

KURZVERÖFFENTLICHUNG

Amphotere Membranen

Autoren: Pinar Koca
Philipp Kreis
Dr. Erik Frank
Dr. Elisabeth Giebel

Forschungsstelle: DITF - Institut für Textilchemie und Chemiefasern
Erschienen: 31.01.2020
Bearbeitungszeitraum: 01.03.2017 - 31.08.2019

Zusammenfassung

In diesem Projekt wurde das pH-abhängige Adsorptions- und Desorptionsverhalten von Membranen mit Farbstoffen als Modellsubstanz gezeigt. Die Textilindustrie verbraucht sehr viel Wasser und ist somit der zweitgrößte Wasserverbraucher der Welt. Fast 20 % der weltweiten industriellen Wasserverschmutzung stammt aus der Faserproduktion und der Faserverarbeitung, d.h. dem Färben und der Textilveredelung. Eine ungenügende Effizienz des Färbeprozesses führt zu einem jährlichen Verlust von 200.000 Tonnen Farbstoff an die Abwässer, und eine unzureichende Behandlung kann zu einer Kontamination der Süßwasserressourcen mit Farbstoffen führen. Anstatt das Abwasser aus dem Prozess direkt in die Abwasserbehandlungssysteme einzubringen, kann die Textilindustrie Membrantechnologien einsetzen. Hierbei wird die Schadstoffbelastung verringert, die gesetzlichen Anforderungen erfüllt und Wasser, Farbstoffe und Chemikalien wiederverwendet. Textilproduzenten können so Membraneinheiten in ihren Prozess integrieren und den traditionellen kostspieligen Prozess durch Recycling auf einen profitablen Betrieb umzustellen.

Ergebnisse

Im ersten Projektabschnitt konnte die Synthese des amphoteren Blockpolymers Polyethersulfon-b-Sulfobetain-Methacrylat (PES-PSBMA), welches kovalente Bindungen zwischen dem hydrophoben und hydrophilen Block aufweist, realisiert werden. Für den hydrophoben Teil wurde Polyethersulfon (PES), aufgrund seiner hohen mechanischen,

chemischen Stabilität sowie seiner reaktiven Hydroxyl-Endgruppe ausgewählt. Das aus der ersten Synthesestufe hergestellte PES hatte ein relativ niedriges Molekulargewicht, wodurch eine geringere Stabilität des Blockcopolymeren in der Membran erreicht wurde. Daher wurde auf ein kommerzielles PES mit mindestens 50% Hydroxylgruppen als Startpolymer zurückgegriffen, das über das zweistufige ATRP-Verfahren erfolgreich zu PES-PSBMA umgesetzt wurde. Durch eine erfolgreiche Modifikation der Membran können nützliche Eigenschaften wie eine mechanische Stabilität sowie die Einführung von reaktiven Einheiten auf der Membran erreicht werden.

In der zweiten Phase des Projekts wurden die synthetisierten amphoteren Blockpolymere in die Polymermembranen aus PES eingebettet, um den Antifoulingeffekt und die pH-Empfindlichkeit zu gewährleisten. Die Verankerung des höhermolekularen PES mit dem amphoteren Teil (PES-PSBMA) an der Membranoberfläche erfolgte nach der industriellen angewandten NIPS-Methode. Durch strukturanalytische Untersuchungen konnte aufgezeigt werden, dass die Modifikation an der Membranoberfläche erfolgreich durchgeführt werden konnte.

Im dritten Abschnitt des Projekts wurden die pH-Wert-Empfindlichkeit der modifizierten Membranen sowie die Permeabilität von reinem Wasser und Farbstofflösungen untersucht. Anhand des statischen Adsorptionstests konnte aufgezeigt werden, dass die Membranen, die mit PES-PSBMA modifiziert waren, ein pH-empfindliches Verhalten im Bereich von pH 5 bis pH 10 aufwiesen. Hierbei konnte eine höhere Adsorption von positiv geladenen Farbpartikeln (Methylenblau) bei pH 10 und von negativ geladenen Farbpartikeln (Methylorange) bei pH 5 ermittelt werden. Eine Verschiebung des pH-Wertes in die entgegengesetzte Richtung bewirkte eine Desorption von positiv bzw. negativ geladenen Partikeln. Letztendlich konnte der selbstreinigende Effekt durch die Zugabe von PES-PSBMA verbessert werden. Darüber hinaus konnte anhand von REM-Aufnahmen und Filtrationstests nachgewiesen werden, dass der Einsatz von PES-SBMA als amphotere Copolymere und Polyethylenglykol (PEG) als Porenbildner in der Formulierung die Membranmorphologie, wie Porengröße und Permeabilität ebenfalls positiv beeinflusst.

Danksagung

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Das IGF-Vorhaben 19397 N der Forschungsvereinigung
Forschungskuratorium Textil e.V., Reinhardtstraße 14-16,
10117 Berlin wurde über die AiF im Rahmen des
Programms zur Förderung der industriellen
Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium
für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages gefördert.

Der Abschlussbericht des Forschungsvorhabens ist an den Deutschen Instituten für Textil-
und Faserforschung Denkendorf (DITF) erhältlich.

Ansprechpartner

Dr. Erik Frank, erik.frank@ditf.de