

Aufkonzentrierung von Wertstoffen aus wässrigen Produktlösungen

Die Aufkonzentrierung von Wertstofflösungen in der Lebensmittel-, Chemie- oder Pharmaindustrie erfolgt häufig durch thermische Verfahren. Das Lösungsmittel Wasser wird dabei typischerweise in einem mehrstufigen Eindampfprozess bei Temperaturen bis zu 130°C bis zum gewünschten Restgehalt verdampft. Die Technologie ist trotz schrittweiser Verbesserungen in der Vergangenheit sehr energieintensiv und mit starken thermischen Belastungen des Wertstoffes verbunden.

Zielsetzung

Ziel der Forschung in der Arbeitsgruppe um Prof. Michael Harasek im Bereich „Thermische Verfahrenstechnik & Simulation“ an der TU Wien war es, Alternativen zum herkömmlichen Eindampfprozess mit deutlich niedrigerem Energiebedarf zu entwickeln. Das Verfahren muss für eine Bandbreite gewünschter Konzentrationen einsetzbar sein, und es soll auf industriell verfügbaren Komponenten beruhen, um nicht an einen oder wenige Komponentenlieferanten gebunden zu sein.

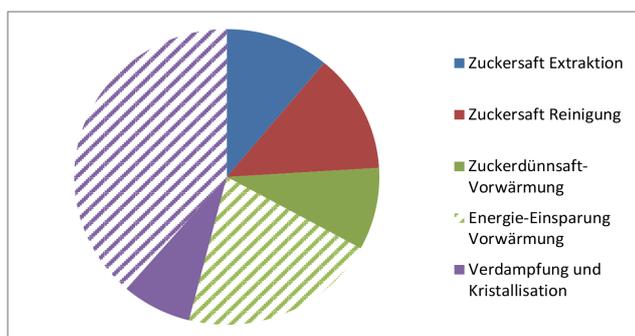
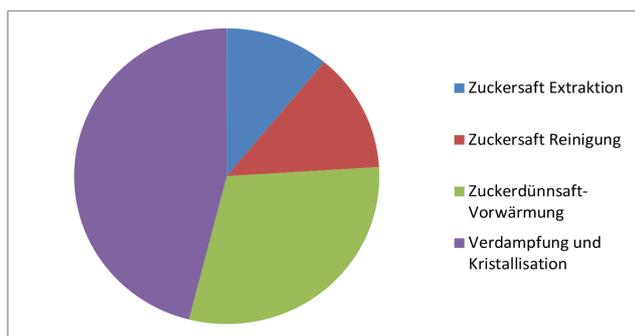
Lösungsansatz

Die herkömmlichen Membrantrennverfahren Umkehrosmose und Nanofiltration können für die Aufkonzentrierung von Wertstofflösungen, beispielsweise Zuckerlösungen, Fruchtsaft, Milchsäure oder Aminosäurelösungen eingesetzt werden. Allerdings sind diesen Verfahren aufgrund des hohen osmotischen Drucks und hoher Viskositäten schnell Grenzen gesetzt. Die Idee des Forscherteams war es, einen mehrstufigen Membranprozess zu entwickeln – aus einer Kombination von Umkehrosmose und mindestens zwei Nanofiltrationsstufen. Dabei sollten bewusst Membranen mit niedrigeren Rückhalten

zum Einsatz kommen, sodass die osmotische Druckdifferenz in jeder Stufe sehr genau kontrolliert werden kann. Niedrigere Prozess-Betriebsdrücke von lediglich bis 40 bar sind die Folge. Mit einer intelligenten Rückspeisung der aufgetrennten Wertstoffströme in die vorgeschalteten Verfahrensschritte wird der Wertstoffverlust minimiert. Wasser wird einzig in der Umkehrosmose-Stufe ausgeschleust. Aufgrund der – im Vergleich zu Eindampf-Verfahren – niedrigen Prozesstemperatur steigt die Produktqualität. Die Stufenzahl kann, je nach Vorgaben, für die Aufkonzentrierung angepasst werden.



Bestückung der Pilotanlage mit Nanofiltrations Membran



Beispiel für die Energieeinsparung bei der Zuckerdünnsaft-Konzentrierung: Konventionelles und TU Wien Verfahren

Ergebnisse

Das Forscherteam hat seine Entwicklung bereits in einer dreistufigen Umkehrosmose/Nanofiltrationsanlage zur Technologiedemonstration umgesetzt. Die Pilotanlage ist vollautomatisiert und kann bei Betriebsdrücken zwischen 40 und 60 bar und Temperaturen bis 80°C eingesetzt werden. Für die Aufkonzentrierung von Zuckerdünnsaft liegen bereits umfassende Versuchsergebnisse mit einer Vielzahl verschiedener Membrankombinationen vor. Damit konnten Energieeinsparungen von über 50% im Vergleich zu konventionellen mehrstufigen Eindampfverfahren nachgewiesen werden.

Nutzen für Sie

Art und Inhaltsstoffe der aufzutrennenden Wertstofflösung sind nicht speziell eingeschränkt. Es können Zuckerlösungen oder Fruchtsäfte, Lösungen von Milchsäure oder einem Salz davon, Aminosäurelösungen oder sonstige wässrige, nichtwässrige oder gemischte wässrig-nichtwässrige Lösungen aufgetrennt werden - wie sie beispielsweise in der chemischen oder pharmazeutischen Industrie oder in der Biotechnologie anfallen.

Diese Technologie eignet sich besonders als Vorkonzentrierungsschritt bei klassischen Eindampfprozessen - etwa in der Zuckerindustrie - oder überall dort, wo konventionelle druckgetriebene Membrantrennprozesse eingesetzt werden.

Die Vorteile des Verfahrens sind:

- Reduktion des thermischen Energiebedarfs der Eindampfung um mehr als 50%
- Betrieb auch mit hohen Wertstoff-Konzentrationen und viskosen Medien
- Mehrstufiger Umkehrosmose/Nanofiltrationsprozess statt herkömmlicher Eindampfung
- Niedrigere Betriebsdrücke und höhere Energieeffizienz als herkömmliche Membranverfahren durch intelligente Prozess-Schaltung
- Integrierbar in bestehender Anlagen - „Debottlenecking“
- Einfaches Scale-up
- Vollautomatisierte Demonstrationsanlage für Kundentests einsatzbereit (mit ca. 50 m² installierter Membranfläche)
- Abschätzung der zu erwartenden Energieeinsparung mit Auslegungsmodell

Ansprechpartner:

Ass.Prof. Dr. Michael Harasek
 TU Wien - Institut für Verfahrenstechnik, Umwelttechnik und Technische Biowissenschaften
 P: +43 1 58801 166202
 M: +43 664 6104922
 michael.harasek@tuwien.ac.at

Concentration of valuables from aqueous product solutions

The concentration of product solutions in the food industry, chemical industry and pharmaceutical industry is often performed using thermal processes. The solvent, water, is typically evaporated in a multi-stage evaporation process at temperatures of up to 130°C until the desired residual content is achieved. In spite of improvements, the technology remains highly energy-intensive and linked to high thermal loads on product materials.

Objective

The aim of the research conducted by the work group led by Professor Harasek in the area of „Thermal Process Engineering & Simulation“ at TU Wien was to develop alternatives to the conventional evaporation process with significantly lower energy requirements. The procedure must be able to be used for a wide range of concentrations and should be based on industrially available components, in order not to be tied to one or a few component suppliers.

Approach

The use of the membrane separation process of reverse osmosis or nanofiltration for the concentration of product solutions, such as sugar solutions, fruit juices, lactic acid and amino acid solutions is well known. However, due to the high osmotic pressure and high viscosities, limits are quickly reached for these processes. The idea of the research team was to develop a multi-stage membrane process – from a combination of reverse osmosis and at least two nanofiltration stages.

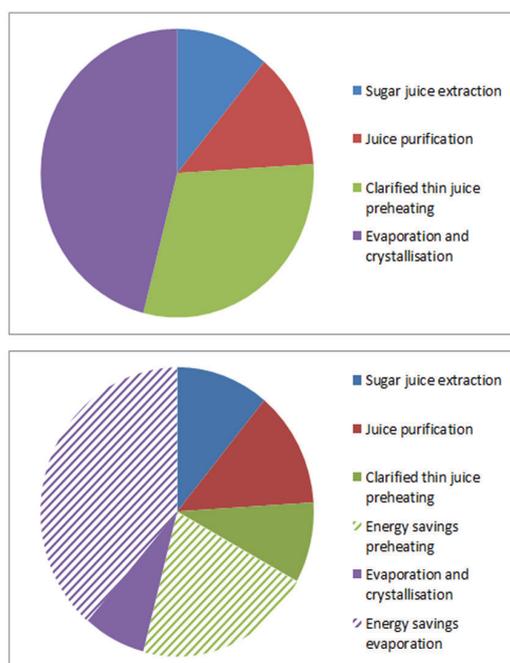
In this process, membranes with lower retention capacities are deliberately used, so that the osmotic pressure difference can be controlled very precisely at every stage

and lower process operating pressures of as low as 40 bar are sufficient.

With intelligent recovery of the separated flows of recyclable materials into the upstream process steps, loss of valuable material is minimised. Water is only discharged in the reverse osmosis stage. As a result of the low process temperature – in comparison to the evaporation method – product quality increases. The number of stages can be adapted depending on the requirements for the concentration.



Three-stage pilot system (RO/NF/NF) with five 4" membrane modules



Example of the energy savings in thin sugar juice concentration: conventional and TU Wien process

Results

The team of researchers has already demonstrated its development in a three-stage reverse osmosis/nanofiltration system. The pilot system is fully automated and can be used at operating pressures of up to 60 bar and temperatures of up to 80°C. Comprehensive test results are already available for the concentration of diluted sugar syrup with a wide range of different membrane combinations. The prototype successfully confirmed energy savings of over 50% compared to the conventional multi-stage evaporation process.

Benefits for you

There are no particular restrictions on the selection of the product material to be separated in the process designed by TU Wien. Here, sugar solutions or fruit juice, or solutions of lactic acid or a salt thereof, amino acid solutions or other aqueous, non-aqueous or mixed aqueous/non-aqueous solutions can be used, as for example occur in the chemical, pharmaceutical and biotechnology industries.

This technology is particularly suitable as a pre-concentration step in conventional evaporation processes – for example in the sugar industry – or anywhere conventional pressure-driven membrane separation processes are used.

The advantages of the process are:

- Reduction of more than 50% in the thermal energy requirement for the evaporation
- Operation also possible with high concentrations of product materials and viscous media
- Multi-stage reverse osmosis/nanofiltration process instead of conventional evaporation
- Higher energy efficiency and lower operating pressures than conventional membrane methods thanks to intelligent process circuit
- Integrability/Debottlenecking of existing systems
- Simple scale-up based on data
- Fully automated demonstration system with approx. 50 m² of installed membrane surface area ready for use in the technical centre for customer tests
- Several months of operational experience already shown with the demonstration system
- Design model for estimation of energy savings

Point of contact:

Ass.Prof. Dr. Michael Harasek
 TU Wien - Institute of Chemical Engineering
 P: +43 1 58801 166202
 M: +43 664 6104922
 michael.harasek@tuwien.ac.at