

TC-Schriftenreihe

Band 9

Dirk Jakobs

**Stofftransport durch Nanofiltrationsmembranen
unter Berücksichtigung von Biofilmen**

D 466 (Diss. Universität-GH Paderborn)

Shaker Verlag
Aachen 2001

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme

Jakobs, Dirk:

Stofftransport durch Nanofiltrationsmembranen unter Berücksichtigung
von Biofilmen / Dirk Jakobs.

Aachen : Shaker, 2001

(TC-Schriftenreihe ; Bd. 9)

Zugl.: Paderborn, Univ., Diss., 2001

ISBN 3-8265-9108-9

Copyright Shaker Verlag 2001

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdruckes, der auszugsweisen
oder vollständigen Wiedergabe, der Speicherung in Datenverarbeitungs-
anlagen und der Übersetzung, vorbehalten.

Printed in Germany.

ISBN 3-8265-9108-9

ISSN 1433-6499

Shaker Verlag GmbH • Postfach 1290 • 52013 Aachen

Telefon: 02407 / 95 96 - 0 • Telefax: 02407 / 95 96 - 9

Internet: www.shaker.de • eMail: info@shaker.de

Stofftransport durch Nanofiltrationsmembranen unter Berücksichtigung von Biofilmen

Dirk Jakobs

Die Nanofiltration ist ein druckgetriebenes Membranverfahren, welches anhand der Trenneigenschaften zwischen der Ultrafiltration und der Umkehrosmose eingeordnet wird. In der Polymermatrix von Nanofiltrationsmembranen sind geladene funktionelle Gruppen wie z.B. Carboxylat- oder Sulfonsäuregruppen enthalten, die es ermöglichen, dass mit diesen geladenen Membranen selektiv mehrwertige Ionen aus wässrigen Lösungen abgetrennt werden können. Aufgrund dieser Eigenschaft liegt ein Haupteinsatzgebiet von Nanofiltrationsmembranen in der Wasserenthärtung bzw. Teilentsalzung.

Die mathematische Beschreibung des Salzflusses durch geladene Membranen erfolgt durch eine erweiterte Nernst-Planck-Gleichung, die konvektive, diffusive und elektromigrative Anteile am Gesamtstofftransport berücksichtigt. Ziel dieser Arbeit ist es dieses Transportmodell auf zwei Gebieten zu erweitern. Zum einen wird der Bilanzraum des Membranmodells um zwei vor der Membran liegende Schichten erweitert, die zu einer Verminderung der Trennleistung führen. Dabei handelt es sich um eine hydrodynamische Grenzschicht, die bei tangential überströmten Membranen immer auftritt, und um einen Biofilm, der im wässrigen Medien nach längerer Betriebszeit sehr häufig auf der Membran aufwächst.

Neben dem erhöhten Druckverlust, der von dem Biofilm verursacht wird, erfolgt in den beiden Filmen eine Akkumulation der von der Membran zurückgehaltenen Ionen. Die mathematische Beschreibung dieser Konzentrationspolarisation auf der Feedseite der Membran erfolgt durch Transportgleichungen, die denen in der Membran weitgehend entsprechen. So ist gewährleistet, dass auch bei Multi-Ionen-Systemen trotz der unterschiedlichen Beweglichkeiten der einzelnen Spezies die Elektroneutralitätsbedingung an jedem Ort eingehalten wird.

In das die Membran und die vorgelagerten Filme beschreibende Modell gehen eine Vielzahl von Parametern ein, die teilweise experimentell nicht oder nur schwer zugänglich sind. Anhand einer mittels Simulationsrechnungen durchgeführten Sensitivitätsanalyse werden diejenigen Parameter bestimmt, die durch Anpassung experimenteller Daten ermittelt werden müssen. Für weniger sensitive Parameter genügt hingegen eine Abschätzung der Größenordnung. Experimentelle Daten, die durch Messungen in einem technischen Membranmodul gewonnen wurden, können durch dieses Modell wesentlich besser beschrieben werden als mit den bisherigen Ansätzen.

Neben dieser Erweiterung des Modells, welches den Stofftransport im stationären Zustand beschreibt, wird in dieser Arbeit erstmals auch ein instationäres Modell entwickelt, das eine zeitabhängige Betrachtung des Nanofiltrationsprozesses erlaubt. So ist es möglich die Zeit zu bestimmen, die nach Änderung von Systemparametern benötigt wird, bis sich wieder ein stationärer Zustand einstellt. In Simulationsrechnungen werden Änderungen des Transmembranflusses und Erhöhungen der Salzkonzentration im Feed betrachtet. Beim Vergleich der Ergebnisse dieser theoretischen Berechnungen mit entsprechenden experimentellen Messungen zeigen sich qualitativ gute Übereinstimmungen.