

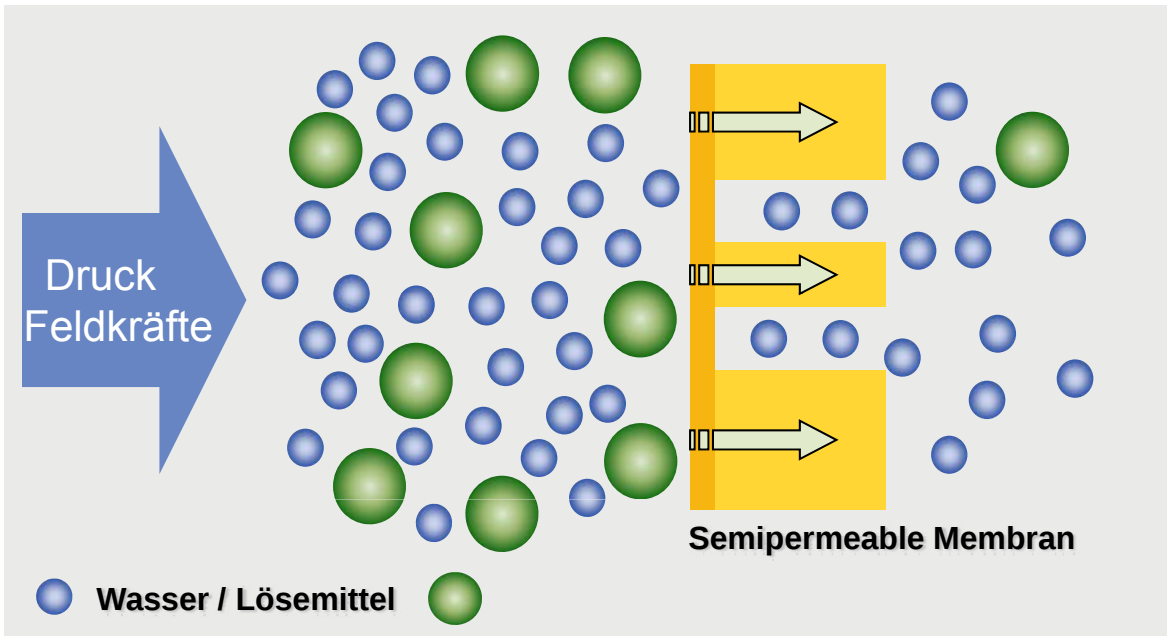
Nanomembrane: Einsatz neuer nanoporöser keramischer Membranen zur Wasser- und Lösemiteleinsparung

F. Aguilar, U. Kätzel, S. Zeidler, Merck KGaA

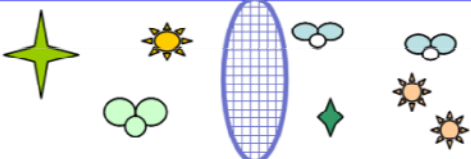
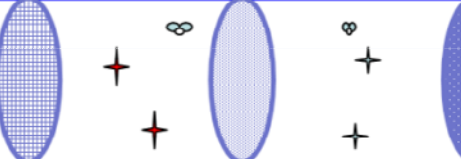
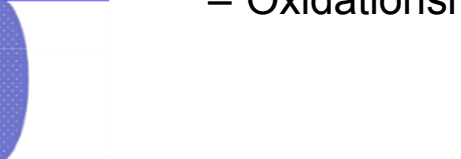
2. Clustertreffen NanoCare / Nanonature,
Frankfurt, 13. & 14. März 2012



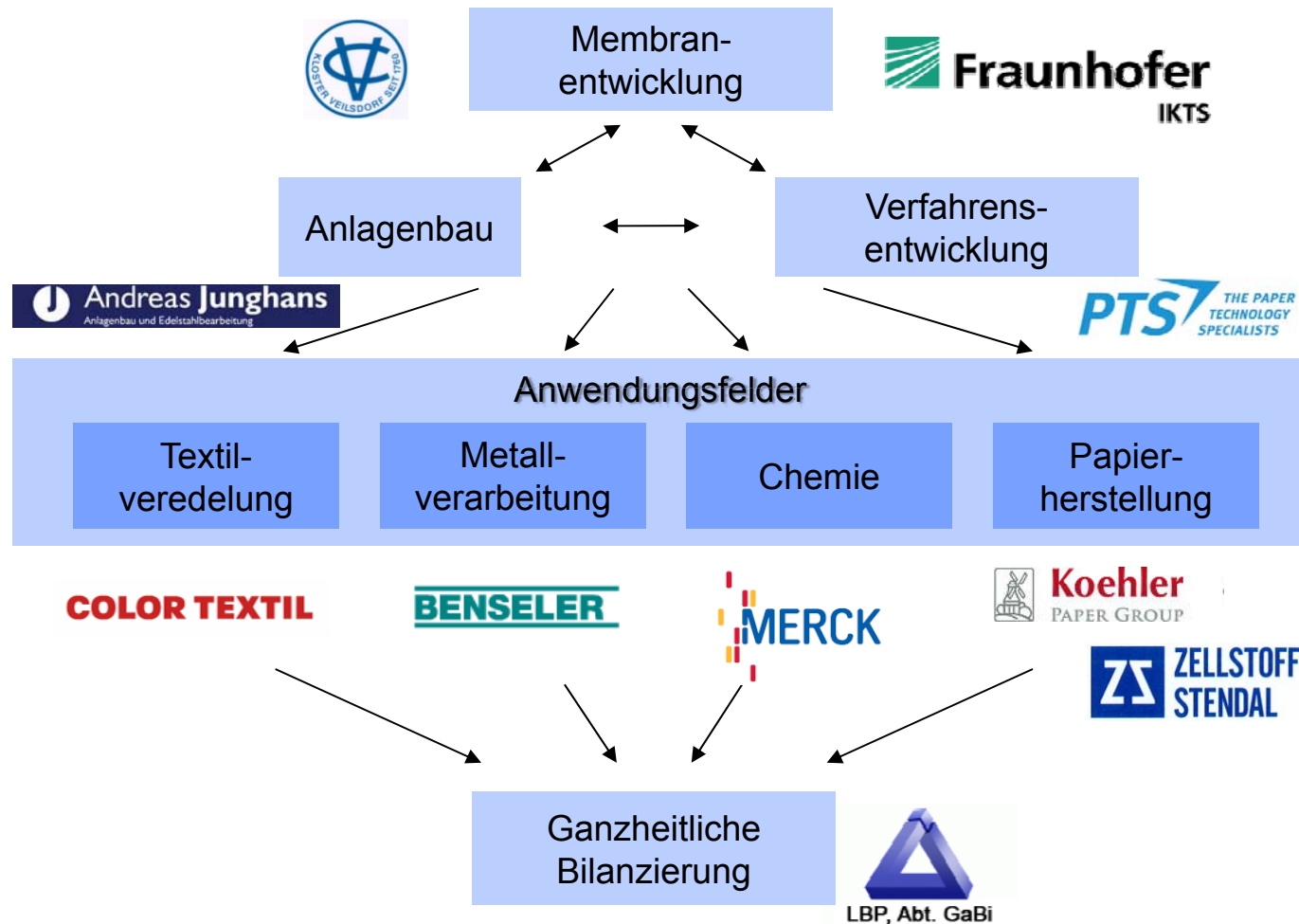
Membranverfahren - Funktionsprinzip



- Herausforderungen
 - Extreme pH-Werte
 - Hohe Temperaturen
 - Quellung von Polymeren in organischen Lösemitteln
 - Abrasive Inhaltsstoffe
 - Oxidationsmittel

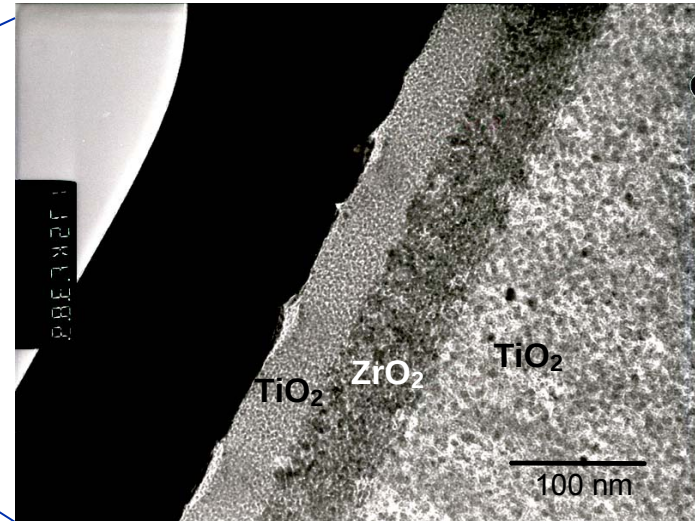
				
Prozess	Mikrofiltration	Ultrafiltration	Nanofiltration	Umkehrosmose
Poren	~ 0,1 µm	~ 0,01 µm	~ 0,001 µm	~ 0,0001 µm
Für	Partikel Bakterien	Proteine Polymere	organ. Moleküle mehrw. Ionen	einwertige Ionen

Projektverbund & -partner



Membranentwicklung & -produktion

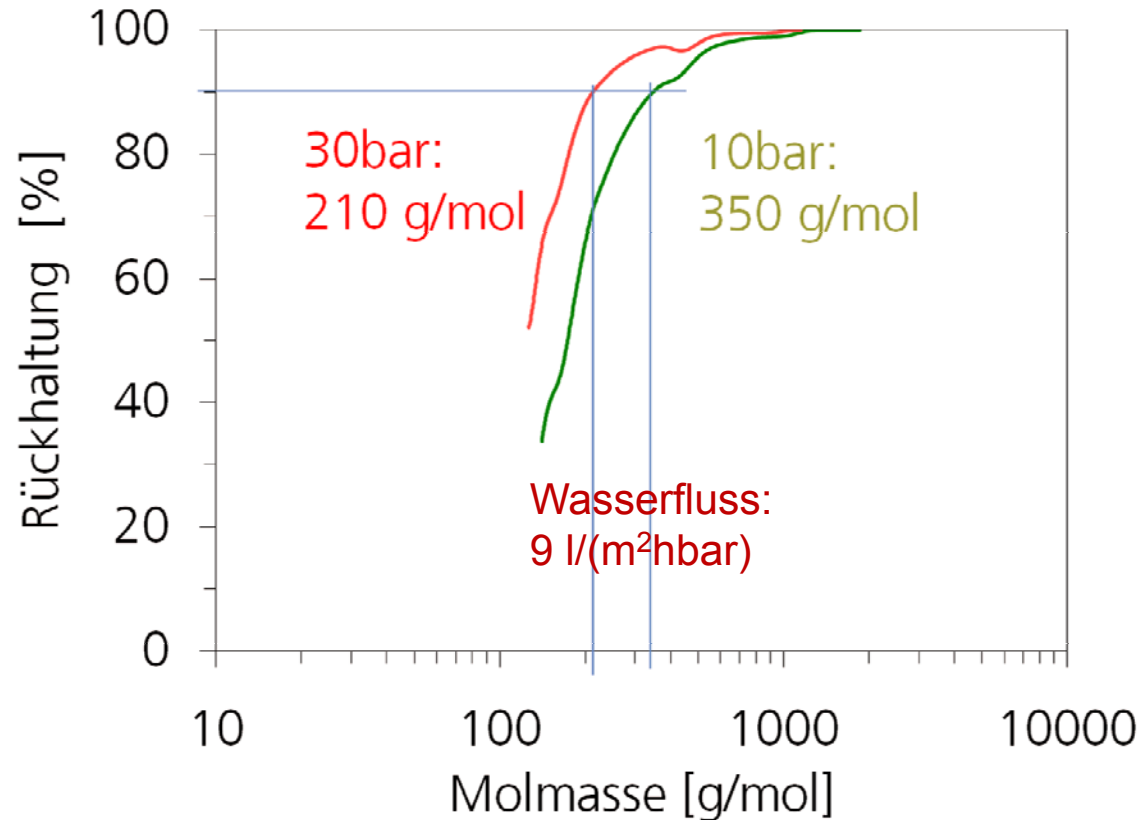
Ausgangssituation und Zielsetzung



- Stand der Technik: Trenngrenze 450 Da (g/mol)
- Ziel: Trenngrenze 200 Da (g/mol), hohe pH-Stabilität, Eignung für OSN
- Wege:
 - Entwicklung neuer Sol-Gel-Rezepturen
 - Verbesserung der Qualität der Zwischenschichten
 - gezielte Beeinflussung des Benetzungsverhaltens von organischen Lösemitteln

Membranentwicklung & -produktion

Meilenstein erreicht



Trenngrenze < 300 g/mol
Wasserfluss > 5 l/(m²·h·bar)

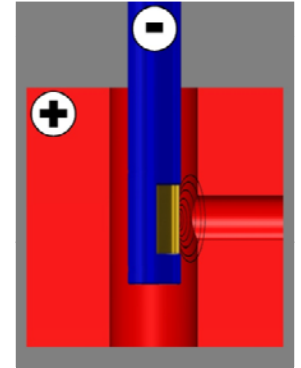
- Laugenstabilität bis 4M NaOH, 60°C
- Säurestabilität bis 2M HCl, 25°C

Anwendung Metallindustrie:

Nachbehandlung Abwässer aus ECM

Fertigungsverfahren:

ECM – Elektrochemische Metallbearbeitung DIN 8590



Ausgangssituation: Nachbehandlung – Entfernung von Metalloxiden

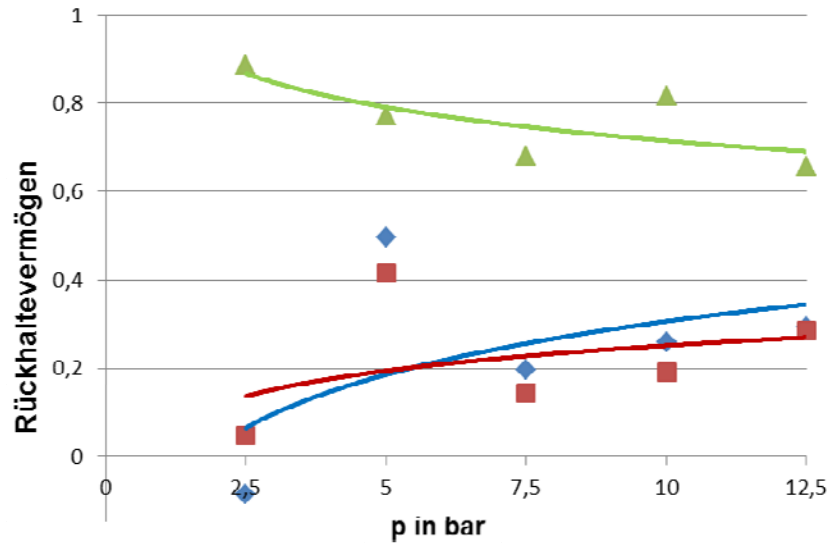
- Verschleppung der Elektrolytlösung in das Nachbehandlungsmedium, durch Aufkonzentration muss Nachbehandlungsmedium vor Ende der Standzeit verworfen werden

Zielstellung:

- *Zurückhalten aller Komponenten des Nachbehandlungsmediums*
- *Elektrolytlösung passiert vollständig die Membran*

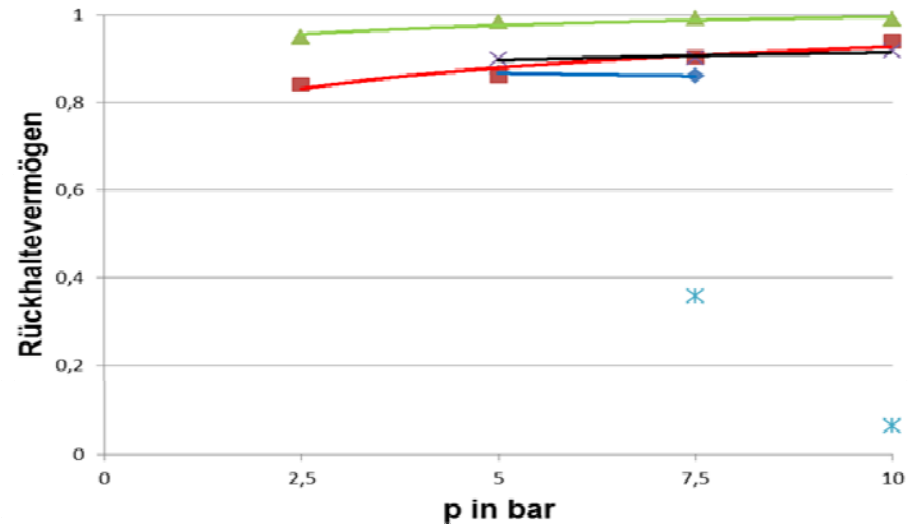
Ergebnisse Laborversuche

450 Da Membran



- ◆ Organische Substanzen
- Anionische Tenside
- ▲ Nichtionische Tenside

200 Da Membran



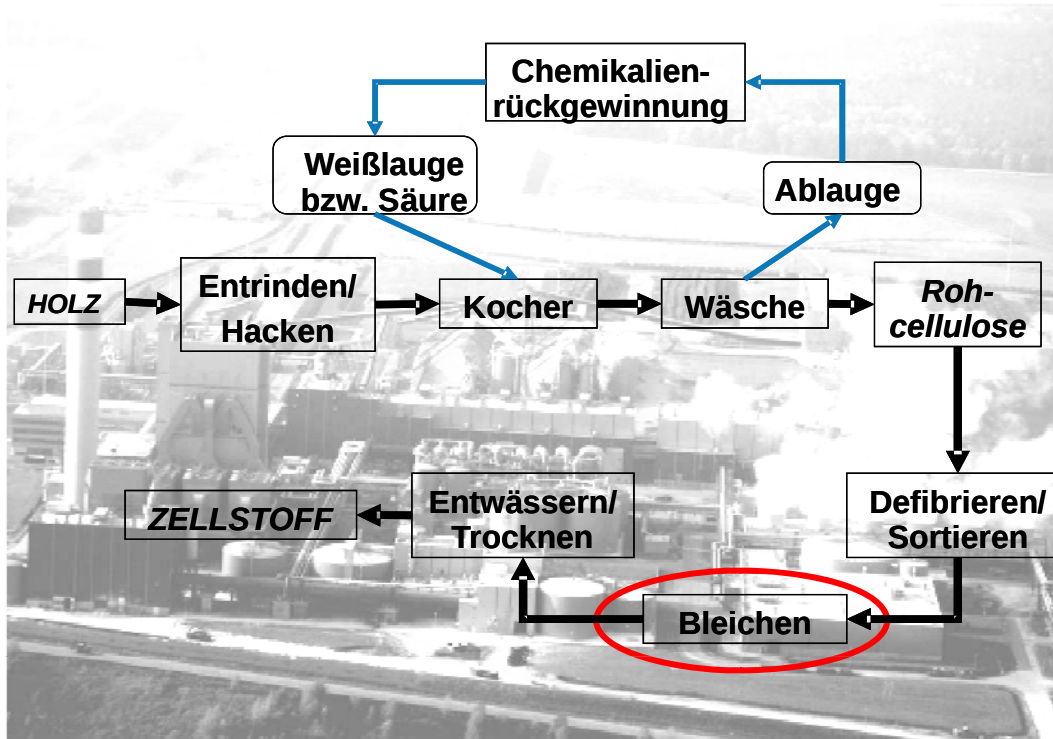
Analytik:

Küvetten Test:

- CSB
- Anionische Tenside
- Nichtionische Tenside

Anwendungen Papier

Zellstoff Stendal – Kraftzellstoffwerk - Nadelholzzellstoff



- Nach dem chemischen Aufschluss von Zellstoff wird die Zellulose gewaschen und gebleicht.
→ Entfernung von Lignin
- Behandlung in einem mehrstufigen System, da Restlignin nicht in einem einzelnen Bleichschritt eliminiert werden kann
- Zwei verschiedene Bleichereiabwässer wurden im Rahmen von nanomembrane untersucht

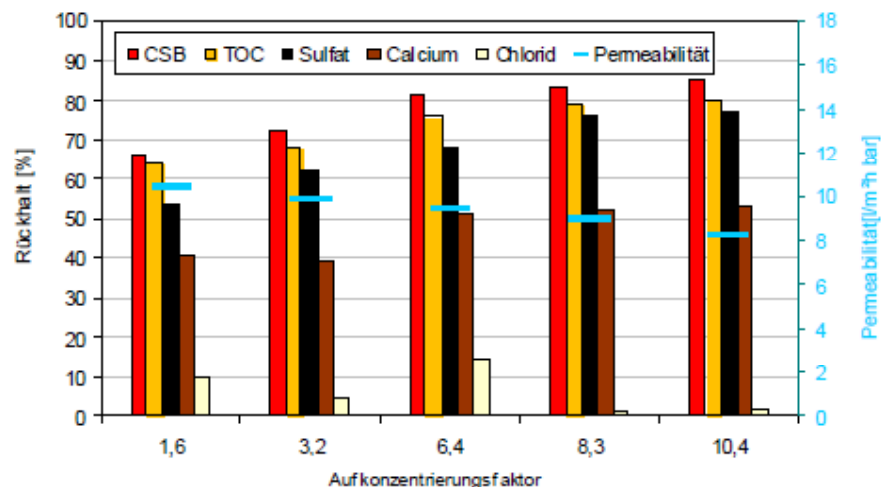
Die hohen Prozessanforderungen begünstigen den Einsatz einer Keramikmembran, sowohl durch ihre Temperaturbeständigkeit als auch durch das breite Spektrum an denkbaren Regenerationsmöglichkeiten.

Ergebnisse 450/200 Da Membran

D-Filtrat – Aufkonzentrierung

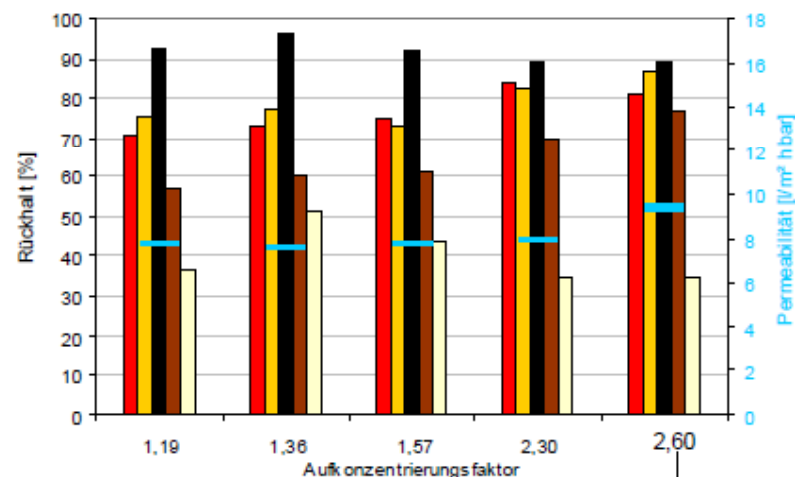
450 Da Membran (70/17/4,5)

Aufkonzentrierung (Wdh)



200 Da Membran (70/17/4,5)

Aufkonzentrierung



Vergleich Rückhalt	CSB	TOC	Chlorid	Calcium	Sulfat
450 Da Membran (AKF = 6,8)	46%	43%	-	36%	60%
450 Da Membran Wdh (AKF = 9,2)	44%	35%	2%	27%	40%
200 Da Membran (AKF = 2,6)	72%	69%	34%	66%	90%



Anwendungen Textilindustrie

Abwasserbehandlung & Probleme

Wasser-/ Abwassersituation am Beispiel des Textilveredlers Color Textil in Frankenberg

- Wasser-/ Abwasseranfall ca. 1000 m³/d mit zwei Teilströmen zu 350 m³/d aus der Vorbehandlung und 650 m³/d aus der Färberei
- Mischung des Wassers in 250 m³ Tank mit anschließender Fest-/ Flüssigtrennung mittels Druckentspannungsflotation
- Flüssigphase zur biologischen Behandlung in der Kläranlage
- Feststoffanteil zur thermischen Behandlung mit ca. 20 % TS

Probleme

- biologischer Abbau muss auf Sonderbelastungen adaptieren
- Nachklärung teilweise mit Resttrübung
- Behandlungskosten der zentralen Kläranlage
- laufende Kosten für Flotation und Schlammeindickung

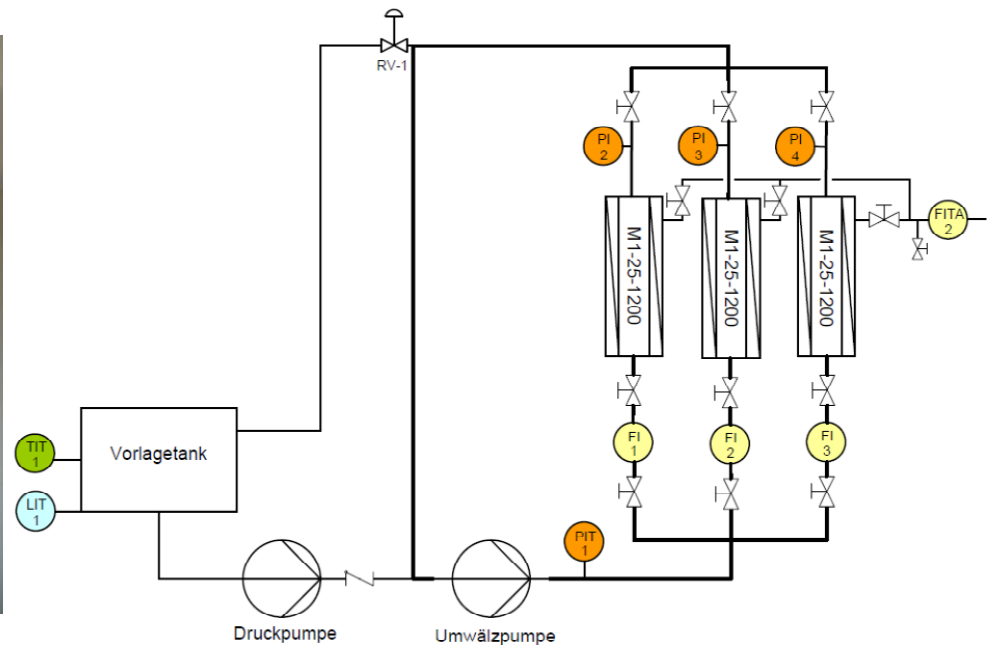
COLOR TEXTIL

Anwendungen Textilindustrie

Ergebnisse Laborversuche



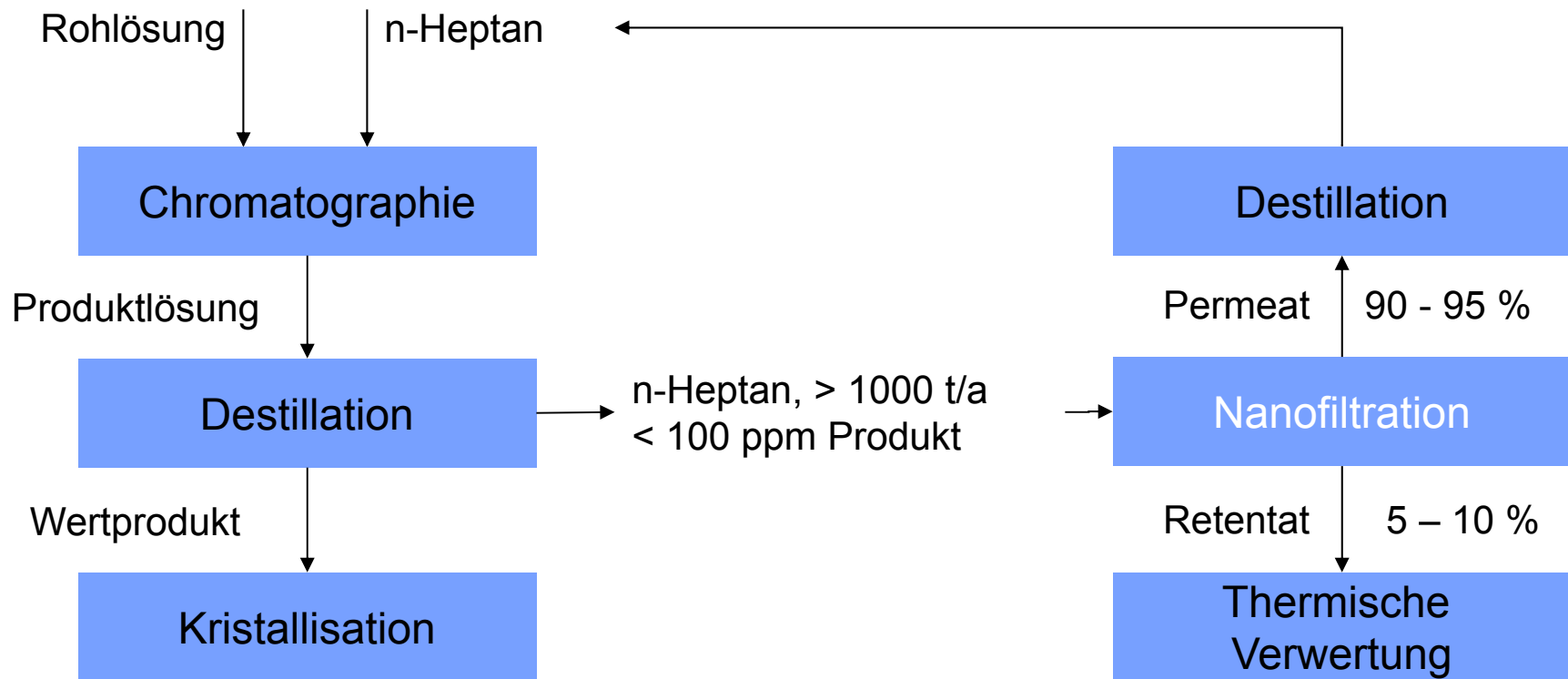
Filtrationstestanlage für 3 parallel geschaltete Membranen



COLOR TEXTIL

Anwendungen Chemie

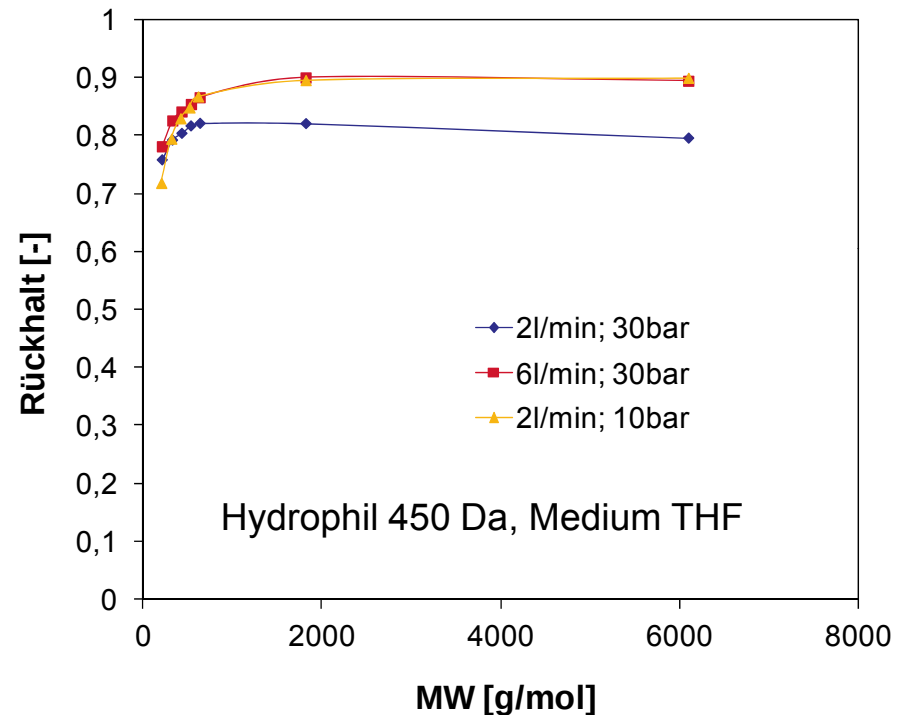
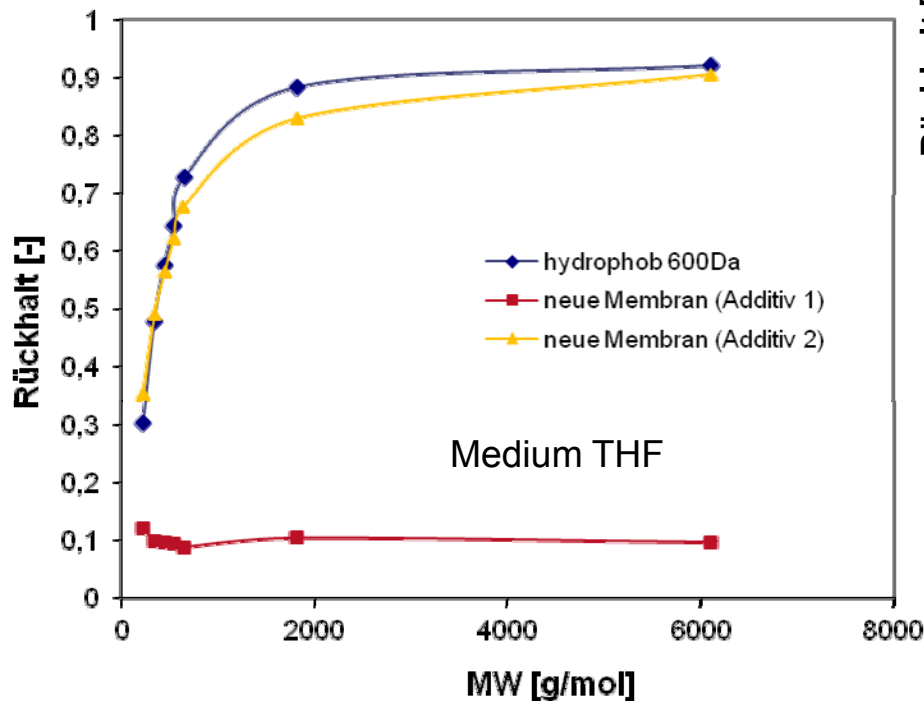
Lösemittelrecycling: Hybrid – Nanofiltration / Destillation



Anwendungen Chemie

Ergebnisse Laborversuche

Parameterstudie:
niedriger Druck und höhere
Überströmungsgeschwindigkeit
verbessern das Trennergebnis



Es konnte bisher keine Membran
gefunden werden, die in organi-
schen Lösemitteln eine niedrigere
Trenngrenze aufweist.

Bau einer Pilotanlage zur Lösemittelfiltration

Ex II 3/2 G IIC T4

- Fertigstellung des Baus der Filtrationsanlage (Mai 2011)
- Elektrischer Anschluss der Komponenten
- Programmierung, Visualisierung und Datenarchivierung
- Testlauf
- FAT Test
→ Beseitigung der aufgetretenen Mängel
- Erstellung und Übergabe der Dokumentationsunterlagen an benannte Stellen → vor Ort Abnahme der Anlage

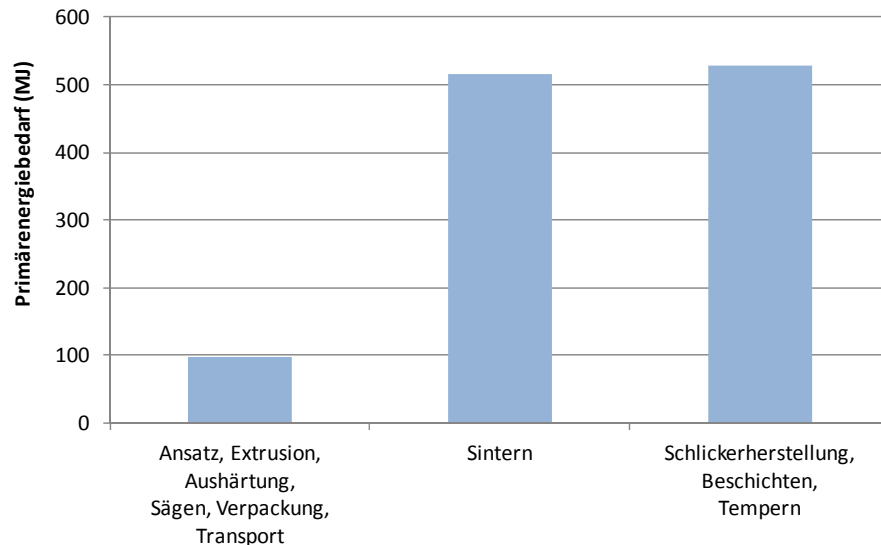


Aufgaben der Ökobilanzierung

- Bilanzierung der Herstellung der Membran: Trägerherstellung und Beschichtung
- Bilanzierung der ökologischen Vorteile diverser Anwendungsoptionen
 - Recycling von Lösemitteln
Einsparung von Primärmaterial
 - Rückführung von warmen Abwasserströmen
Einsparung von Heizenergie
 - Rückgewinnung von verwertbaren Substanzen aus Abwasserströmen
Einsparung von Primärmaterial
- Berechnung von ökologischen Verbesserungspotentialen durch den Einsatz der neuen keramischen Membranen, Gegenüberstellung der Einsparpotentiale und des Aufwands für die Nanofiltration

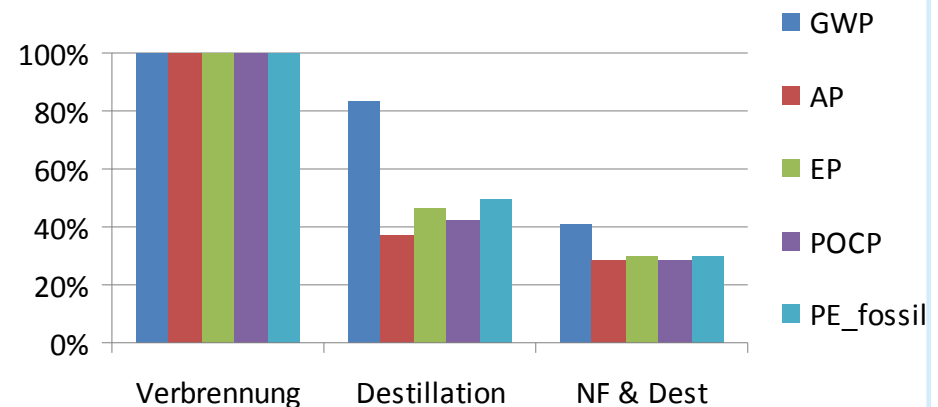
Zwischenergebnisse Primärenergiebedarf

Membranherstellung 450 g/mol



- Aufbereitung organischer Lösemittel
- Verbrennung vs. Destillation vs. Nanofiltration mit anschließender Destillation

Übersicht Umweltwirkungen



GWP Treibhauspotential
 AP Versauerungspotential
 EP Eutrophierungspotential
 POCP Ozonbildungspotential
 nicht erneuerbarer
 PE_fossil Primärenergiebedarf

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

IM