

Bioraffinerien

Aufbereitung von Holzhydrolysaten für den Einsatz in Fermentationen



Hemicellulose im Holz

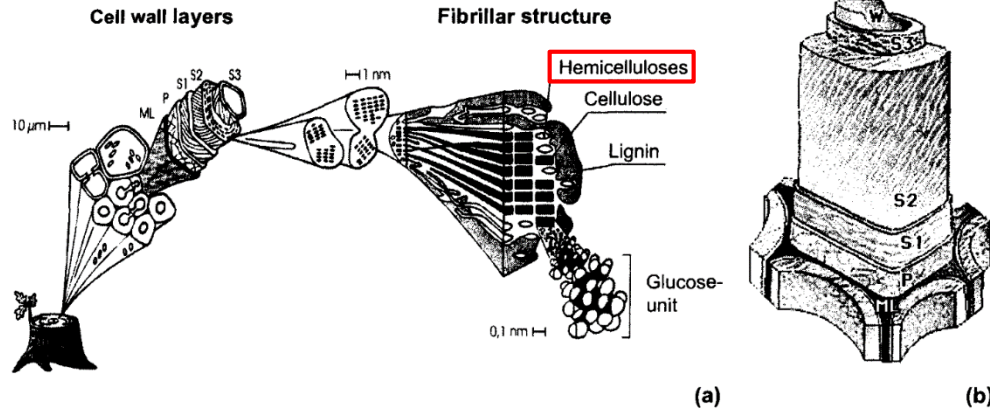


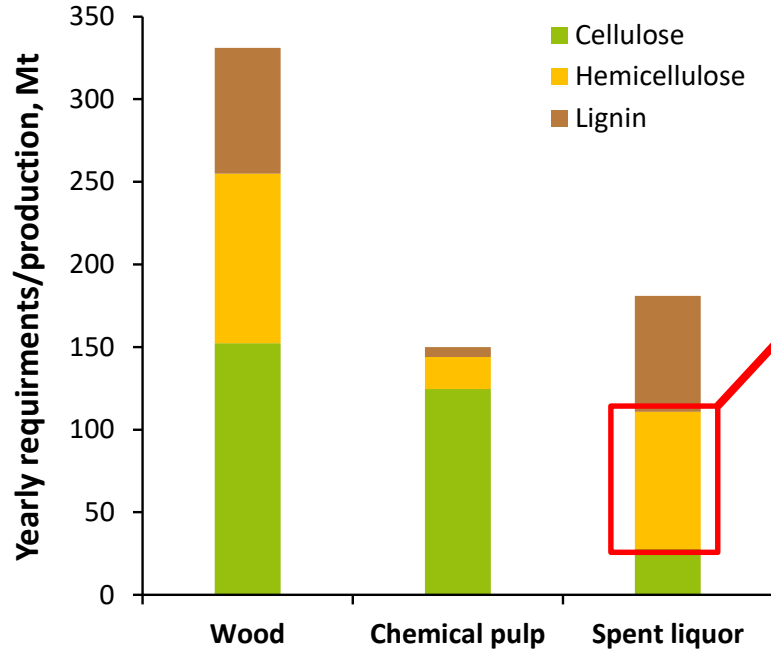
Fig. 2.7 (a) Schematic illustration of the individual cell wall layers and their chemical composition (illustrated by Per Hoffmann).
 (b) Cell wall model with the fibrillar structure of the cell wall layers.
 ML = Middle lamella; P = Primary wall; S = Secondary wall (S1, S2, S3);
 W = Warty layer. (Adopted from [64].)

Tab. 2.2 Macromolecular substances of the wood cell wall [5].

	Content [%] Softwoods	Compound Hardwoods
Cellulose	40...44	40...44
Hemicelluloses	30...32	15...35
Lignin	25...32	18...25

Bei gängigen und innovativen Aufschlussverfahren wird Hemicellulose hydrolysiert und geht als C5 und C6 Zucker in Lösung (Hydrolysat)

Abschätzung weltweit hydrolysierte Hemicellulose



- 150 Mt/a Zellstoffproduktion weltweit, entspricht ca. 330 Mt/a aufgeschlossenes Holz
- 80% der Hemicellulose und ihrer Abbauprodukte werden in Hydrolysaten gelöst → ca. 80 Mt/a.
- ca. 90% aus Kraft-Prozess nur thermisch nutzbar (hoher Lignin- und Chemikaliengehalt) ¹
- → bis zu 8 Mt/a gelöste Hemicellulose aus Sulfit-, Organosolv- oder anderen Aufschlussverfahren

Fermentation von Pentosen

Mikroorganismen (Hefen, Pilze, Bakterien) können C5 - Zucker verstoffwechseln u.a. zu Ethanol, Milchsäure, Bernsteinsäure, Zitronensäure, 2,3-Butanediol, n-Butanol, Äpfelsäure, Xylitol...

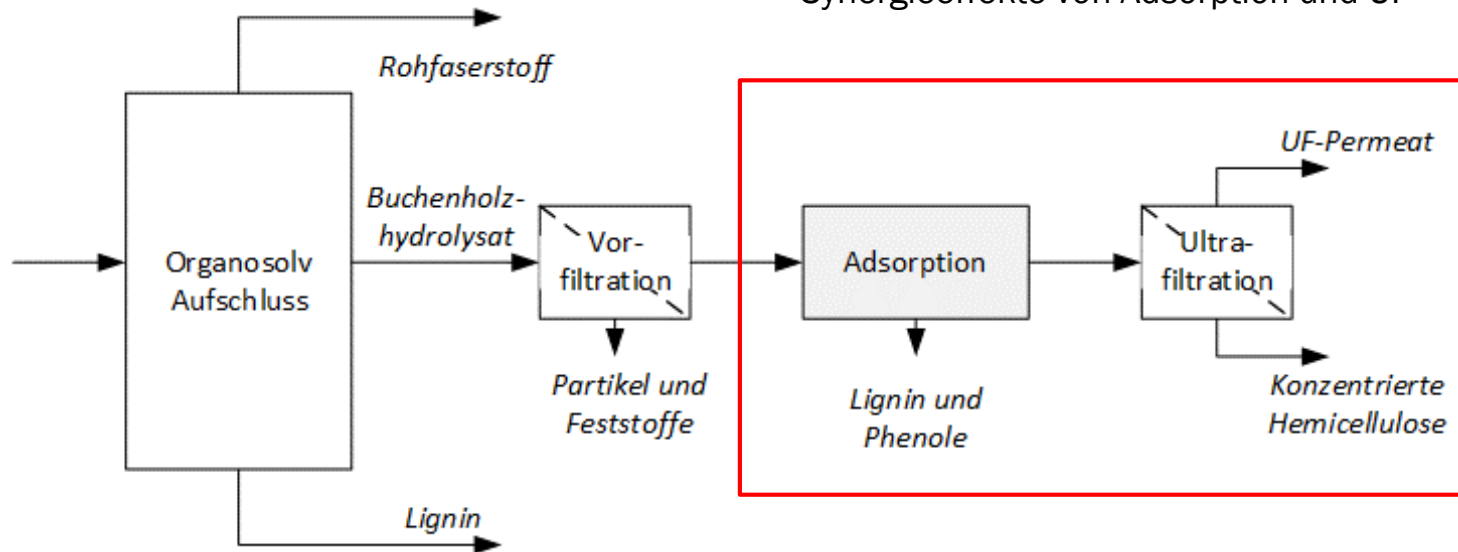
Aber: Hemmung und Probleme im Downstreaming durch Inhibitoren und Verunreinigungen:

- Organische Säuren
- Furfural und HMF
- Lignin und phenolische Komponenten
- Ionen / Salze
- Farbe / Gerüche

→ Aufbereitung notwendig!



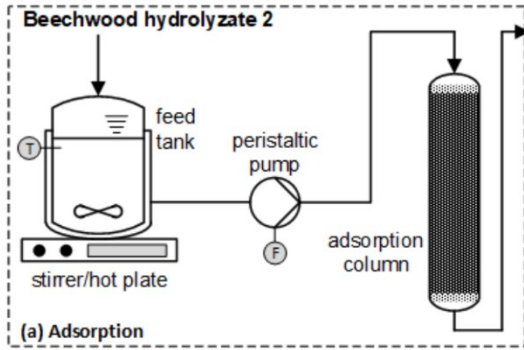
Aufbereitung von Organosolv-Hydrolysat



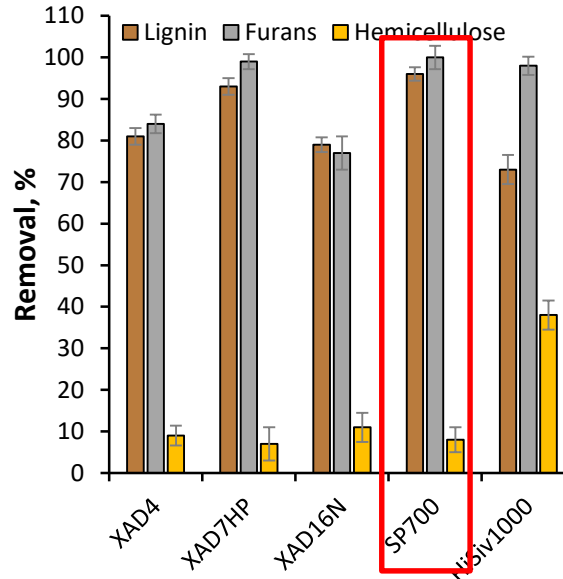
- Ligninabtrennung: Adsorberscreening und Durchbruchskurven
- Aufkonzentration von Hemicellulose mit UF: Optimierung von Betriebsparametern
- Synergieeffekte von Adsorption und UF

Abtrennung von Lignin aus Buchenholzhydrolysat durch Adsorption

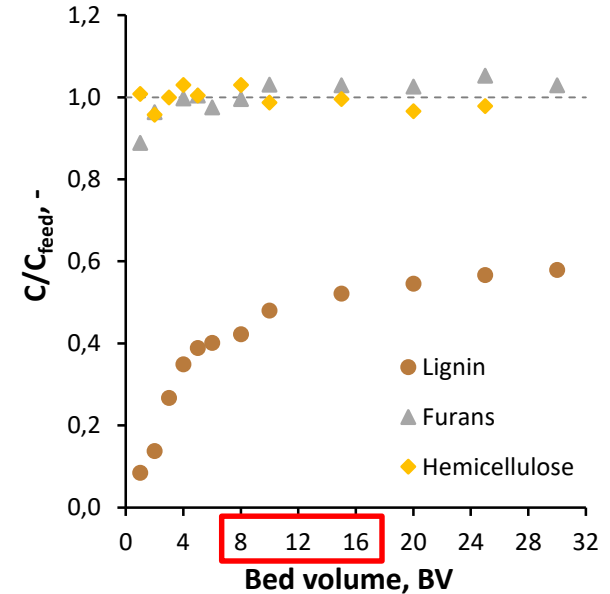
Experimenteller Aufbau



Adsorber screening

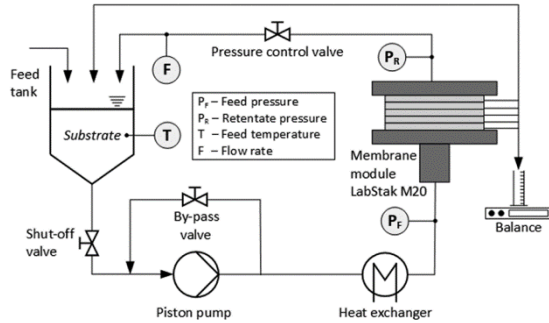


Durchbruchskurven (SP700)



Konzentration von Hemicellulose-Zuckern durch Ultrafiltration

Experimenteller Aufbau

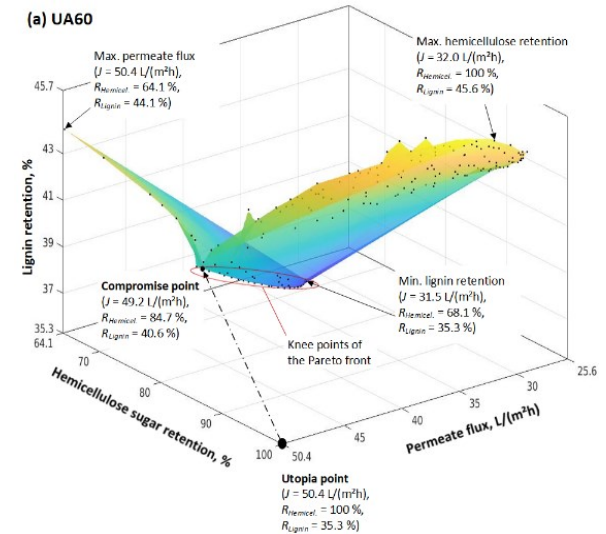


Identifizierung geeigneter Prozessparameter für UF-Membranen mit 1 – 4 kDa MWCO

- Prozessparameter:
- Transmembrandruck
 - Temperatur
 - pH-Wert

- Ziele:
- ↑ Permeat Flux
 - ↑ Hemi.-Rückhalt

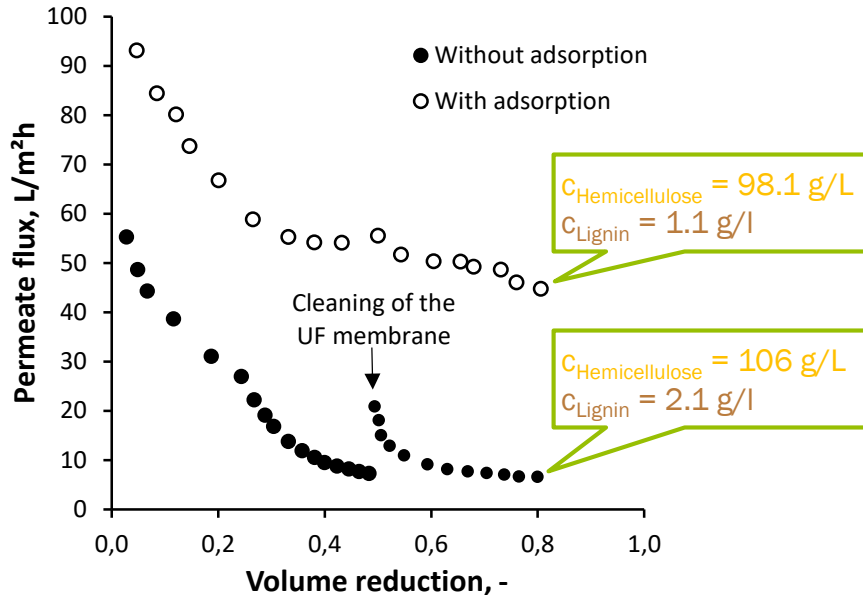
Pareto Optimierung



→

TMP = 9.5 bar
T = 55°C
pH = 2.5

Einfluss der Ligninadsorption auf die Ultrafiltration



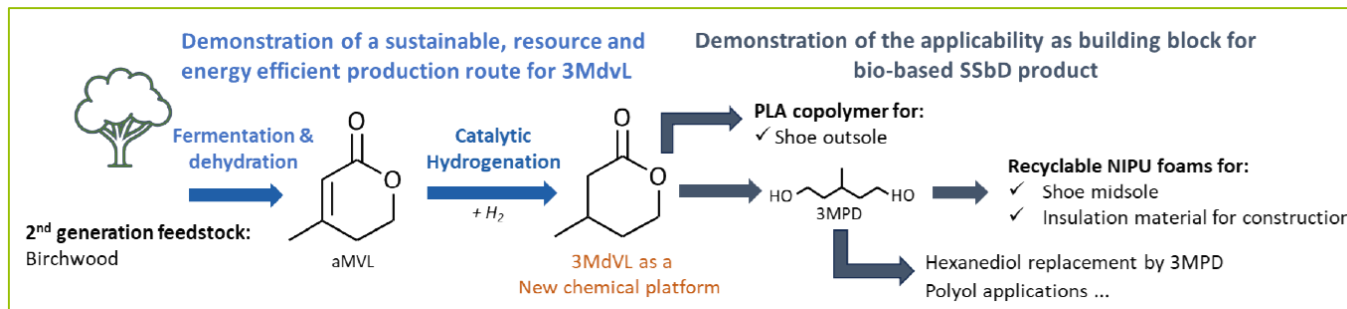
FAZIT:

- ✓ Adsorption: Über 90% der gelösten Ligninkomponenten selektiv abgetrennt
- ✓ Aufbereitung des Adsorberbetts mit 1:1 Ethanol/Wasser-Gemisch erfolgreich
- ✓ Ultrafiltration: Hemicellulose Zucker um mindestens Faktor 5 aufkonzentrierbar
- ✓ Synergieeffekte: vorangehende Adsorption ermöglicht 3-fach höheren Flux in der Ultrafiltration

Wood based platform chemicals

Objectives: NEXT-STEP will use hardwood sugars and convert them into platform chemicals:

- Fermentation of 2G sugars (wood sugars) to Mevalonate (MVL)
- Catalytic conversion of MVL to 3-methyl-d-valerolactone (3MdVL): sustainable and recyclable polyurethane products and Poly(lactic acid) (PLA) co-polymers.
- 3-methyl 1,5-pentanediol (3MPD), the 3MdVL can be used as polyol component in PU and other plastic production processes.



Consortium



Prefiltration (UF) of hydrolysate

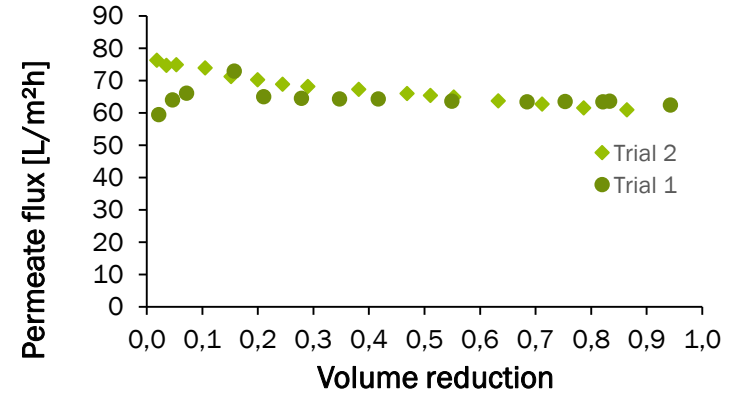


Solid particles in hydrolysate solution



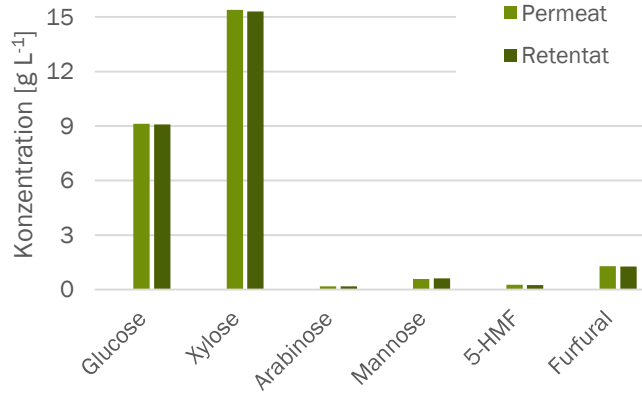
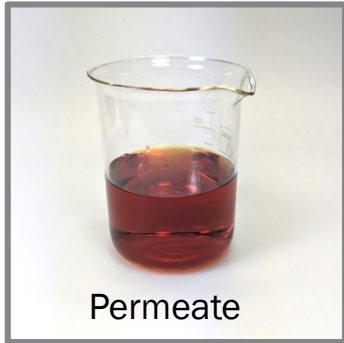
- To ensure quality and function of adsorber material, solids should be removed

Ceramic membrane	100 kDa
Transmembrane pressure:	2 bar
Temperature	40 °C
Cross flow velocity	2,5 m/s



- > 90 % volume reduction
- Stable flux
- Approx. 135 L of permeate produced

First results and further work



- No significant retention of key compounds (e.g. sugars)
- Slight concentration of solids in retentate

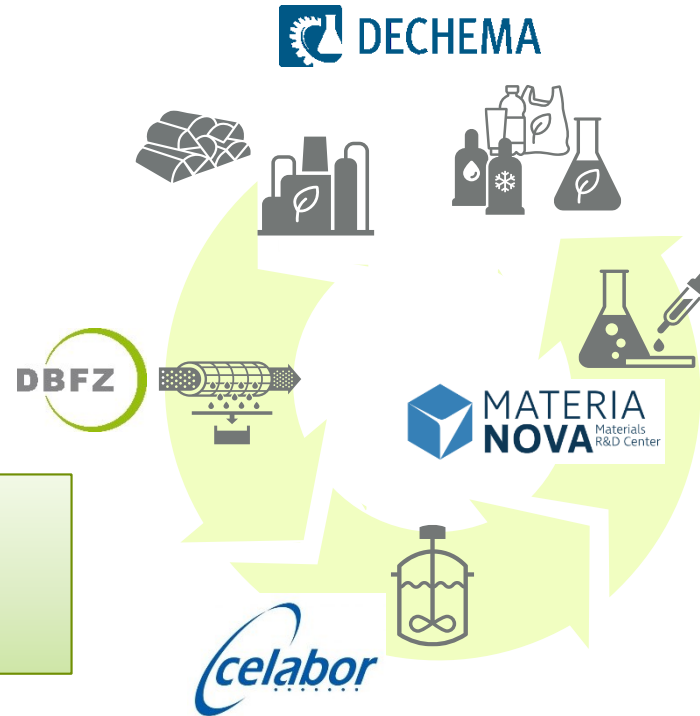
Upcoming work

- Provide purified sugars for strain and fermentation optimization
- Develop a purification scheme for xylose and glucose rich crude hardwood sugars, remove e.g. lignin, colour and ions
- Try alternative purification techniques

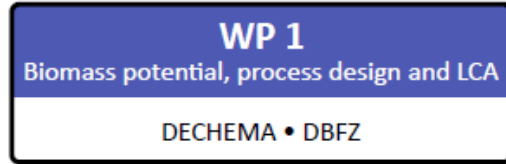
Projektübersicht

- Verwertung diverser Hemicellulose-Reststoffen zu:
- Itaconsäure { Funktionale Beschichtungen, Tensidanwendungen, Kunststoffe, u.a.
- HC-Oligomere → Holzklebstoffe

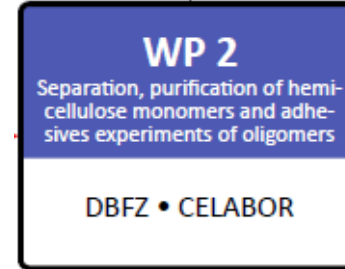
→ Entwicklung biobasierter und biologisch abbaubarer Chemikalien durch Fermentation von Reststoffen der Holzindustrie



Projektplan am DBFZ



1. Abschätzung und Identifikation geeigneter Mengen an Holzhydrolysat in BE und DE
2. Übertragung der Potenzialanalyse zu Holzhydrolysaten auf EU-Ebene
3. Konzeptionierung einer industriellen Anlage mit Berechnung von Massen- und Energiebilanz (Simulation)



1. Entwicklung einer Trenn- und Reinigungskaskade für fermentierbare Monomere und HC-Oligomere aus unterschiedlichen Hemicellulosehydrolysaten

Deutsches Biomasseforschungszentrum

gemeinnützige GmbH



Kontakt:

Arne Gröngroft

arne.groengroeft@dbfz.de

Theresa Menzel

theresa.menzel@dbfz.de

**DBFZ Deutsches
Biomasseforschungszentrum
gemeinnützige GmbH**

Torgauer Straße 116

D-04347 Leipzig

Tel.: +49 (0)341 2434-112

E-Mail: info@dbfz.de

www.dbfz.de