

Einfluss der Geometrie von Mehrrohrkanalmembranen auf die Milchproteinfraktionierung mittels Mikrofiltration (MF)

M.Sc. Roland Schopf, Prof. Dr.-Ing. Ulrich Kulozik

Lehrstuhl für Lebensmittel- und Bio-Prozesstechnik, TU München, Freising

Der Einfluss der Kanalgeometrie und -anordnung von keramischen Multikanalelementen auf Flux und Transmission wurde bisher nur in Simulationsstudien untersucht. Zudem wurden Untersuchungen zu Permeationsleistung und Stoffdurchgang nur im Bereich der Wasseraufbereitung durchgeführt. In einer Multikanal-MF-Membran tragen die einzelnen Kanäle ungleichmäßig stark zum Gesamtflux des Moduls bei. Wegen des längeren Fließwegs des Permeats aus den inneren Kanälen bis zum Rand des Modulkörpers ist deren Beitrag aufgrund des höheren permeatseitigen Gegendrucks zum Gesamtflux geringer als derjenige der äußeren Kanäle.

Werden Multikanalmodule bei der Filtration von komplexen Fluiden wie Milch eingesetzt, z. B. um die darin enthaltenen Molkenproteine (MP) als Zielkomponenten von der Hauptproteinfraktion des Caseins zu trennen, ist zu erwarten, dass sich wegen der unterschiedlichen Permeationsleistungen im inneren Kanal bzw. in den äußeren Kanälen auch der advective Hintransport von Protein zur Membranoberfläche verschieden stark auswirkt. Infolgedessen sollte sich auch das Phänomen des Foulings durch die zurückgehaltenen Biopolymere unterschiedlich stark darstellen. Somit sollte die Homogenität des Permeatflusses von Geometrie und Anzahl der Kanäle abhängen.

Untersucht wurde die Milchproteinfraktionierung mit keramischen Modulen mit 1, 7 bzw. 19 Kanälen unter Variation des Transmembrandrucks ($\Delta p_{TM} = 0 - 4,0$ bar) sowie der Wandschubspannung ($\tau = 50 - 200$ Pa). Wie aus Abb. 1 ersichtlich, wurde nur die Anzahl der Kanäle und somit deren Innendurchmesser geändert, während der Außendurchmesser gleich und somit das Modulvolumen unverändert blieb. Abhängig von der Kanalanzahl ändert sich die aktive Membranfläche, aber es entsteht auch ein Einfluss aus der Lage der einzelnen Strömungskanäle innerhalb des Rohrbündels einer festen gesinterten Keramikmembran. Die Studie soll Aufschluss darüber geben, welchen Einfluss die Modulkonfiguration auf Flux und Transmission der membrangängigen Stoffe in Milch hat. Zwei gegenläufige Effekte könnten sich dabei auswirken.

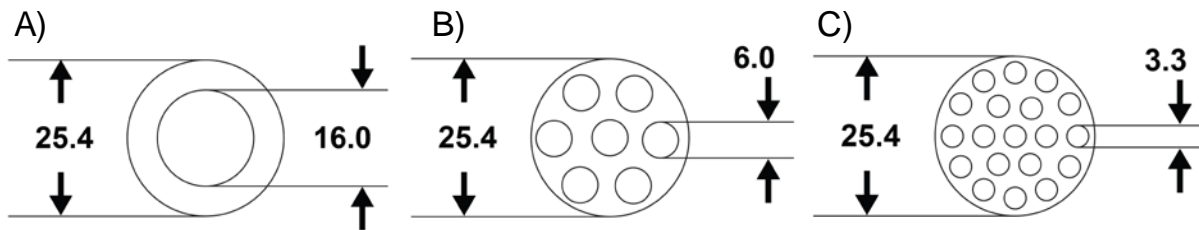


Abbildung 1: Anzahl der Kanäle pro Modul; Maßeinheiten in mm.

Einerseits wird mit der Aufteilung in einzelnen Strömungskanäle die selektive Membranoberfläche erhöht, andererseits ist in einem Röhrenbündel der Strömungsweg für das Permeat von innen nach außen länger und daher kein linearer Zuwachs an Permeationsleistung zu erwarten.

Aus Flux und analytisch bestimmter Konzentration der Zielkomponenten im Permeat wurde der MP-Massenstrom berechnet. Aus dieser Berechnung ergab sich – unabhängig der Kanalkonfiguration – bei niedrigen Δp_{TM} und hohen Wandschubspannungen ein Effizienzoptimum für die Milchproteinfraktionierung.

In diesem Optimum des MP-Massenstroms betrieben, weist die 7-Kanalmembran den höchsten flächenspezifischen Permeatflux auf. Wird allerdings das modulspezifische Permeatvolumen bzw. - damit verbunden - der modulspezifische MP-Massenstrom als Kriterium angesetzt, zeigt die 19-Kanalmembran aufgrund der absolut größeren Membranfläche eine bessere Performance.

Betrachtet man diese Zusammenhänge aber in Abhängigkeit von Δp_{TM} , ergeben sich andere Schlussfolgerungen. Die Variation der Kanalanzahl hat im Optimum des MP-Massenstroms bei niedrigen Δp_{TM} keinen Einfluss. Folglich wird bei der 19-Kanalmembran wegen des höheren Flux der höchste MP-Massenstrom pro Modul erhalten. Bei hohem Δp_{TM} hat dagegen die Erhöhung der Kanalanzahl einen positiven Einfluss auf den MP-Massenstrom für das gesamte Modul.