

Methanolabtrennung durch Pervaporation

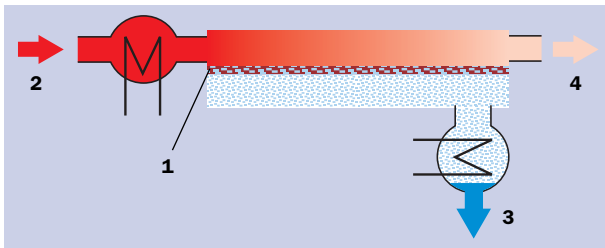
NORBERT MARTIN |
SULZER CHEMTECH

Die Pervaporation, ein Membran-Trennverfahren, wird immer häufiger eingesetzt, um Methanol von anderen organischen Komponenten (z.B. Lösemitteln) abzutrennen. Der Prozess ist einfach und vermeidet die Nachteile traditioneller Trennverfahren.

▶ In der chemischen Verfahrenstechnik ist die Aufkonzentrierung der Endprodukte nach ihrer Synthese einer der wichtigsten Schritte, da der Wert der Produkte entscheidend von ihrer Reinheit abhängt. Die Destillation ist das wohl am häufigsten angewandte Verfahren zur Durchführung dieser Trennaufgabe. Sie basiert auf dem Unterschied der Siedepunkte der zu trennenden Komponenten. Allerdings gibt es Stoffgemische, deren Zusammen-

setzung bei einem bestimmten Konzentrationsverhältnis in der Dampfphase gleich ist wie in der flüssigen Phase (sog. Azeotrope) und die sich deshalb durch normale Destillation ohne Hilfsmittel nicht weiter trennen lassen, z.B. ein Ethanol-Wasser-Gemisch mit 96% Ethanol.

Mit dem Pervaporationsverfahren, dessen Trennprinzip auf der unterschiedlichen Diffusionsgeschwindigkeit der Komponenten durch eine semipermeable Membran ba-



1 Prinzip der Pervaporation: Durch eine semipermeable Membran (1) werden aus dem zugeführten Stoffgemisch (2) Wasser oder Methanol (3) abgetrennt. Zurück bleibt das gereinigte Produkt (4).

sierter, lassen sich auch azeotrope Gemische trennen. Schon länger bekannt ist die Abtrennung von Wasser aus organischen Lösemitteln (vgl. STR 3/1998, S. 12). Sulzer Chemtech hat dieses Verfahren nun mit Erfolg auch auf die Abtrennung von Methanol aus anderen organischen Lösemitteln angewandt.

Nachteile konventioneller Verfahren

Methanol kommt in den unterschiedlichsten Prozessen (Veresterungen, Umesterungen) als Reaktant oder als Reaktionsprodukt vor, wobei es schwieriger von an-

deren organischen Stoffen abzutrennen ist als Wasser. Mit vielen Stoffen bildet Methanol Azeotrope.

Es bestehen verschiedene konventionelle Technologien zur Abtrennung von Methanol. Ihr Einsatz wird durch die spezifischen Eigenschaften des zu trennenden Gemisches bestimmt. Sie weisen mehr oder weniger gravierende Nachteile auf:

- Bei der Wasserwäsche mit Destillation wird Wasser in ein zuvor wasserfreies Gemisch eingebracht und kann dann nicht mehr vollständig entfernt werden. Zudem benötigt dieser Prozess drei Destillationskolonnen und damit relativ viel Platz, verbraucht viel Energie und erzeugt Abwasser, das behandelt werden muss.

- Die Methanolextraktion durch Alkali-Salze ist zwar einfach, birgt jedoch ein Risiko hinsichtlich der Produktqualität, da sich eine gewisse Menge Salz im Endprodukt nicht vermeiden lässt. Zudem benötigt die Bearbeitung der abgetrennten salzhaltigen Phase zusätzliche Anlagen und Energie,

ist – weil Feststoffe bewegt werden müssen – arbeitsintensiv, verursacht Korrosion und schafft Umweltprobleme.

Neue Membran entwickelt

Die Pervaporation vermeidet die genannten Nachteile. Sie gehört mittlerweile zum Stand der Technik, wenn es um Trennaufgaben in der chemischen Industrie geht. Der häufigste Einsatz ist die Entwässerung organischer Verbindungen mit hydrophilen Membranen. Typische Anwendungen sind das Spalten von Azeotropen und die Restentwässerung.

Das Trennprinzip der Pervaporation (Bild 1) beruht auf der unterschiedlichen Polarität der Komponenten des zu trennenden Stoffgemisches, ihrer Molekülgröße und der Affinität der polarsten Komponente zur Trennschicht der Membran. Je polarer und kleiner ein Molekül ist, desto leichter kann es absorbiert werden und die Membran passieren. Da Wasser das kleinste und polarste Molekül ist, funktioniert die Abtrennung von Wasser aus organischen Stoffen am besten. Die Triebkraft für die Trennung ist der Unterschied des Wasserdampf-Partialdrucks zwischen Vorder- und Rückseite der Membran. Die notwendige Partialdruckdifferenz wird dadurch erreicht, dass das zu trennende Gemisch mit möglichst hoher Temperatur der Membran zugeführt wird, während an der Rückseite der Membran bei tiefer Temperatur ein Vakuum angelegt wird. Dort kondensiert dann der die Membran passierende Stoff, das Permeat.

Der Nachbar des Wassers bezüglich Polarität ist das Methanol. Basierend auf den Erfahrungen bei

2 Die Vormontage einer Pervaporationsanlage erleichtert die Installation auf der Baustelle.



der Abtrennung von Wasser, hat Sulzer Chemtech eine neue Membrangeneration entwickelt, die Methanol von organischen Stoffen abtrennt. Damit wurde ein weiteres Anwendungsgebiet für die Pervaporation erschlossen – erste Anlagen sind bereits in Betrieb. Der Einsatz der Pervaporation vereinfacht entscheidend den Reinigungsprozess von Gemischen, die Methanol enthalten. Das Azeotrop wird den Membranen zugeführt, und das Methanol passiert bevorzugt die Membran. Der zurückbleibende methanolarme Stoff, das Retentat, wird entweder kondensiert (sofern die Methanolkonzentration ausreichend niedrig ist) oder als Dampf in eine nachgeschaltete Kolonne geleitet, wo noch höhere Reinheiten erreicht werden. Das methanolreiche Permeat wird zur Methanolabtrennung wieder in den Prozess zurückgeführt, der das Azeotrop erzeugt. Dieser Prozess kann sowohl für Neuanlagen als auch zum Aufrüsten bestehender Anlagen eingesetzt werden.

Hohe Reinheit – tiefer Energieverbrauch

Die Vorteile der Methanolabtrennung durch Pervaporation sind offensichtlich: Es werden weder zusätzliches Wasser noch Salze eingesetzt, welche die Produktqualität negativ beeinflussen. Die Membranen verhalten sich neutral und geben keine Stoffe an das Lösungsmittelgemisch ab. Es entstehen keine Umweltbeeinträchtigungen, da weder eine Abwasserbehandlung noch eine Aufbereitung der methanolhaltigen Salzlösungen notwendig sind. Im Weiteren zeichnet sich der Membranprozess durch einen

niedrigen Energieverbrauch aus. Kann das Gemisch als Satttdampf mit ca. 90°C direkt von einer Kolonne abgenommen werden, so ist keine weitere Energie aufzubringen, um das Methanol die Membran passieren zu lassen. Falls ein Verdampfer notwendig sein sollte, kann das Retentat als Dampf zur Kolonne gegeben und so der Energieeinsatz reduziert werden.

Erfolgreich in Betrieb

Eine Pervaporationsanlage wird in einem Gestell vormontiert geliefert. Es enthält alle erforderlichen Komponenten (Wärmetauscher, Pumpen, Ventile usw.) sowie die Verrohrung und die Instrumentierung (Bild 2). Dadurch werden die Installationskosten und die Installationszeit auf der Baustelle auf ein Minimum reduziert. Aufgrund der einfachen Arbeitsweise der Anlage ist die Installation unkompliziert und der Platzbedarf gering.

Sulzer Chemtech hat bereits zwei Anlagen installiert – beide werden von den Kunden mit Erfolg betrieben. Die erste Anlage (Bild 3) wurde 1997 in einem Unternehmen der Feinchemie in den Niederlanden errichtet, wo sie bei einer Kapazitätserweiterung den bisherigen Salz-Extraktionsprozess ersetzte. Der Kunde verfügt seither über einen vollautomatischen Prozess und erzielt eine höhere Produktqualität.

Die zweite Anlage wurde Ende 2000 in Spanien installiert und trennt Methanol von Methylacetat. Die Bedingung des Kunden war ein wasserfreies Endprodukt mit unterschiedlichen Methanolgehalten. Mit der Membrananlage können beide Bedingungen problemlos erfüllt werden.



3 Die 1997 in die Niederlande gelieferte Dampfpermeationsanlage wurde in einen bestehenden Anlagenkomplex integriert.

Eine dritte Anlage – zur Abtrennung von Methanol aus Azeton – wurde Ende 2002 an den Endkunden ausgeliefert. Damit konnte Sulzer Chemtech einmal mehr die Tauglichkeit und den Nutzen der Pervaporation unter Beweis stellen. ◀



KONTAKT

Sulzer Chemtech GmbH
 Norbert Martin
 Friedrichsthaler Straße 19
 DE-66540 Neunkirchen
 Deutschland
 Telefon +49 (0)6821-792 38
 Telefax +49 (0)6821-792 50
 norbert.martin@sulzermembranes.com