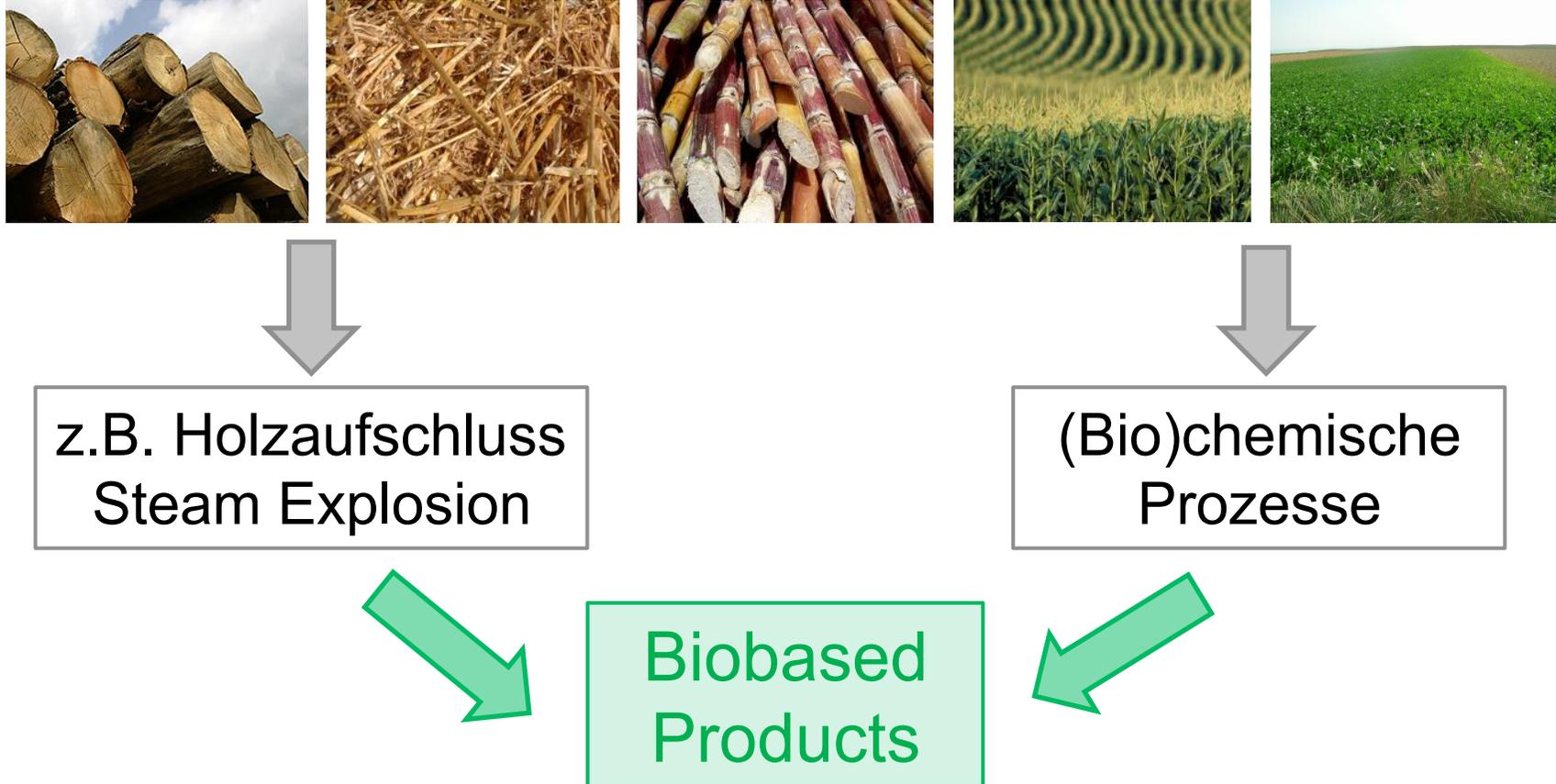


13. Symposium Energieinnovation

Prozessintensivierung zur Steigerung von Effektivität und Effizienz

S. Lux, D. Painer, N. Schwaiger, M. Siebenhofer

Biobasierte Zukunft



Fokus: (Möglichst) vollständige Verwertung von Biomasse
=> Rest- und Abfallströme

Motivation

Wettbewerbsfähigkeit

Bioraffinerie



- Wertvolle Bulkchemikalien
- Komplexe Multikomponentengemische
- Geringe Konzentrationen
- Thermodynamische Limitierungen => Azeotrope

Herausforderung

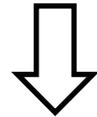
- Auftrennung **azeotroper** Multikomponentengemische



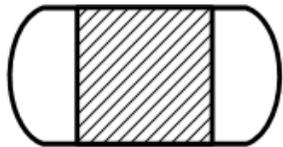
- aufwendig
- destillative Trennung NICHT möglich

Herausforderung

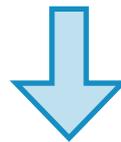
- Auftrennung **azeotroper** Multikomponentengemische



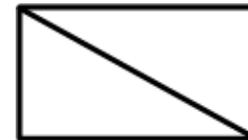
Building Blocks der
Prozessintensivierung (PI)



Chemische Reaktionen



Destillation



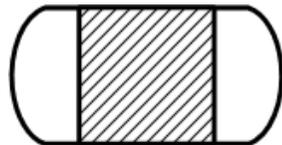
Membranprozesse

Herausforderung

- Auftrennung **azeotroper** Multikomponentengemische



Building Blocks der
Prozessintensivierung (PI)

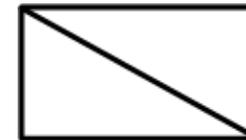


Chemische Reaktion

**Reaktive
Trennverfahren**



Destillation

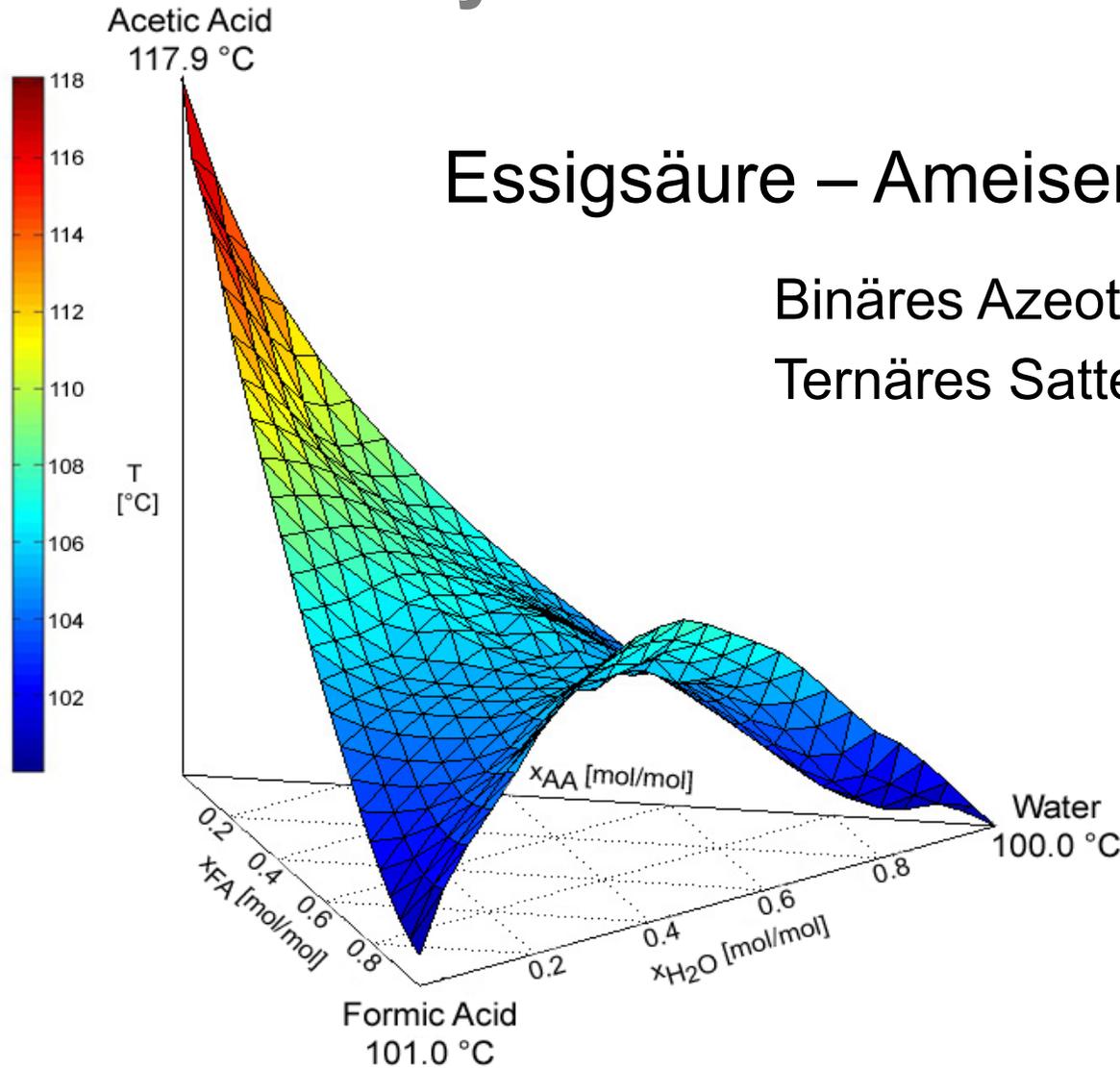


Membranprozesse

**Alternative
Trennverfahren**

Reaktive Trennverfahren Reaktivdestillation

Ternäres System



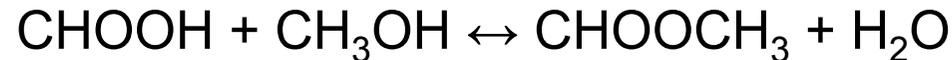
Essigsäure – Ameisensäure – Wasser

Binäres Azeotrop	106,1 °C
Ternäres Sattelazeotrop	105,6 °C

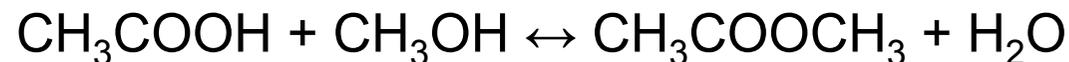
Strategie

- **Veränderung von Substanzeigenschaften** durch chemische Reaktion
z.B. Veresterung von Fettsäuren mit Alkohol (Methanol)
=> Überführung in tiefsiedende Ester

Veresterung von Ameisensäure zu **Methylformiat**



Veresterung von Essigsäure zu **Methylacetat**



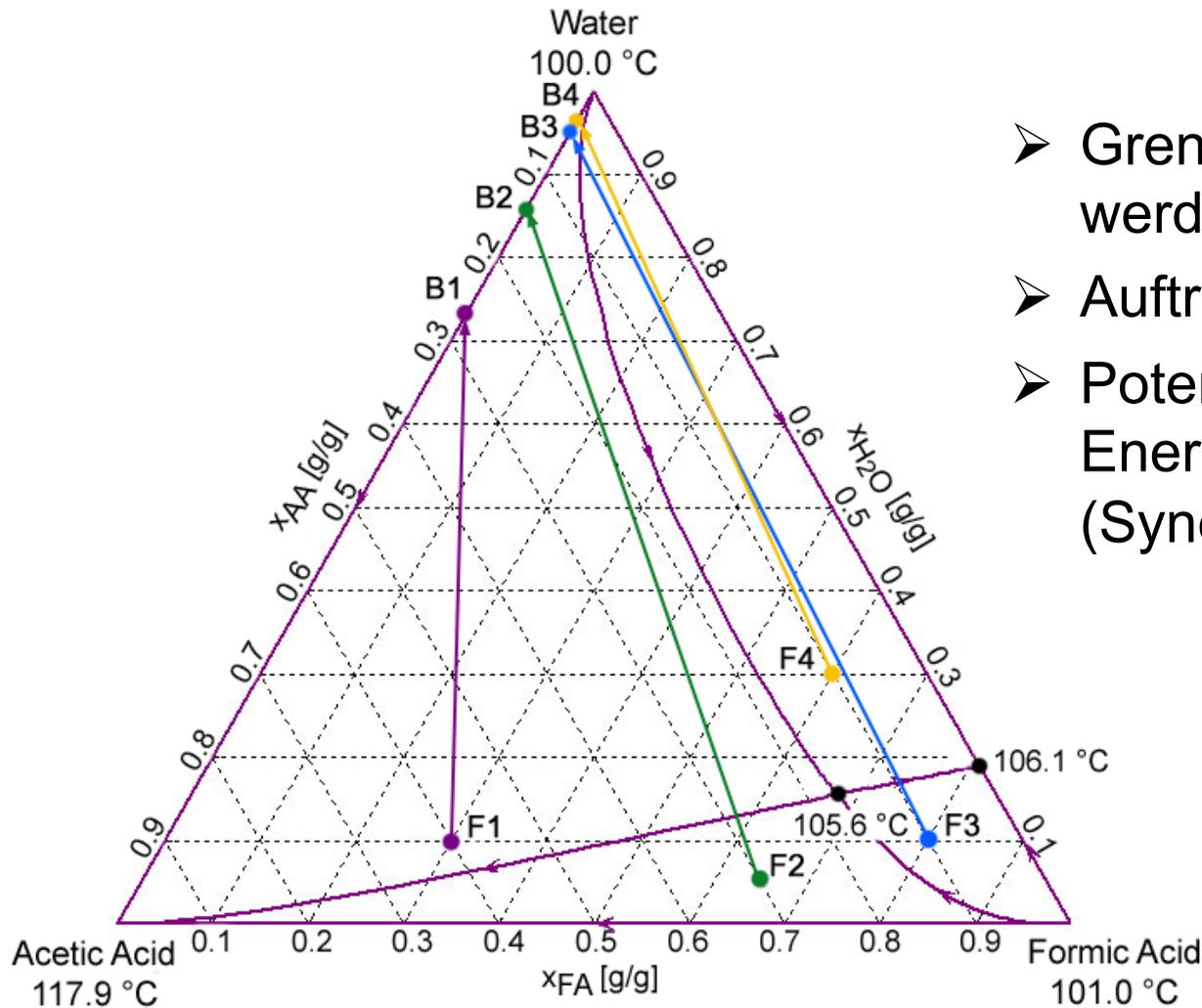
- Simultane Durchführung von Veresterung und Destillation => **Reaktivdestillation**

Rektifikationskolonnen

- Batch-Rektifikation im Labormaßstab
- Validierung mit kontinuierlicher Rektifikationskolonne



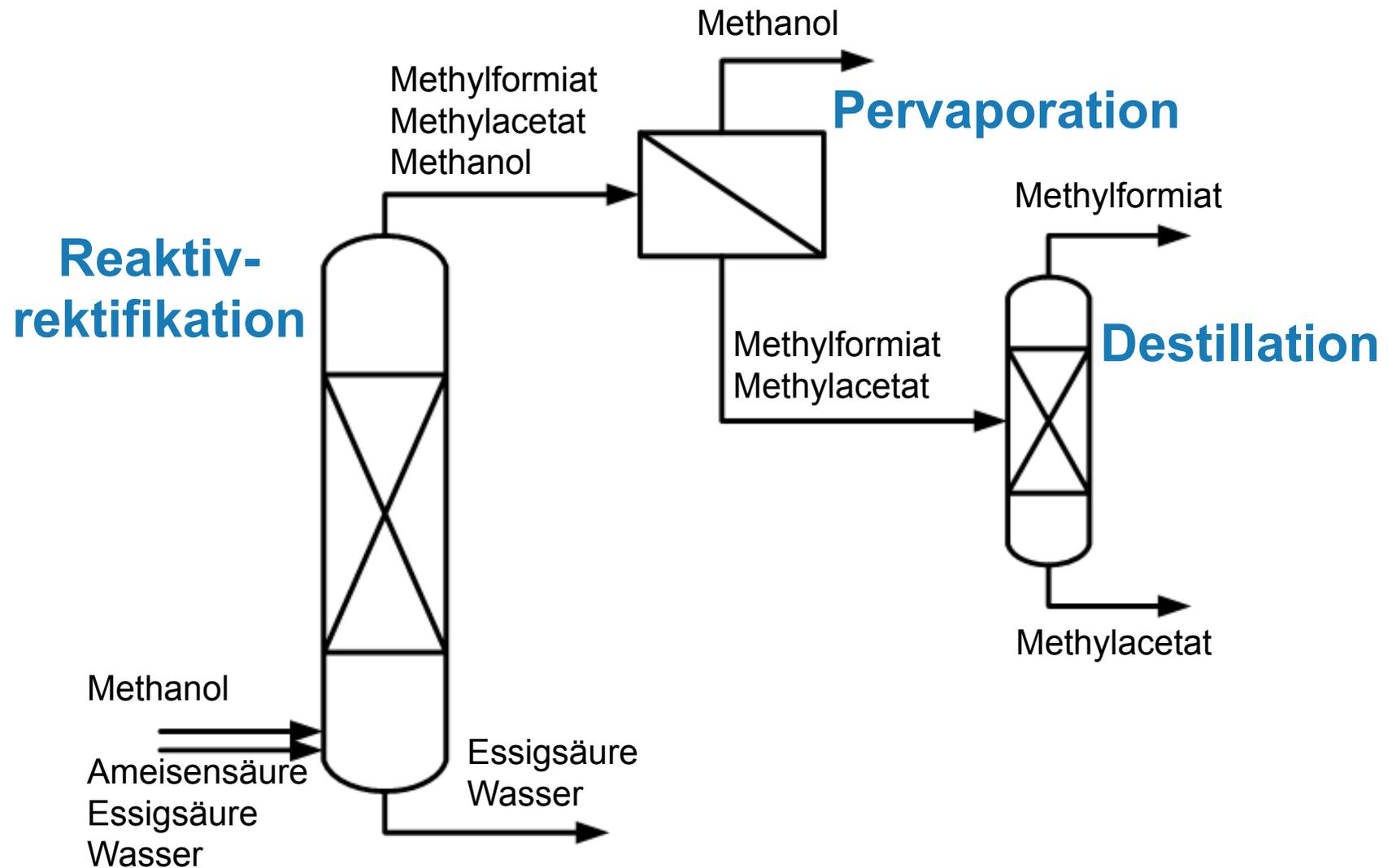
Batch Reaktivrektifikation



Molares Verhältnis Methanol : Ameisensäure = 2 : 1

- Grenzdestillationslinien werden überwunden
- Auftrennung möglich
- Potenzial zur Energieeinsparung (Synergieeffekte)

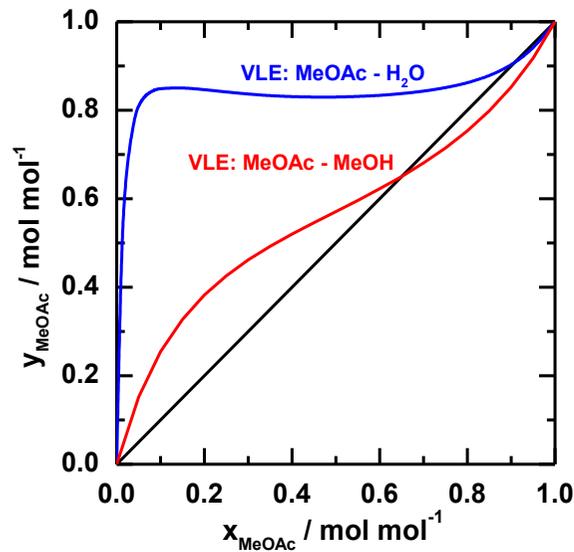
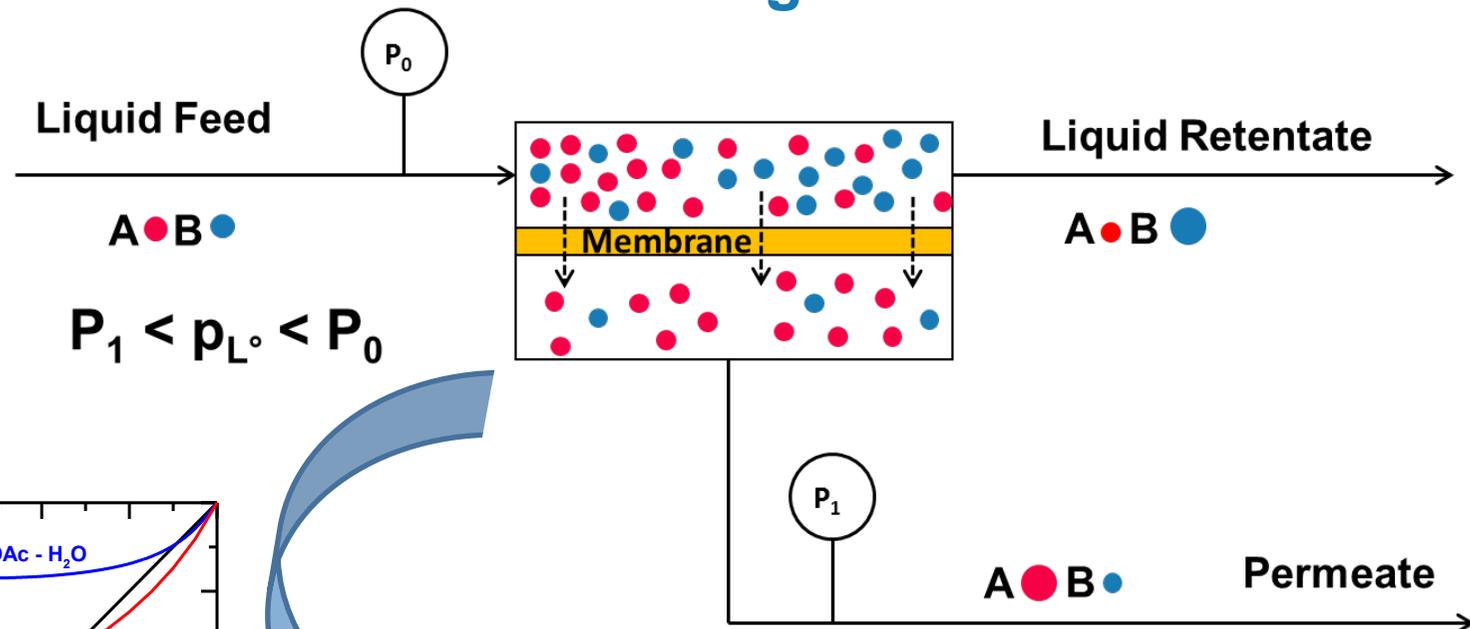
Prozesskonzept



Alternative Trennverfahren Pervaporation

Pervaporation

Trennprinzip: Lösungs-Diffusions-Verhalten

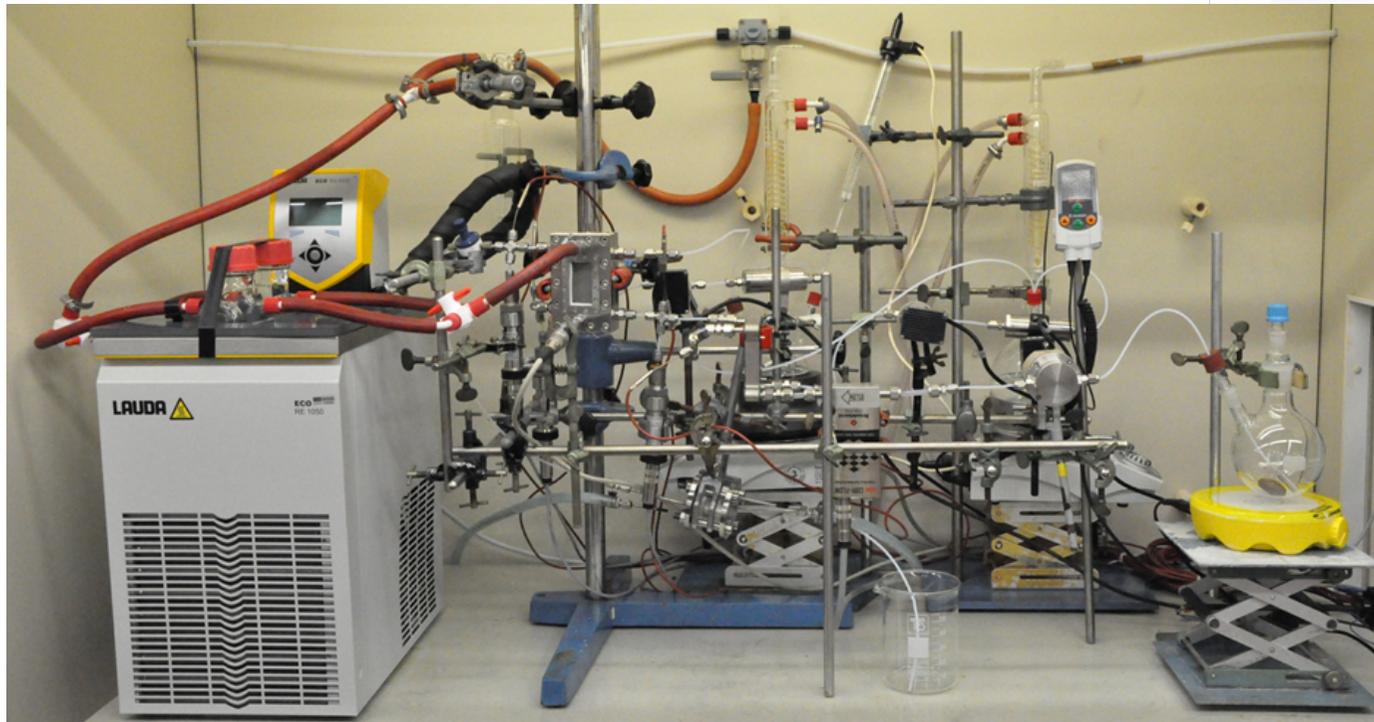
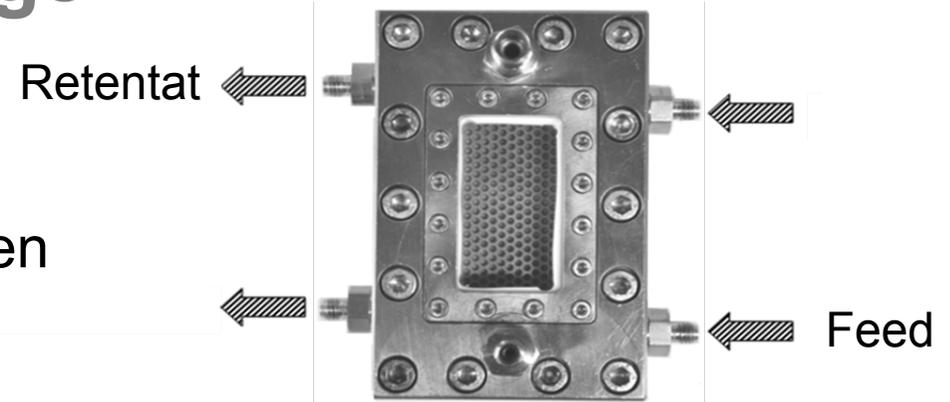


- Nicht limitiert durch VLE
- Niedrige Betriebstemperatur
- Partielle Verdampfung
=> Reduktion der Energiekosten

Pervaporationsanlage

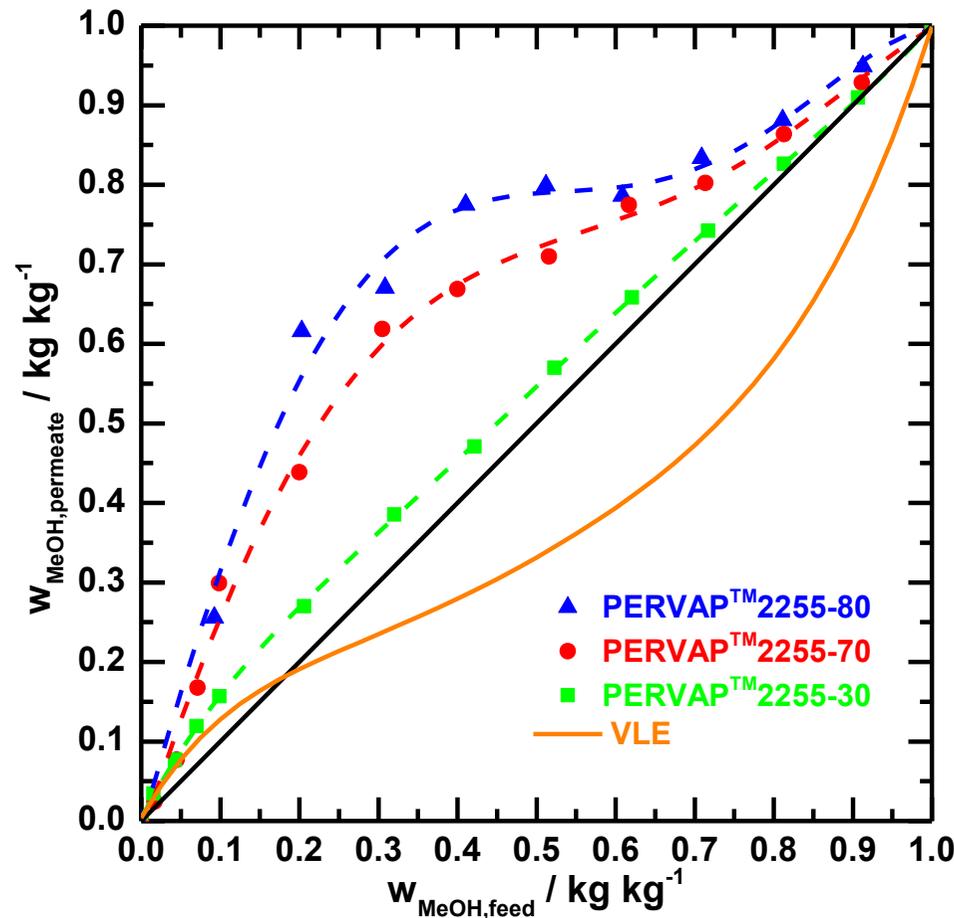
Membranfläche: 27.5 cm²

Hydrophile PVA-Membranen
permeabel für polare Komponenten
z.B. Wasser, Methanol



Binäres System

Methanol – Methylacetat



Anwendung
Synthese von Methylacetat

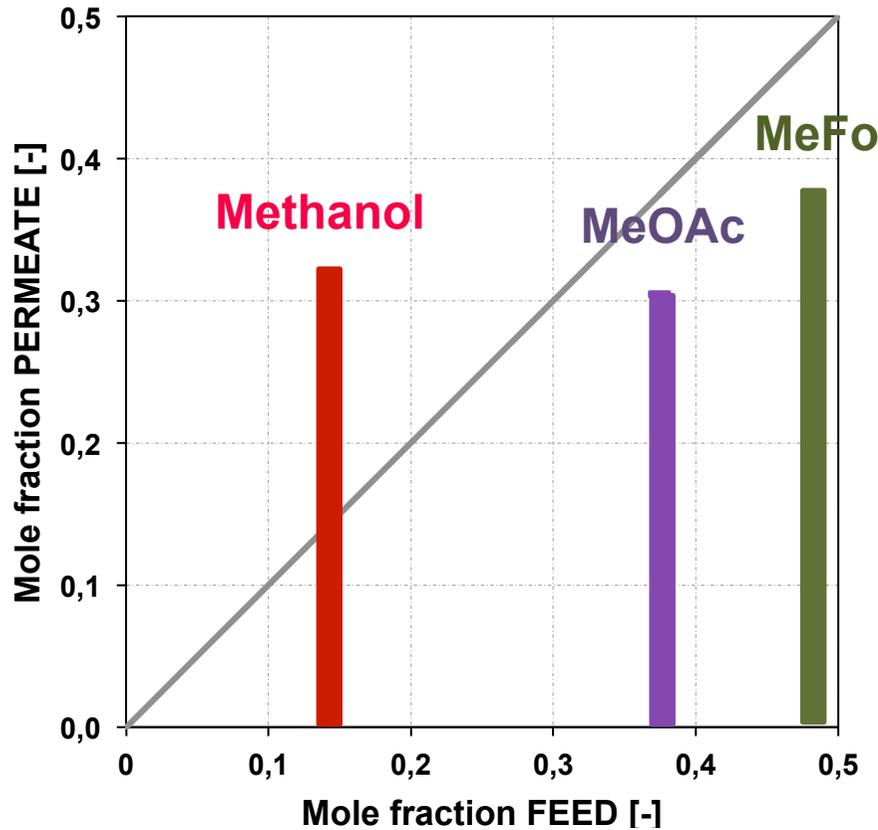
Bottleneck
MeOH-MeOAc Azeotrop

➤ Überwindung des azeotropes mit hydrophilen PVA-Membranen

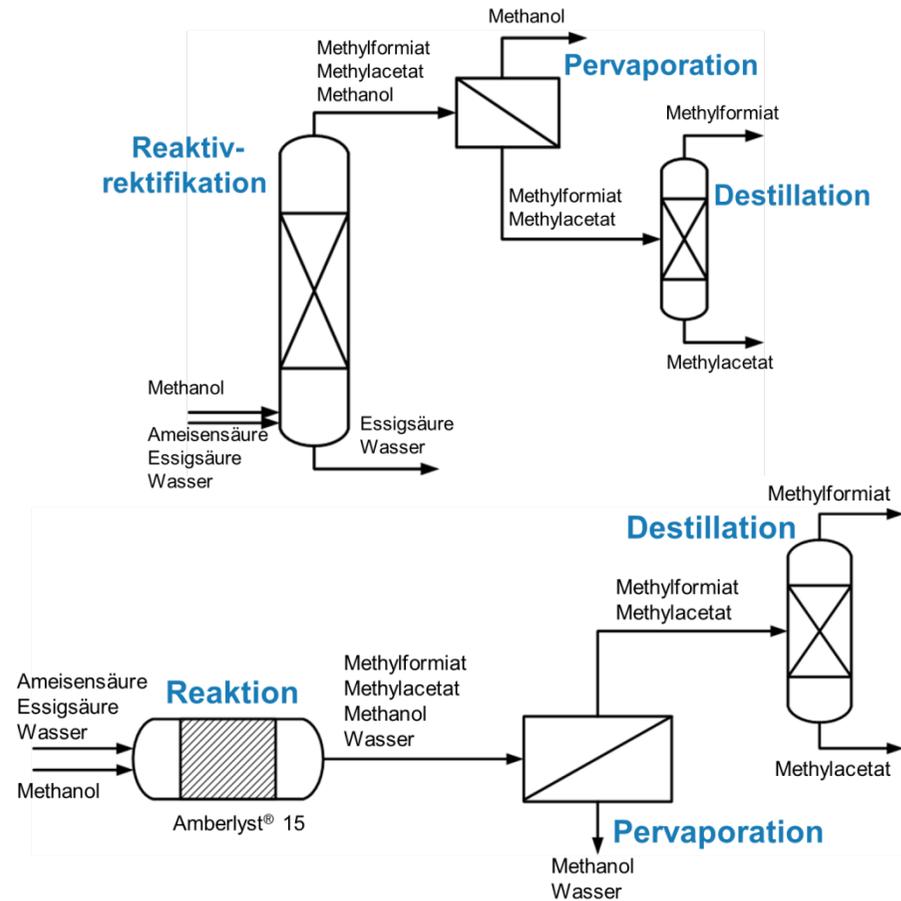
$T = 50^\circ\text{C}$, $p_{\text{Permeat}} = 150 \text{ mbar}$, $V_{\text{feed}} = 15 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$

Ternäres System

Methanol – Methylacetat – Methylformiat

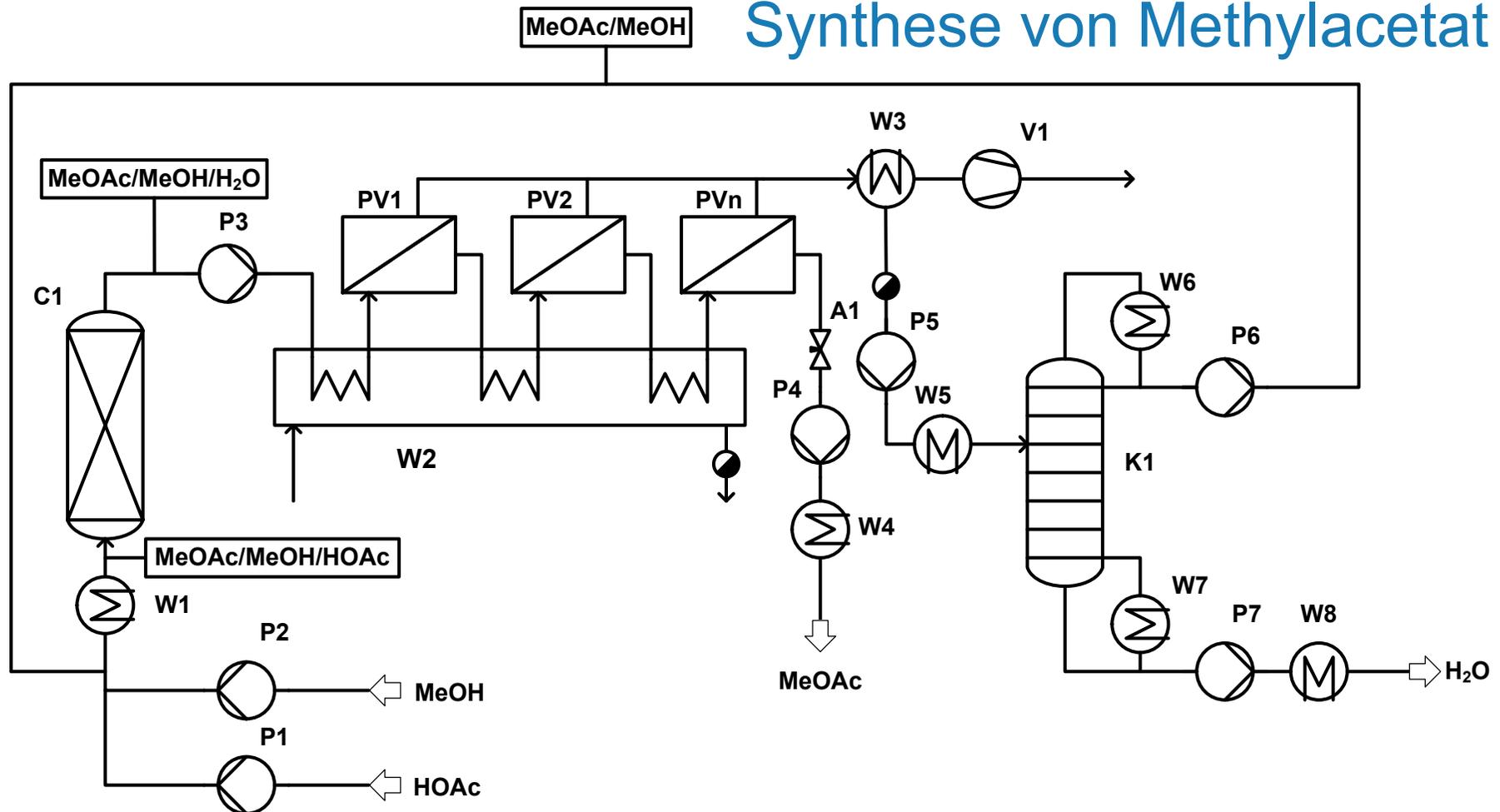


- Aufkonzentrierung der Ester im Retentat



Membranbasierter Prozess

Synthese von Methylacetat



PERVAP™2255-70: 10 Module á 40 m²

PERVAP™2255-80: 18 Module á 50 m²

Fazit

- **Reaktive Trennverfahren** (in Kombination mit alternativen Trennverfahren)
=> **prozessintensivierende Technologien**
- **Energieeinsparungen**
- Wichtige Werkzeuge zur Realisierung von **Effektivität** und **Effizienz**
- Tragende Rolle in **biobasierten Prozessen**

13. Symposium Energieinnovation

Prozessintensivierung zur Steigerung von Effektivität und Effizienz

S. Lux, D. Painer, N. Schwaiger, M. Siebenhofer