellten Software FURTHRmind durchgeführt. In Zusammenarbeit entwickelten wir zusätzliche Softwarekomponenten, die die Nutzung der Software in Hinblick auf Datenverwaltung und Auswertung im Bereich der Membranentwicklung bei zukünftigen Forschungsprojekten vereinfacht. Durch optische Charakterisierungsmethoden konnten die Mikrogele in den erzeugten Membranstrukturen nachgewiesen werden. Filtrationsexperimente mit dem Protein Rinderserumalbumin (BSA) zeigten die exzellenten Antifouling-Eigenschaften der entwickelten Membranen. Weiterhin wiesen die Membranen mit Mikrogelen responsives Verhalten hinsichtlich Temperatur und ionischer Stärke auf.

In Hinblick auf industrielle Anwendungen wurde anschließend ein Spinnversuch an einer Technikumsanlage der Firma Poromembrane GmbH durchgeführt, wobei die Skalierbarkeit und der einfache Transfer der Technologiebasis auf andere Polymerrezepturen gezeigt werden konnte.

Die Ergebnisse im Projekt bestätigen die Machbarkeit der Herstellung von Hohlfasermembranen mit Mikrogel-Funktionalisierung. Es wurden verschiedene Prozessvarianten entwickelt, die nun als Technologiebasis fungieren und aktuell zum Patent angemeldet werden. Mit den im Projekt gewonnenen Erkenntnissen können nun vielfältige Membranen mit Antifouling-Eigenschaften auf Trennprobleme maßgeschneidert werden.

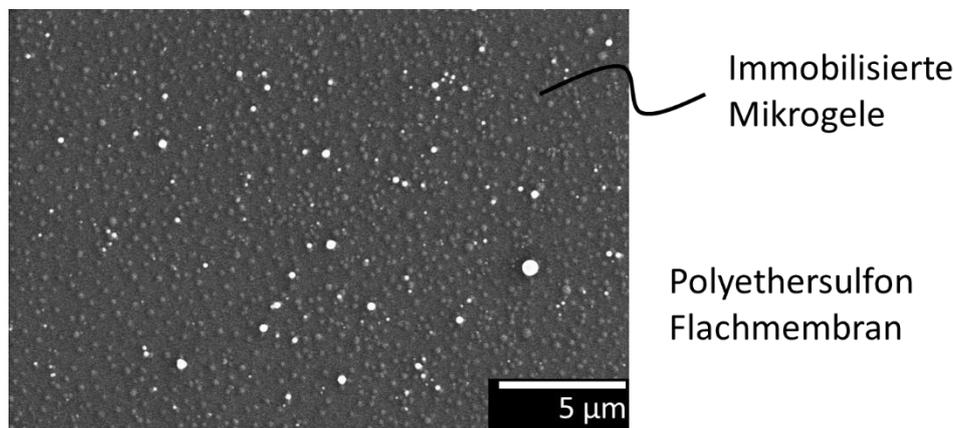


Abbildung 1: Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme des Querschnitts einer Polyethersulfon Flachmembran mit immobilisierten Mikrogele. Die immobilisierten Mikrogele statten die Membran mit Antifouling-Eigenschaften aus.

Danksagung

Das IGF-Vorhaben 19809 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 19809 N „Mikrogel-basierte Membranen mit Antifouling-Eigenschaften“ 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