

Rückgewinnen von Lösemitteln durch Pressure Swing Adsorption (PSA) und durch Pervaporation (PPA)

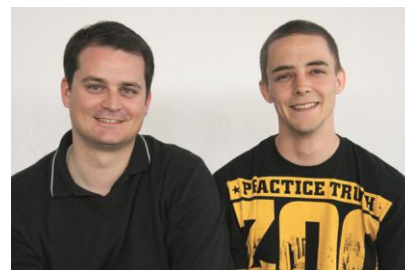
Das Ziel dieser Bachelorarbeit war die Untersuchung der Trennung eines azeotropen Ethanol-Wasser-Gemisches mittels Pervaporation (Membrantrennverfahren) und Pressure Swing Adsorption (Trennung mit Molekularsieb) in Bezug auf Energieaufwand und Wirtschaftlichkeit für eine Reinheit von 99.8 w-% Ethanol. Es stand je eine Pilot-Anlage zur Verfügung, die für einen Feedstrom von 200 kg/h ausgelegt ist. Basis des wirtschaftlichen Vergleichs sind die Anlagen- sowie die Betriebskosten für die Trennung.

Mit der Pervaporations-Anlage wurden Messungen bei verschiedenen Betriebsparametern durchgeführt und analysiert. Bezüglich des Feedstroms konnten keine nennenswerten Unterschiede der Trennleistung festgestellt werden, obwohl eine Steigerung der Produktivität zu erwarten wäre, wenn die Feedtemperatur erhöht würde. Der Energiebedarf konnte mittels nachträglich angebrachter Isolation um ca. ein Viertel reduziert werden.

Für die verwendete Anlage belaufen sich die Betriebskosten für die Trennung des azeotropen Ethanol-Wasser-Gemisches auf 8 bis 12 Rappen pro Liter Produkt, jedoch für eine Reinheit von 99.77 w-%. Die Kosten der Pilot-Anlage betragen CHF 199'158 exkl. Montagearbeiten. Auf Grund von Dimensionierungsfehlern in der Auslegung der Pressure Swing Adsorption Pilot-Anlage konnten keine Messungen im Sinne der Aufgabenstellung durchgeführt werden. Stattdessen wurden die vorliegenden Mängel aufgedeckt und entsprechende Verbesserungen überprüft und berechnet. Als Hauptproblem wurde der Rohrbündel-Wärmetauscher für die Regenerat-Kondensation mit einer 16-fach zu kleinen Wärmeaustauschfläche eruiert.

Wassergehalts-Bestimmungen von Zeolith-Proben aus den Adsorbern ergaben eine mittlere Wasser-Beladung von 17 w-%. Mit Hilfe von Adsorptions-Isothermen konnte nachgewiesen werden, dass die Regeneration bei solcher Beladung beider Adsorber bei gegebenen Betriebsbedingungen nicht möglich ist. Auf Grund dieser Erkenntnis wurde ein spezielles Anfahr-Prozedere in Verbindung mit unbeladenem Zeolith erarbeitet. Die Kosten der Pilot-Anlage belaufen sich auf CHF 173'000 inkl. Montagearbeiten, wobei die Kosten für die Anpassungsarbeiten an der Anlage nicht einberechnet sind.

Sind die in dieser Arbeit beschriebenen Verbesserungen an der Pressure Swing Adsorption Pilot-Anlage vollzogen und optimale Betriebsparameter gefunden, kann unter Einbezug der erhobenen Daten ein wirtschaftlicher und energetischer Vergleich beider Verfahren im Pilotmassstab angestellt werden.



Diplomierende
Anton Linder
Thomas Steiner

Dozent
Thomas Spielmann



Herzstück der neuen Pressure Swing Adsorption Pilot-Anlage: Adsorber A&B, Inhalt je ca. 180 kg Zeolith