
Dauerhaft hydrophile Polyvinylidenfluorid-(Hohl-)Fasern

Maik Tepper, Jens Köhler, Matthias Wessling, Martin Möller

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

Zusammenfassung der Ergebnisse

Ziel des Projektes war die Entwicklung neuartiger, dauerhaft hydrophiler PVDF-(Hohl-)Fasern. Die Basis zum Erreichen der Projektziele bildeten neuartige, amphiphile Polymeradditive mit palmenartiger Architektur zur dauerhaften und hocheffizienten Hydrophilierung von PVDF direkt während des Nassspinnprozesses. Das Konzept basierte auf der Blending-Technologie von PVDF-Polymerlösungen mit den maßgeschneiderten Additiven. Hydrophile Oberflächeneigenschaften werden durch Ausrichtung der hydrophilen Segmente an der PVDF-Oberfläche während der Membranbildung im wässrigen Fällungsbad erzielt (Abb. 1A).

Das Additiv-Design basierte auf PMMA, als hydrophobem Block im Additiv, der aufgrund seiner Mischbarkeit mit PVDF die dauerhafte Verankerung des Additivs in der PVDF-Matrix während des Phaseninversionsprozesses gewährleistet. Als hydrophile Segmente wurden hochverzweigte Polyglycidol-Seitenketten in die Additive eingebracht. In einer zweistufigen Syntheseroute konnten die palmenartigen Additive erfolgreich in unterschiedlicher molekularer Zusammensetzung hergestellt werden (Abb. 1B). Die molekulare Zusammensetzung der Additive konnte präzise durch die molekulare Charakterisierung mit spektroskopischen und chromatographischen Methoden abgeleitet werden. Durch die maßgeschneiderte molekulare Struktur der palmartigen Additive sind diese dauerhaft mit der PVDF-Membranmatrix verbunden und es kann ein hohes Effektniveau bei geringen Konzentrationen erreicht werden. Ebenfalls konnte die Aufskalierung der Additivsynthese erfolgreich in den Multigramm-Maßstab übertragen werden, dies ermöglichte Spinnversuche im Technikumsmaßstab zur Anwendungsentwicklung.

Untersuchungen zur Membranherstellung haben gezeigt, dass die maßgeschneiderten palmartigen Additive einen positiven Einfluss auf die Membranbildung ausüben (Abb. 1C). Die charakteristischen Membraneigenschaften wurden durch die Additive verbessert und insbesondere die im Forschungsvorhaben anvisierte Hydrophilierung der PVDF-Hohlfasermembranen konnte erreicht werden. Die erfolgreiche dauerhafte Hydrophilierung der PVDF-Hohlfasermembranen konnte durch verschiedene Tests bestätigt werden. Filtrationsexperimente im Labor- und Technikumsmaßstab sind die entscheidenden Untersuchungen, um technische Anwendbarkeit und Anti-Fouling-Funktion zur Verbesserung der Membranperformance zu erforschen. In zahlreichen Adsorptions- sowie Filtrationsexperimenten mit Protein-Modelllösungen konnte eine Verminderung der Proteinadsorption und des Foulings der PVDF-Hohlfasermembranen mit palmartigen Additiven nachgewiesen werden (Abb. 1D). Insbesondere zeigen die palmartigen Additive einen besseren Effekt als vergleichbare Referenzadditive und bestätigten somit die erfolgreiche Performancesteigerung der PVDF-Hohlfasermembranen.

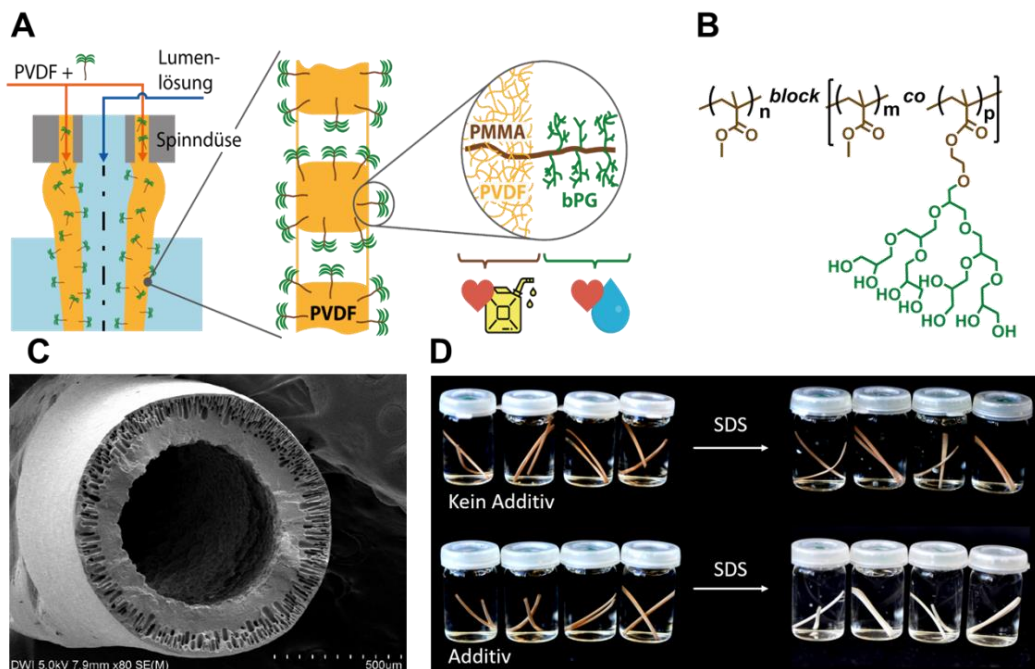


Abbildung 1: **A** Chemische Struktur der entwickelten palmenartigen Copolymeradditive. **B:** Schematische Darstellung zur hydrophilen Modifikation von PVDF. Das palmenartige Additiv wird der PVDF-Lösung zugesetzt. Im Fällungsbad findet der Austausch von Lösungsmittel durch Fällungsmittel statt. Das Additiv migriert an die Grenzfläche und es entsteht eine hydrophile PVDF-Oberfläche. **C:** FESEM Aufnahme einer PVDF-Hohlfaser mit palmenartigem Additiv. **D:** Links: Adsorption des Blutproteins Hämoglobin an die Oberfläche der Hohlfasern mit und ohne Additiv (adsorbiertes Protein durch Braunfärbung sichtbar). Rechts: Hohlfasern mit Additiv zeigen eine verringerte Proteinadsorption nach Waschen mit Natriumdodecylsulfat-Lösung (SDS). Grund ist die hydrophile PVDF-Oberfläche und damit verbundene schwächere Adsorption des hydrophoben Proteins.

Danksagung

Das IGF-Vorhaben 19141 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 Projekt-begleitenden Ausschuss vertretenen Firmen, ohne deren Unterstützung das Projekt in dieser Form nicht hätte bewältigt werden können.

Der Schlussbericht zum IGF-Forschungsvorhaben 19141 N „Dauerhaft hydrophile Polyvinylidenfluorid-(Hohl-)Fasern“ 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