

Alternative mit Zukunft

Membranfiltrationstechnik zur Gewinnung von Reinlecithin aus Sojabohnen

Lecithine sind weltweit in der Nahrungsmittelindustrie zugelassene natürliche Emulgatoren. Herkömmliche Gewinnungsverfahren beinhalten jedoch den Einsatz von Aceton; dies könnte ihren Einsatz zukünftig in Frage stellen. Mit einem neu entwickelten Membranverfahren ist die Gewinnung von Reinlecithin ohne dieses Lösemittel möglich.

Da Aceton ein sehr untypisches Lösemittel in der ölverarbeitenden Industrie ist, stellte sich Ende der 80er Jahre den Produzenten von Lecithinprodukten die Frage, ob die Zulassung dieses Lösungsmittels auch für die Zukunft gesichert ist. Aus diesem Grund war die Zielsetzung die Entwicklung von Verfahren, bei denen auf die Verwendung von Aceton als Extraktionsmittel verzichtet werden kann und zu prüfen, wie sich bei anderen Verfahren die sensorischen Eigenschaften der Produkte verhalten.

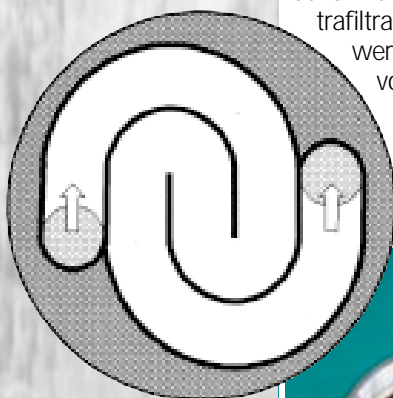
Anfängliche Versuche, die gewünschte Produktqualität über die Extraktion mittels überkritischer Gase zu erreichen, ergaben zwar gute Ergebnisse, führten aber zu Produktpreisen, die im knapp kalkulierenden Markt der Nahrungsmittelindustrie nicht realisiert werden können. Die Herstellung der Produkte mit Hilfe der Membrantechnik erschien in diesem Zusammenhang als eine möglicherweise interessante Alternative. Aus diesem Grund sollte ein Ultrafiltrationsverfahren entwickelt werden, das bei der Trennung von polaren und unpolaren Lipiden auf Aceton verzichtet.

Polare Lipide und unpolare Lipide unterscheiden

sich nur unwesentlich in ihren Molekülmassen und sind daher allein auf Grund dieser Unterschiede nicht mit Membranverfahren voneinander zu trennen. Polare Lipide bilden in Hexan Micellen aus. Hierdurch unterscheiden sie sich von den unpolaren Lipiden. Diesen Effekt kann man sich bei einem Membranverfahren zu Nutze machen. Neben dem Verzicht auf Aceton als Extraktionsmittel lässt sich dieses Verfahren in die unterschiedlichen Stufen der Sojaöl- und Lecithingewinnung bereits in der Ölmühle integrieren und vorhandene Infrastrukturen und Technologien können sinnvoll genutzt werden.

Hohe Anforderungen an die Membran

Die erfolgreiche Etablierung eines Membranverfahrens setzt voraus, dass neben einer Membran mit der gewünschten Selektivität auch ein geeignetes Modulsystem sowie eine geeignete Prozessführung entwickelt werden. Der Anlagenentwurf mit den dazugehörigen Untersuchungen sollte aus diesem Grund grundsätzlich in mehreren Stufen durchgeführt werden, um eine möglichst op-



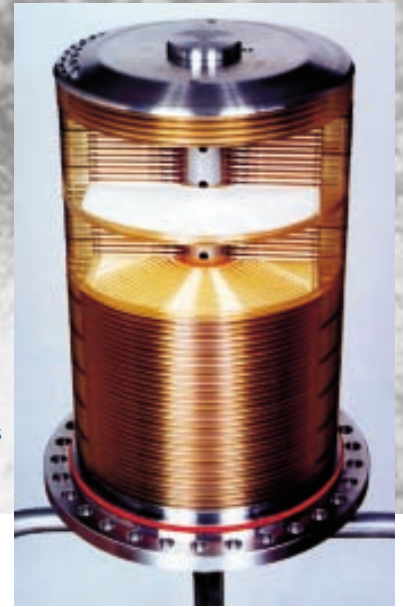
1: Trennzelle mit mäanderförmigem Strömungskanal

Membran	Material / Cut-off	Druck [bar]	Permeatfluss [l/m ² h]	Rückhalt [%] Triglyceride	Rückhalt [%] Lecithin
MFM 2460	PP / 0,2 µm	1	1185	0	0
UFM 2243	- / 100.000 D	5	308	9,2	> 99,9
UFM 2245	PVDF / 1.000 D	10	109	68,3	> 99,9
NFM 2220	- / 350 D	10	0	-	-

Testbedingungen: 25 °C, Überströmgeschwindigkeit 2,2 m/s, Lösemittel: Hexan, C_{Lecithin,Feed}: 26,9 g/l, C_{Trigl,Feed}: 17,9 g/l (Werte nach einer Stunde Testbetrieb)

2: Ergebnisse der Crossflow-Trennzellenversuche

3: Plattenstapel des PM-Moduls



timal auf das Trennproblem abgestimmte Lösung zu erhalten.

Ziel der Vorversuche war es, aus der Vielzahl der am Markt verfügbaren Ultrafiltrationsmembranen eine Membran zu ermitteln, die neben einem hohen Rückhalt für die Micellen der polaren Lipide auch einen quantitativen Durchlass für die neutralen Lipide, also auch die Triglyceride, aufweist und darüber hinaus eine möglichst hohe, stabile Permeatflussleistung für das Medium aufweist.

Hierzu wurden in einem Prüfstand, der mit speziellen, lösemittelstabilen Crossflow-Trennzellen ausgestattet ist, Vorversuche mit dem Original-Medium durchgeführt. **Bild 1** zeigt schematisch den patentierten Strömungskanal einer solchen Trennzelle. Untersucht wurden vier verschiedene, lösemittelstabile Membranen, die sich deutlich in der Trenngrenze und dem verwendeten Membranmaterial unterscheiden. Die ideale Membran hat bei hohem Permeatfluss einen minimalen Triglyceridrückhalt, bei möglichst quantitativem Rückhalt für die Lecithin-Bestandteile. In **Bild 2** sind die Ergebnisse der Trennzellenversuche dargestellt.

Wie die Ergebnisse zeigen, konnte mit dem Membrantyp UFM 2243 eine geeignete polymere Membran für diese spezielle Aufgabenstellung gefunden werden. Hierbei erwies es sich nicht zum ersten Mal als großer Vorteil, nicht an bestimmte Membranhersteller gebunden zu sein. Die neu entwickelte, extrem hydrophile Membran UFM 2243 zeichnet sich neben der gewünschten Selektivität und Lösemittelstabilität insbeson-

dere durch ein sehr niedriges Foulingverhalten und eine hohe Permeabilität aus, wodurch sie sich maßgeblich von den bisher häufig verwendeten PVDF-Membranen unterscheidet.

Modulauswahl und Pilotversuche vor Ort

Ein weiterer, entscheidender Schritt für eine Prozessentwicklung ist die Wahl eines technisch geeigneten und wirtschaftlichen Modulsystems. In diesem Zusammenhang wurden an das auszuwählende Modulsystem folgende Anforderungen gestellt:

- Lösemittelstabilität im System Hexan/Triglyceride/Lecithin;
- Einsatzmöglichkeit des ausgewählten Flachmembranmaterials;
- kompakte Bauweise bei guter Membranüberströmung;
- gute Reinigbarkeit;
- Lebensmitteleignung.

Ein System, das alle oben gestellten Anforderungen erfüllen kann, ist das PM-Modul (**Bild 3**). Dieses universelle Modulsystem kann zur Ultrafiltration, Nanofiltration und Umkehrosrose eingesetzt werden. Im vorliegenden Fall wird die Sanitärausführung des PM-Ultrafiltrationsmoduls (10 bar) eingesetzt, welches speziell für Aufgabenstellungen mit organischen Lösemitteln geeignet ist. Die hochlösemittelbeständige polymere Membran UFM 2243 ist hier ideal, da keinerlei Verklebungen beim Herstellen der Membrantaschen notwendig sind. Verklebungen sind häufig ein limi-

tierender Faktor beim Einsatz von polymeren Membranen, etwa in Spiralwickelmodulen für Anwendungen mit organischen Lösemitteln.

Die übrigen im Membran-/Modulsystem verbauten Komponenten, wie Spacer, Dichtungen oder Umlenkscheiben, wurden Beständigkeitsuntersuchungen unterzogen, so dass die Werkstoffauswahl für das Hexan-Rohlecithin-Gemisch bestätigt werden konnte. Durch die spezielle zwangsgeführte, offenkanaulige Strömungsgeometrie hat das PM-Modul außerdem hinsichtlich der Reinigbarkeit und der Empfindlichkeit gegenüber Verstopfungen erhebliche Vorteile gegenüber Wickelmodulen.

Beste Ergebnisse durch Verfahrenkombination

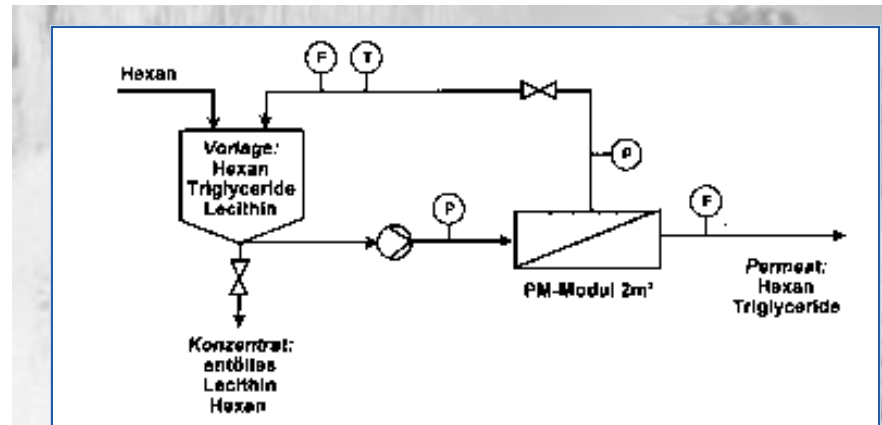
Im nächsten Schritt erfolgten die Konzeption und die Errichtung einer Pilotanlage mit einem PM-Modul mit 2 m² Membranfläche. Die Pilotanlage wurde speziell auf die beim Anwender vorhandenen Gegebenheiten zugeschnitten. Insbesondere mussten auch Ex-Schutzanforderungen berücksichtigt werden. Ziel der Pilotversuche vor Ort war das Bestimmen der im Dauerbetrieb erzielbaren Permeatflussleistung als Funktion der Prozessparameter, wie etwa Druck, Überströmgeschwindigkeit sowie die Zusammensetzung bzw. Bezugsquelle der Rohlecithine.

Kompakt

Reinlecithin durch Membranfiltration

Auf der Basis von Labor- und Pilotversuchen wurde ein Membranverfahren entwickelt, mit dem eine Entölung von Rohlecithin prozessstabil und reproduzierbar durchgeführt werden kann. Basis dieses Erfolges ist eine sorgfältige Membranauswahl in Verbindung mit einem strömungsoptimierten, lösemittelstabilen Modulsystem. Die Membranfiltrationstechnik verspricht durch die rein physikalische Trennung bei niedrigen Temperaturen eine sehr interessante Alternative zu bisher eingesetzten Trennoperationen, wie beispielsweise Eindampfung, Extraktion und Chromatografie zu sein.

Die Versuchsanlage bestand aus einem Vorlagetank, in dem das ölhaltige Rohlecithin vorlegt wurde. An den Behälter war das PM-Modul über eine Pumpe und entsprechende Messinstrumente zum Erfassen der Betriebsparameter angeschlossen. Von dort konnte das Medium mit Hilfe einer Prozesspumpe bei konstantem Druck (3 bar), bei konstanter Temperatur (25 °C) und bei konstanten Volumenstrom (1 500 l/h) in das Membranmodul gefördert werden. Die Versuche wurden



4: Aufbau der Pilotanlage für Versuche vor Ort

im Batch-Verfahren durchgeführt, d.h. eine bestimmte Menge an Rohlecithin bzw. Hexan wurde im Vorlagebehälter vorgelegt und anschließend über das PM-Modul filtriert. Während das Retentat zurück in den Vorlagebehälter gelangte, wurde das Permeat abgeführt. Hierbei konnte entweder in entsprechender Menge Hexan zur Diafiltration nachgeführt werden oder aber durch reine Permeatabfuhr das Lecithin konzentriert werden. Bild 4 zeigt den Aufbau der vor Ort betriebenen Versuchsanlage. Mit dieser Pilotanlage wurden über mehrere Monate Pilotversuche vor Ort durchgeführt.

Die Ergebnisse belegen die hervorragende Eignung dieses Membran-/Modulsystems für die erforderliche Aufgabenstellung. Um die gewünschte Produktreinheit von < 1 Gew.% Triglyceride im Reinlecithin zu erhalten, wurden Konzentrierungs- und Diafiltrationsschritte miteinander kombiniert. Je nach

Konzentrierungsgrad des Rohlecithin/Hexan-Gemisches ergaben sich spezifische Permeatflussleistungen von 15 bis 120 l/m²h bei mittleren Transmembrandrücken zwischen 2 bis 2,5 bar. Der erforderliche Triglyceridgehalt im Endprodukt von < 1 Gew.% wurde in allen Fällen erreicht. Der Produktverlust an Phospholipiden, also Lecithin, war dabei mit < 1 % vernachlässigbar gering.

Die Triglyceride permeieren quantitativ durch die Membran, während die Phospholipide im Konzentrat verbleiben. Die Reinigung der Membran erfolgte durch bloßes Spülen mit Hexan. Hierbei gelang es jedes Mal wieder, die Membran von Verunreinigungen zu befreien, so dass sich ein charakteristischer Reinhexanfluss messen ließ. Durch die Entölung mittels Ultrafiltration kann vollständig auf die Extraktion mit Aceton verzichtet werden.

Weitere Infos

P+F 609