

F. Gehring, J. P. Lindner, T. Beck

Ökobilanzielle Betrachtung des Einsatzes einer neuartigen keramischen Nanofiltrationsmembran in der Zellstoffindustrie

1. Einleitung

Eine der wichtigsten Grundlage menschlichen, tierischen und pflanzlichen Lebens ist das Wasser. Ein sparsamer Umgang mit dieser Ressource gewinnt in der Gesellschaft und in vielen Wirtschaftszweigen immer mehr an Bedeutung. Im Rahmen des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Verbundprojektes „NanoMembrane“ wird eine neuartige kleinporigere keramische Nanofiltrationsmembran entwickelt und darüber hinaus deren Potenzial für eine nachhaltige Entwicklung bestimmt. Besondere Relevanz besitzt hierbei die Einsparung von Wasser bzw. Lösemittel, die sich durch eine prozess- oder produktionsintegrierte Teilstrombehandlung ergibt. Große ökologische und wirtschaftliche Effekte werden insbesondere in den wasserintensiven Branchen erwartet. Zu den wasserintensivsten Branchen gehört die Zellstoffindustrie. Der Projektpartner hat sich für den Test der neuartigen Membran in einer Pilotanlage entschieden. Diese Membran ist pH- und temperaturbeständiger als vergleichbare Kunststoffmembranen, wodurch sich neue Möglichkeiten zum Aufbereiten von stark belastetem Abwasser ergeben. Das bei der Bleichstufe entstehende Abwasser wird zurzeit nur teilweise rezykliert. Durch die Aufbereitung mittels der keramischen Membran lassen sich neue Kreisläufe schließen. Es besteht die Möglichkeit einen höheren Anteil des Wassers aufgrund der geringeren Belastung des Permeats in den Prozesswasserkreislauf rückzuführen, weitere Einsatzmöglichkeiten ergeben sich bei anderen wasserverbrauchenden Prozessen.

2. Ziel der Arbeit

Im Rahmen der Arbeit [1] wird ein Ökobilanzmodell in der Software GaBi 5 [2] entwickelt, welches einen repräsentativen Vergleich der unterschiedlichen Szenarien mit dem IST-Zustand gewährleistet. Bei der Nanofiltration wird der Feed (Abwasserstrom) auf die Membran geleitet und in einen aufbereiteten Strom, dem Permeat (Filtrat), und einen konzentrierten Strom, dem Retentat (Konzentrat), aufgetrennt (siehe Bild 1).

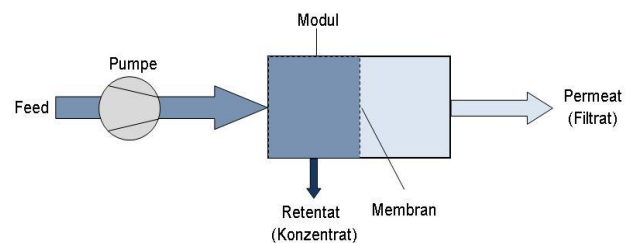


Bild 1: Schematische Darstellung des Aufbaus einer Membrananlage [3].

Damit die Zellstoffqualität durch die erweiterte Rückführung nicht negativ beeinflusst wird, muss die Temperatur konstant gehalten und der kritische Wert für die CSB-Konzentration nicht überschritten werden. Für die Retentatverwertung werden zwei Optionen verglichen: Zum einen die Einleitung in die Abwasserreinigungsanlage (ARA) und zum anderen das Verdampfen und die anschließende, energiebringende Verbrennung des Feststoffs.

3. Das Ökobilanzmodell

Das Ökobilanzmodell bildet die Aufbereitung von anfallendem Bleichereiabwasser bei einer Produktion von einer Tonne Zellstoff ab. Die Systemgrenze umschließt alle Prozesse, die einen Einfluss auf die betrachteten Varianten haben.

Eine besondere Aufmerksamkeit kommt der Strom- und Dampfbereitstellung zu. Durch deren Eigenproduktion, die aus demselben Prozess, der Schwarzlaugen- und/oder der Rindenverbrennung gewonnen wird, ist die Zuteilung der daraus resultierenden Emissionen für Strom und Dampf sehr komplex. Die Aufteilung der entstehenden Emissionen erfolgt entsprechend dem Exergieinhalt. Wird Strom oder Dampf benötigt, wird nur der benötigte Teil mit Umweltwirkungen belastet.

Die in dem Modell verwendeten Daten werden überwiegend vom Projektpartner zur Verfügung gestellt. Ebenso wird die GaBi Datenbank genutzt.

4. Szenarien

Anhand der Festlegung des Membraneinsatzortes und der daraus resultierenden Qualität des Permeats und Retentats werden verschiedene Szenarien entwickelt. Das aufbereitete Filtrat (Permeat) kann drei Prozessen zugeführt werden. Für das Konzentrat stehen zwei Verwertungswege zur Auswahl. Die Szenarien variieren untereinander nur in der Retentatverwertung. Insgesamt werden drei Szenarien und der IST-Zustand betrachtet. Im Szenario (2) wird das entstehende Retentat in die Abwasserreinigungsanlage (ARA) geleitet. In den Szenarien (3R) und (3A) wird das Retentat eingedampft und das Kondensat entweder rückgeführt oder der Abwasserreinigungsanlage zugeführt.

5. Ergebnisse

In der Studie werden die Wirkungskategorien Treibhauspotenzial, Versauerungspotenzial, Eutrophierungspotenzial, photochemisches Oxidantienbildungspotenzial, Primärenergiebedarf fossil sowie regenerativ betrachtet. Bild 2 zeigt das Treibhauspotenzial der betrachteten Szenarien.

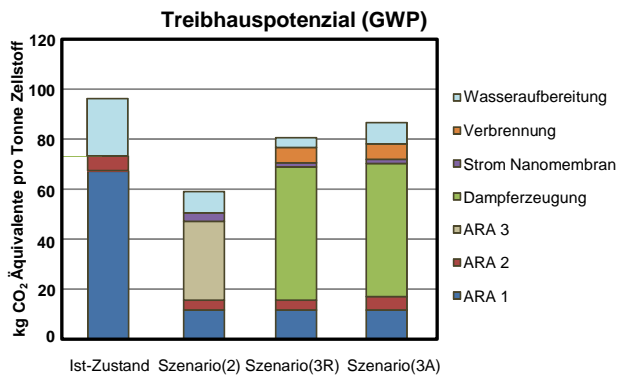


Bild 2: Treibhauspotenzial bezogen auf die einzelnen Szenarien.

Die ökologische Effizienz der einzelnen Permeatverwertungsmöglichkeiten wird durch die schrittweise Erhöhung des Abwasserstroms auf die Membran ermittelt. Dies geschieht zwischen dem IST-Zustand und dem Szenario (2), welches in den betrachteten Wirkungskategorien die geringsten Emissionen und den kleinsten Primärenergiebedarf aufweist. In Bild 3 ersichtlich weist die Kurve kein konstantes Gefälle auf. Dies ist auf die unterschiedliche Effektivität des Permeateinsatzes rückzuführen.

Mit Hilfe der Nanofiltration wird der Wasserverbrauch deutlich reduziert. Die Einsparungen der verschiedenen Szenarien werden nachfolgend in Bild 4 dargestellt.

Treibhauspotenzial-Kurve der Feedvariation

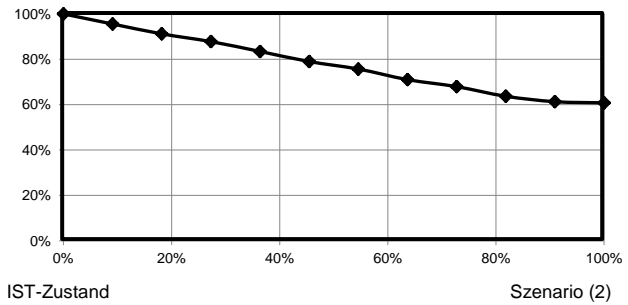


Bild 3: Einfluss der Feedmenge auf das Treibhauspotenzial.

Verbrauch an Frisch- und Abwasser

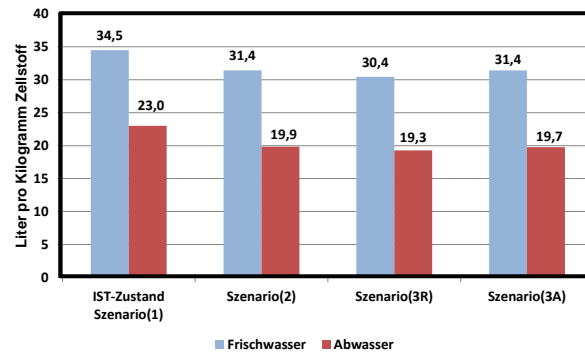


Bild 4: Verbrauch an Frisch- und Abwasser.

6. Zusammenfassung und Ausblick

In [1] wird ein Ökobilanzmodell erstellt, mit dem unterschiedliche Szenarien im Hinblick auf die Umwelt verglichen werden können. Es wird exemplarisch vorgestellt, dass eine Verringerung der Wasserentnahme nicht automatisch mit besseren Umweltwirkungen einhergeht. Des Weiteren korrelieren die Ergebnisse der unterschiedlichen Wirkungskategorien nicht immer miteinander. Genau aus diesem Grund ist es wichtig Trade-Offs zu quantifizieren. Die Entwicklung und Forschung im Rahmen des Projekts wird fortgesetzt. Dies bedeutet in Bezug auf [1], dass zurzeit unklare Daten im weiteren Verlauf des Projekts ermittelt und eingearbeitet werden können. Die Studie zeigt in welche Richtung die Nanofiltration in der Zellstoffindustrie geht und gehen kann.

Literatur

- [1] Gehring, F.: Ökobilanzielle Betrachtung des Einsatzes einer keramischen Nanofiltrationsmembran in der Zellstoffindustrie; Diplomarbeit, Lehrstuhl für Bauphysik, Universität Stuttgart (2012).
- [2] Menzel, U.: Industrielle Wassertechnologie. Vorlesungsmanuskript, Institut für Siedlungswasserbau, Wassergüte und Abfallwirtschaft, Universität Stuttgart (2009).
- [3] LBP-GaBi; PE International: GaBi 5, Softwaresystem und Datenbank zur Ganzheitlichen Bilanzierung, Version 5.0, Echterdingen/Stuttgart (1992-2012).



Universität Stuttgart

Lehrstuhl für Bauphysik

Lehrstuhl für Bauphysik

Prof. Dr.-Ing. Schew-Ram Mehra

70569 Stuttgart, Pfaffenwaldring 7, Tel.: 0711/685-66578, Fax: 0711/685-66583

E-Mail: bauphysik@lbp.uni-stuttgart.de