

Simulationsbasierte Optimierung von Feedspacer-Netzen in Spiralwickelmembran-Modulen zur Filtration von Milchproteinkonzentraten



Koordinierung:	Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Bonn
Forschungseinrichtung(en):	Technische Universität München School of Life Sciences Forschungsdepartment Life Science Engineering Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie Prof. Dr. Thomas Becker/Dr. Mahmoud Saleh
Industriegruppe(n):	Milchindustrie-Verband e.V. (MIV), Berlin Deutsche Gesellschaft für Membrantechnik e.V. (DGMT), Essen Weihenstephaner Förderverein für Brau-, Getränke- und Getreideforschung e. V., Freising
Projektkoordinator:	Dr. Thomas Demmer Bayerische Milchindustrie eG (BMi), Wang
Laufzeit:	2024 – 2027
Zuwendungssumme:	€ 305.865,--

Forschungsziel

Eine wirtschaftlich effiziente und zeitgleich nachhaltige Produktion ist in der Lebensmittelindustrie in hohem Maße wettbewerbsrelevant. Dies umfasst auch die Reinigung der Produktionsanlagen, um vorgeschriebene hygienische Bedingungen einzuhalten, die Prozesseffizienz nachhaltig zu garantieren und keine Einbußen in der die Qualität der Lebensmittel hinnehmen zu müssen. Unter Einsatz von chemischen Reinigungsmitteln werden Ablagerungen in regelmäßigen Reinigungszyklen aus cleaning-in-place (CIP) fähigen Filtrationsanlagen entfernt. Aufgrund ihrer technischen Gestaltung besitzen Spiralwickelmembran-Filtrationsmodule (SWM) schlecht zugängliche und schwer reinigbare Zonen. Sie werden aber dennoch wegen ihrer geringen Kosten und großen Membranflächendichte pro Modul für das Fraktionieren bzw. Aufkonzentrieren von Milch und Molke eingesetzt.

Innerhalb der SWM-Module sorgen zwischen den aufgewickelten Membranflächen befindliche Feedspacer-Netze für Strömungsführung und Turbulenz. Diese sind aufgrund ihres Aufbaus maßgebend bei der Entstehung von Biofouling beteiligt, da sie selbst Reinigungstotzonen erzeugen. Dies schränkt die Betriebszeit zwischen zwei Reinigungen ein und erschwert das effektive Reinigen des Moduls selbst. Die verbleibenden Produktrückstände an Membran und Feedspacer bilden foulinganfällige Ablagerungen, welche das Mikroorganismenwachstum fördern, den hydraulischen Widerstand erhöhen und einen reduzierten Transmembranfluss zur Folge haben. In Filtrationsanlagen zur Wasseraufbereitung, worin vorrangig Newtonsche Medien filtriert werden, wurden strömungsrelevante Parameter mittels numerischer Strömungssimulationen bereits untersucht, um die Form, Größe und Anordnung der Feedspacer-Filamente anzupassen, und dadurch die hydraulische Effizienz zu erhöhen und das Fouling zu reduzieren. Die erforschten Feedspacer-Designs basieren auf

Strömungsparametern (Strömungsgeschwindigkeit, Wirbelbewegung (Eddy-Durchmischung), Scherkräfte, Massentransport und Druckverlust), die für hochviskose, nicht-Newtonsche Medien, wie beispielsweise Milchproteinkonzentrate, angepasst werden sollten. Außerdem wurden ausschließlich einheitlich strukturierte Feedspacer-Netze mit homogen angeordneten Filamenten für industriell eingesetzte SWM-Module untersucht. Es ist aus den bisherigen Vorarbeiten und dem Literaturstand jedoch bekannt, dass sich das Strömungsbild entlang des SWM-Moduls maßgeblich ändert, was eine über die Länge des Moduls verändertes Ablagerungsverhalten nach sich zieht. So haben Forschungsergebnisse gezeigt, dass das Biofouling vor allem im ersten Abschnitt am Eingang des SWM-Moduls auftritt. Um dem zu entgegen, sollte die Veränderung der Strömungsbedingungen entlang des SWM-Moduls bei der Anpassung des Feedspacer-Netz-Designs beachtet werden. Dies soll für nicht-newtonsche hochviskose Medien am Beispiel von industriell produzierten Milchproteinkonzentraten mittels CFD-Simulation und anschließend experimenteller Validierung in diesem Vorhaben bearbeitet werden.

Wirtschaftliche Bedeutung

Das Forschungsvorhaben zielt darauf ab, wirtschaftliche Vorteile für die Milchverarbeitende Industrie, Membranhersteller und den Lebensmittel- sowie biotechnologischen Anlagenbau zu generieren. Die Erkenntnisse sind auf verschiedene Anwendungsbereiche wie MF-, UF-, NF- und UO-Prozesse in der Getränke- oder Gelatineherstellung sowie biotechnologische Applikationen übertragbar. Die entwickelte Berechnungsmethode für Feedspacer-Netze kann die Strömungseffizienz in SWM-Modulen steigern, die Produktionszeit verlängern und Reinigungsaufwand senken, was besonders für klein- und mittelständische Milchkonzentrathersteller signifikante Kosteneinsparungen bedeutet. Die im Projekt eingesetzte 3D-Drucktechnologie ermöglicht es, nicht nur Feedspacer-Netze direkt zu drucken, sondern auch kostengünstig Formen für deren Produktion herzustellen. Diese Anwendung könnte die Produktionskosten erheblich reduzieren und die Herstellung von Feedspacern für eine breitere Palette von Unternehmen zugänglich machen. KMU, die sich auf Filtration spezialisiert haben, könnten diese Technologie nutzen, um preisgünstig Formen für die Produktion von Feedspacern zu erstellen. Die Projektergebnisse können von KMU direkt genutzt werden, um Entwicklungszeit und -kosten einzusparen. Weiterführende F&E-Projekte können auf den erarbeiteten Methoden aufbauen, um Fouling in spezifischen Anwendungen zu minimieren.

Weiteres Informationsmaterial

Technische Universität München
School of Life Sciences
Forschungsdepartment Life Science Engineering
Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie
Weihenstephaner Steig 20, 85354 Freising
Tel.: +49 8161 71-3262
Fax: +49 8161 71-3883
E-Mail: tb@tum.de

Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)
Godesberger Allee 125, 53175 Bonn
Tel.: +49 228 3079699-0
Fax: +49 228 3079699-9
E-Mail: fei@fei-bonn.de

Förderhinweis

... ein Projekt der **Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)**

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Das o. g. IGF-Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e. V. (FEI), Godesberger Allee 125, 53175 Bonn, wird/wurde im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWE) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Bildnachweis - Seite 1: © Sascha Kreklau - Verband Deutscher Großbäckereien e.V.

Stand: 24. Juli 2025