

Prozessintensivierung als Werkzeug zur Steigerung von Effektivität und Effizienz

Susanne LUX¹, Daniela PAINER¹, Nikolaus SCHWAIGER¹, Matthäus SIEBENHOFER¹

Motivation

Im Sinne einer biobasierten Zukunft erfolgt ein gesellschaftlicher Wandel in Richtung Nachhaltigkeit mit dem Ziel vorrangig biogenen Kohlenstoff stofflich zu nutzen. In Summe wird eine effiziente, möglichst vollständige Verwertung von Biomasse angestrebt. Um diesem Ziel gerecht zu werden, liegt das Augenmerk vermehrt auf der Verwertung von Rest- und Abfallströmen. In Bioraffinerien fallen wertvolle Bulkchemikalien jedoch selten in einfach zu trennenden Mischungen mit geeigneter Zusammensetzung an. Das ternäre System Essigsäure-Ameisensäure-Wasser aus der Papier- und Zellstoffherzeugung stellt ein repräsentatives Beispiel für Stoffgemische dar, die mit konventionellen Trennverfahren nahezu untrennbar sind. Die Isolierung der beiden Säuren ist herausfordernd, da dieses System neben einem binären Hochsiedezeotrop auch ein ternäres Sattelpunkazeotrop aufweist. Die Auftrennung von azeotropen Mischungen in ihre Reinstoffe ist nur unter erheblichem (energetischem) Aufwand möglich.

Methodik

Reaktive Trennverfahren sowie die Implementierung von alternativen Unit Operations wie beispielsweise dem Membrantrennverfahren Pervaporation bieten Zugang zu einer Vielzahl an vielversprechenden Prozesskonzepten, die effektive Produktisolierung aus komplexen Mischungen mit thermodynamischen Limitierungen ermöglichen.

Ergebnisse

Durch die Überlagerung von konventionellen Trennverfahren mit chemischen Reaktionen können gezielt Stoffeigenschaften verändert und dadurch die Auftrennung von komplexen Gemischen ermöglicht werden. Durch die Durchführung von Reaktion und Stofftrennung in einem Apparat werden Synergien genutzt und dadurch Energiekosten gesenkt.

Zur Intensivierung der Auftrennung des ternären Systems Essigsäure-Ameisensäure-Wasser werden die beiden höher siedenden Säuren Essigsäure und Ameisensäure mittels Reaktivdestillation in ihre leicht flüchtigen Methylester überführt und so aus der wässrigen Einsatzlösung über das Destillat abgetrennt. Dieses Verfahren zeichnet sich durch hohe Effektivität und Effizienz aus und vereint neben der stofflichen Nutzung von Abfallströmen die Intensivierung von aufwändigen Prozessen und erhebliches Potential zur Energieeinsparung.

Die Implementierung von Pervaporationsverfahren stellt ein weiteres effizientes Werkzeug zur Prozessintensivierung, speziell im Fall der Auftrennung azeotroper Mischungen, dar. Das Trennkonzept beruht auf dem Lösungs-Diffusionsverhalten der zu trennenden Komponenten in der dichten Membran. Dadurch wird die Stofftrennung nicht durch das Dampf-Flüssig-Gleichgewicht des Systems limitiert. Nur jene Komponenten, die die Membran permeieren werden verdampft. Diese partielle Verdampfung zeichnet sich durch erhebliche Reduktion der Energiekosten im Vergleich zu einer aufwändigen, falls überhaupt möglichen, rein destillativen Auftrennung aus.

In Hinblick auf zukünftiges Energiemanagement und dringend notwendige Energieeinsparungen in allen Industriezweigen kommt prozessintensivierenden Technologien eine tragende Rolle zu. Reaktive Trennverfahren sind in Verbindung mit den Building Blocks der Prozessintensivierung wichtige Werkzeuge zur Realisierung von Effektivität und Effizienz in der chemischen Industrie.

¹ Institut für Chemische Verfahrenstechnik und Umwelttechnik/TU Graz, Inffeldgasse 25C, Tel. 0316-873-7476, Fax. 0316-873-7469, susanne.lux@tugraz.at, <http://www.icvt.tugraz.at>

