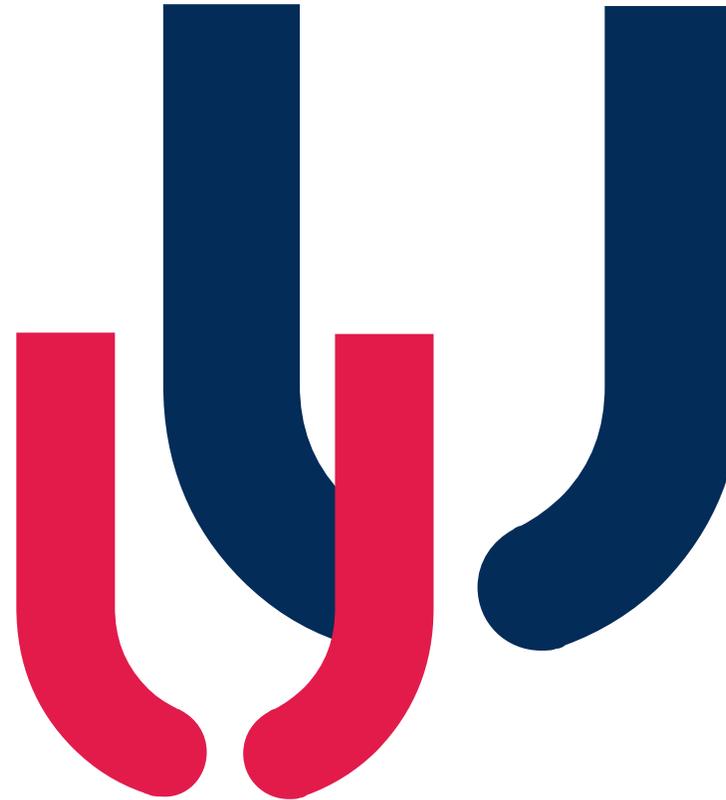


GreenProScale - Prozessintegration und Scale-Up einer Grünschnitt-Bioraffinerie unter Berücksichtigung der Robustheit des Systems

BioBall Jahrestreffen 2025

Wolfgang Laudensack
Frankfurt, 15.09.2025



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

Förderkennzeichen
031B1497A



Bioverfahrenstechnik
Prof. Roland Ulber

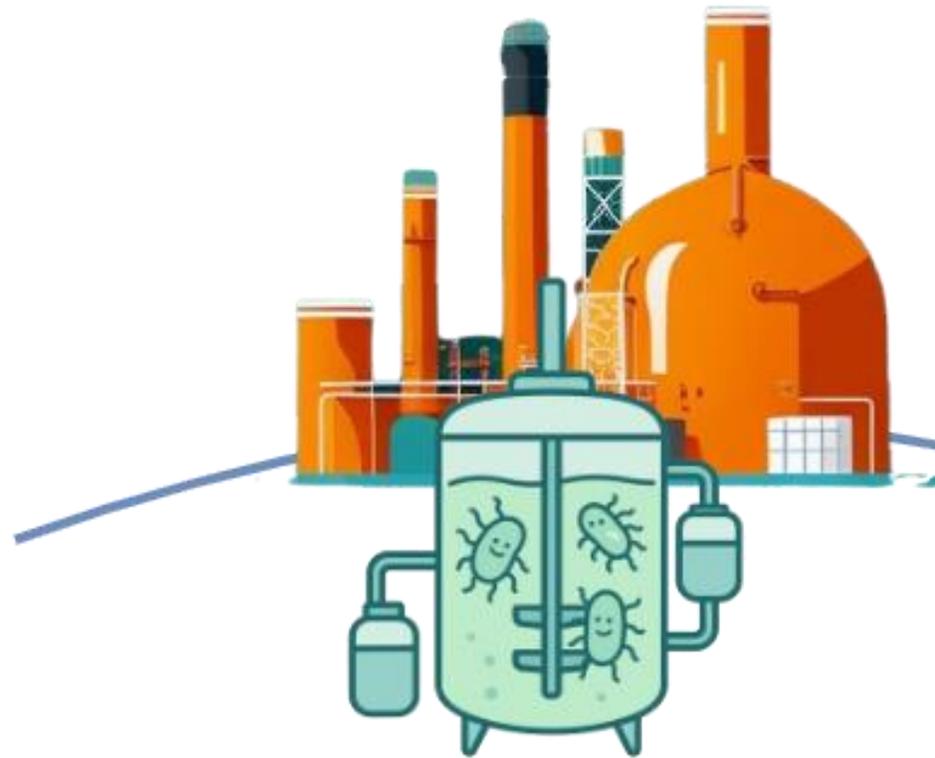


Grünschnitt- Bioraffinerie: Biobasierte Chemikalien statt Entsorgung



Grünschnitt

- Verfügbar
- Kein Lebensmittel
- Ungenutzt



Waste to value

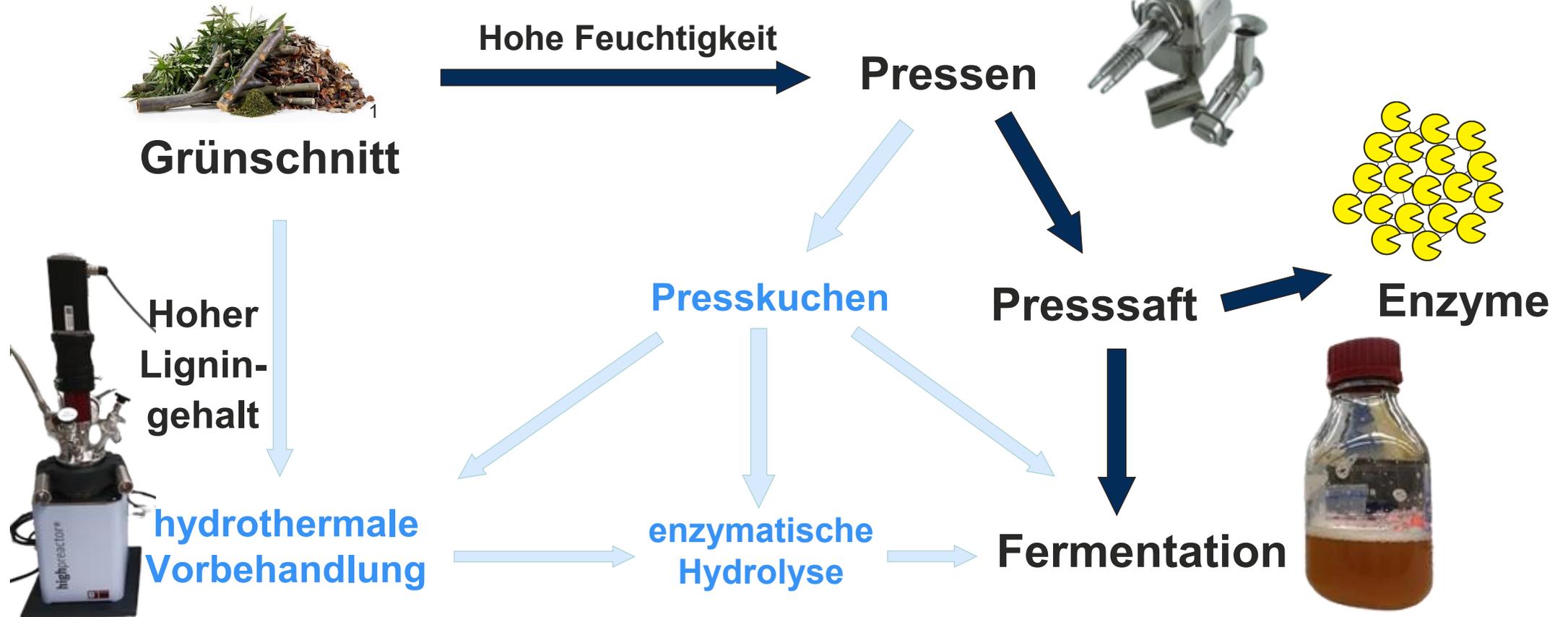
- Entsorgungskosten zu Wertsteigerung



Bio-basiert statt öl-basiert

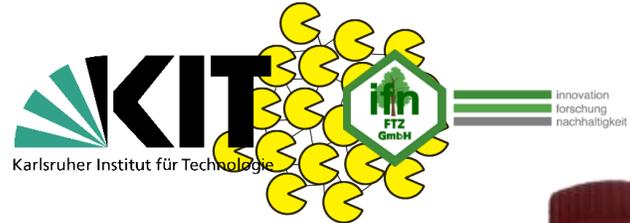
- Verringerter Einfluss auf Klima
- Geringere Ressourcennutzung

Vom Grünschnitt zu Wertstoffen: Fermentation und Enzyme

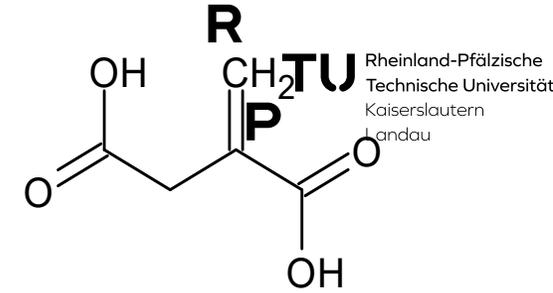
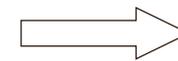


[1] https://www.abfallserviceonline.at/files/img/waste/grun_und_strauch.jpg, accessed 17.08.2021

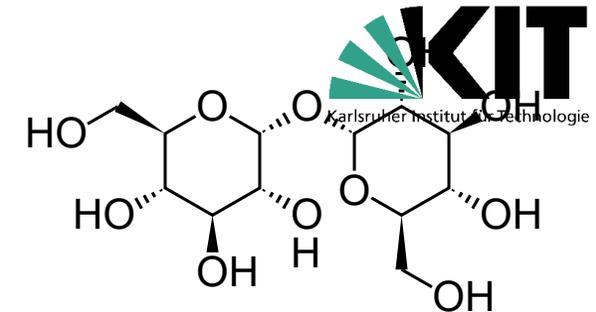
GreenProScale: Projektkonzept



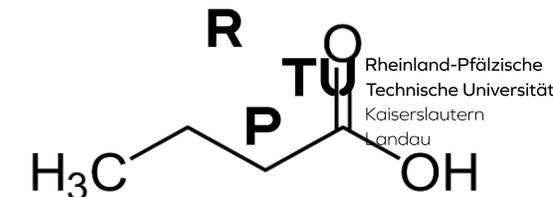
Enzyme



Itaconsäure



Trehalose



Buttersäure

Pressen

R TU
P Rheiland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern Landau

Erhöhung der Presssaftproduktion



Fermentation

Transfer der Fermentation vom Schüttelkolben in den Bioreaktor

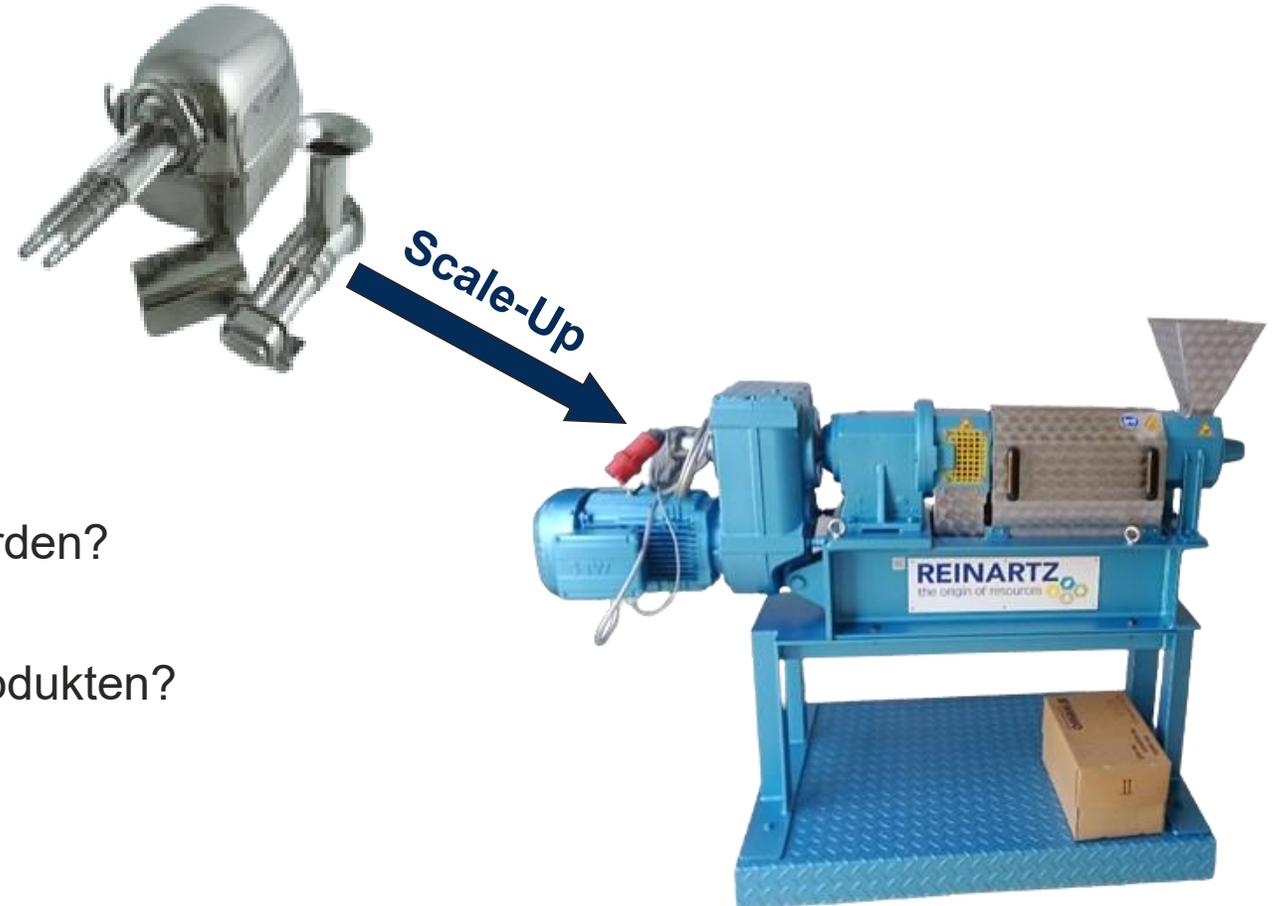


Scale-Up der Presse: Vom Küchengerät zum Technikumsmaßstab



> Zentrale Fragen:

- > Kann Presseeffizienz beibehalten werden?
- > Können andere Parameter kontrolliert werden?
- > Gibt es unerwünschte Änderungen an Produkten?



Pressparameter werden bei Scale-Up beibehalten

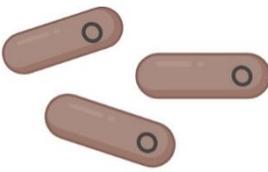
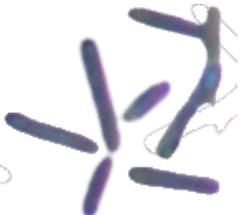


Labormaßstab

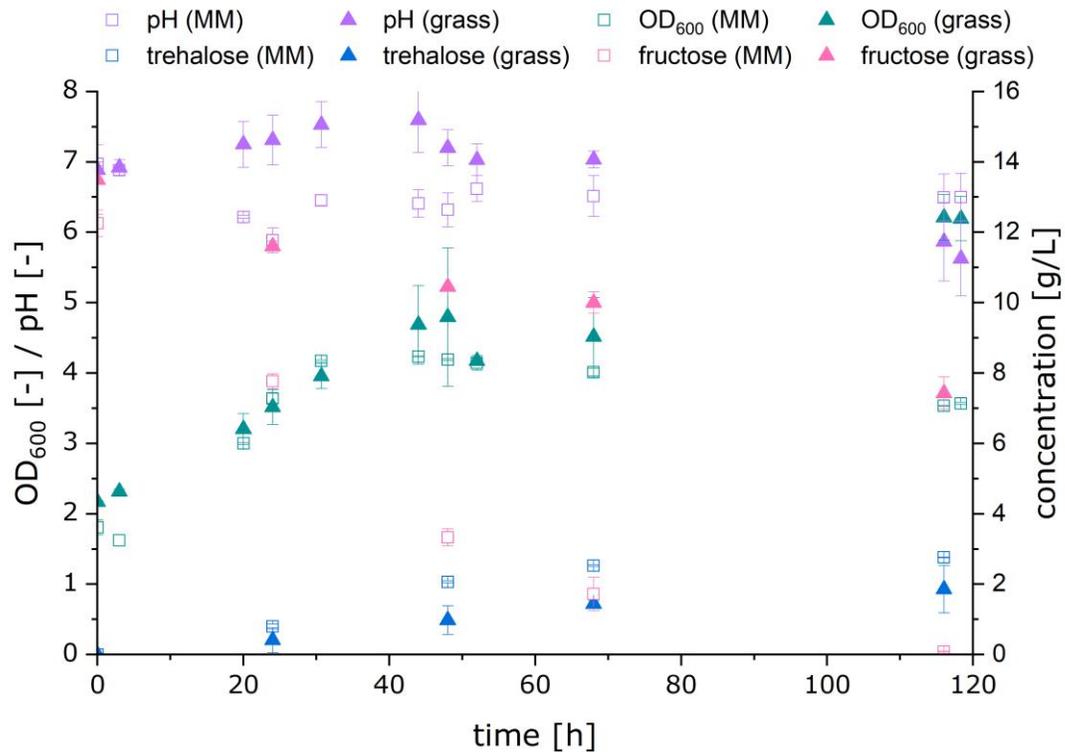
Technikumsmaßstab

Durchsatz	4,2 kg·h ⁻¹	27 kg·h ⁻¹
Saftausbeute	81%	83%
Trocknungseffizienz	81%	79%
Temperatur	29 – 30 °C	25 – 47 °C

Übersicht Fermentationen

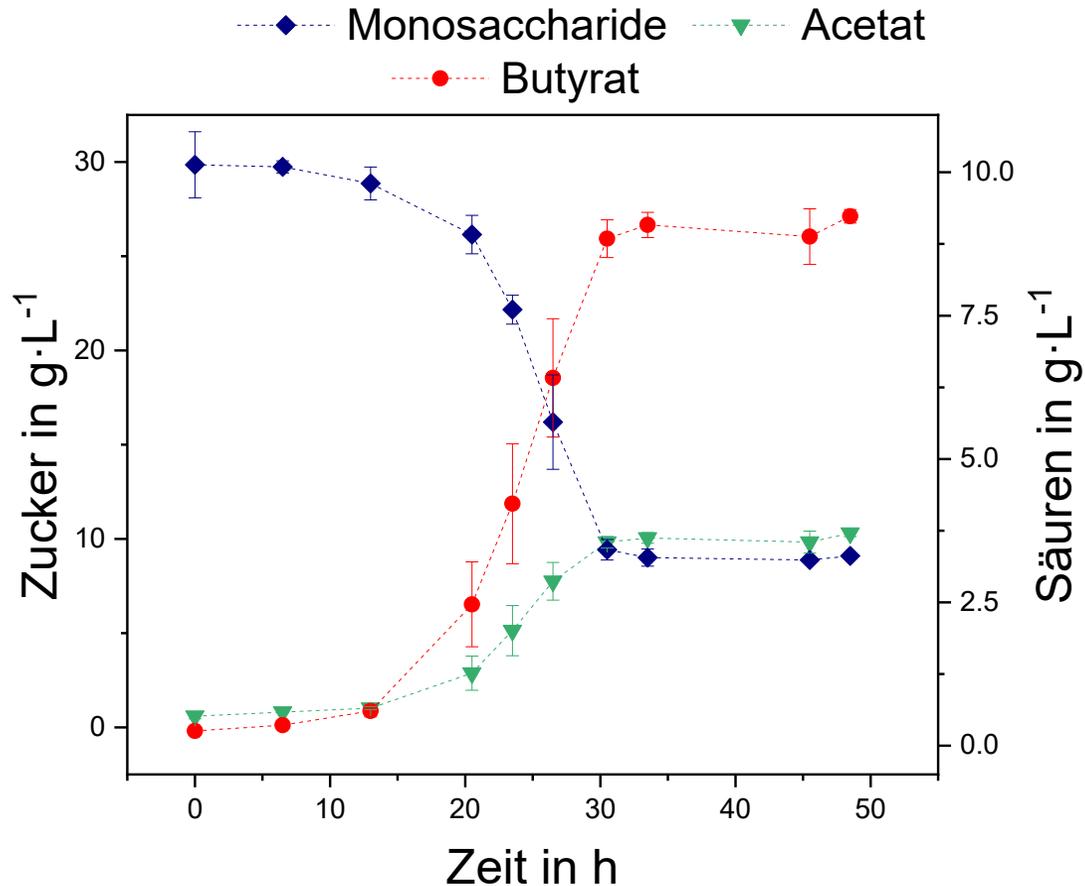
Organismus	Produkt	Besonderheit
 <p><i>Ustilago maydis</i></p>	<chem>OC(=O)CC(=O)C(O)C(=O)O</chem> <p>Itaconsäure</p>	
 <p><i>Cupriavidus necator</i></p>	<chem>O[C@@H]1[C@H](O[C@@H]2[C@@H](CO)O[C@H](O)[C@@H](O)[C@H]2O)[C@H](O)[C@@H](O)[C@H]1O</chem> <p>Trehalose</p>	
 <p><i>Clostridium tyrobutyricum</i></p>	<chem>CCCC(=O)O</chem> <p>Buttersäure</p>	

Graspresssaft ist geeignet für *C. necator*



	Definiertes Medium	Graspresssaft
Titer in g·L ⁻¹	2.76 ± 0.01	1.86 ± 0.67
Fructoseverbrauch in g·L ⁻¹	12.17 ± 0.36	6.06 ± 0.53
Kohlenstoffaufnahme in g·L ⁻¹	4.25 ± 0.03	5.77 ± 0.50
Ausbeute in g _C ·g _C ⁻¹	0.26 ± 0.01	0.14 ± 0.05

Graspresssaft ist geeignet für *C. tyrobutyricum*

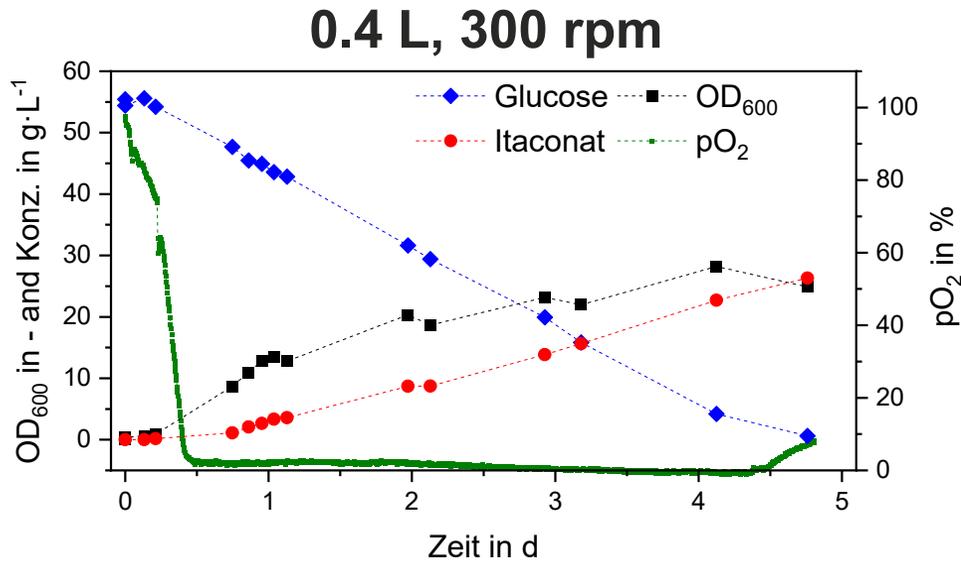


	Definiertes Medium	Graspresssaft
Titer in g·L ⁻¹	16.3 ± 0.1	9.1 ± 0.2
Substratverbrauch in g·L ⁻¹	52.8 ± 1.2	21.3 ± 0.6
Ausbeute in g·g ⁻¹	0.31 ± 0.01	0.45 ± 0.04
Max. Produktivität in g·L ⁻¹ ·h ⁻¹	0.55 ± 0.02	0.28 ± 0.01

Kultivierungsbedingungen:

100 mL in 150 mL Flaschen, 37 °C, 150 rpm mit Magnetrührer; Graspresssaft; pH 6,0, 2.5 M NaOH, n=3

RSP ist ein gutes Scale-up Kriterium für *U. maydis*

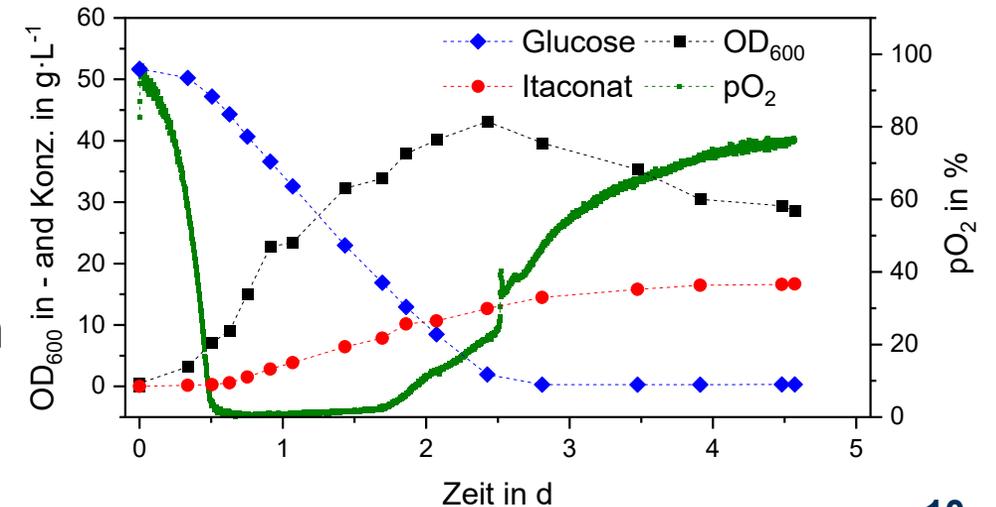
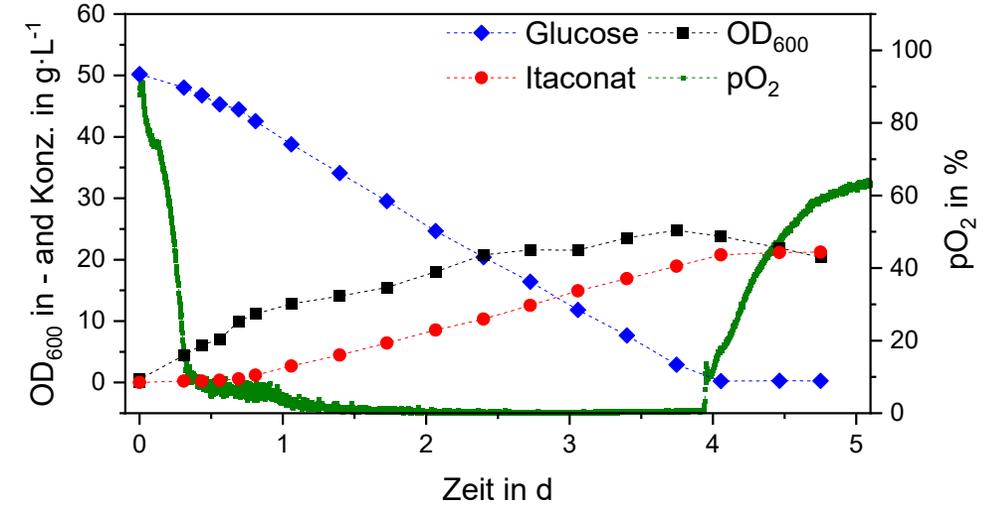


30 L, 114 rpm

RSP

k_La

30 L, 175 rpm



Kultivierungsbedingungen:

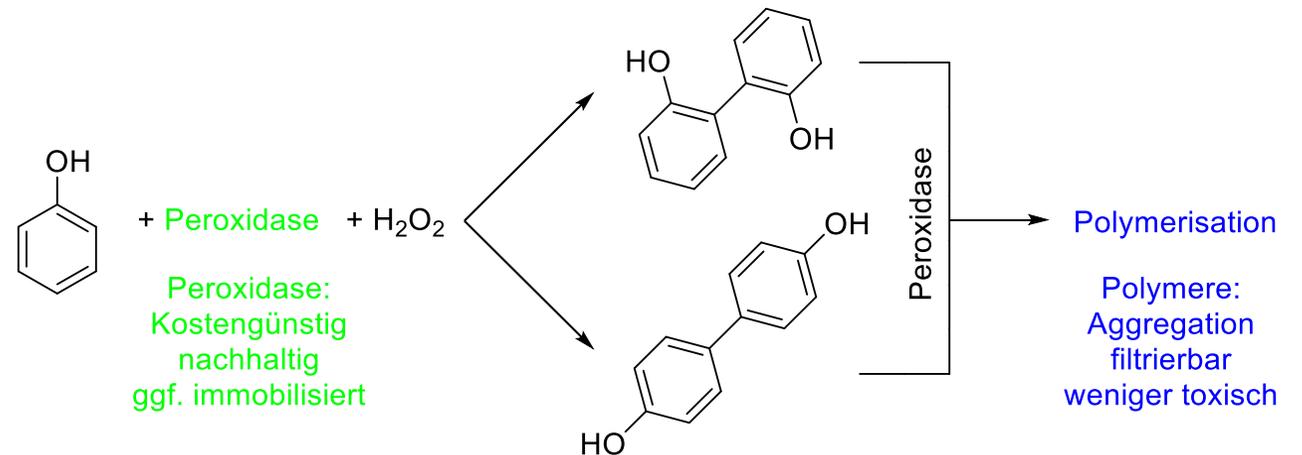
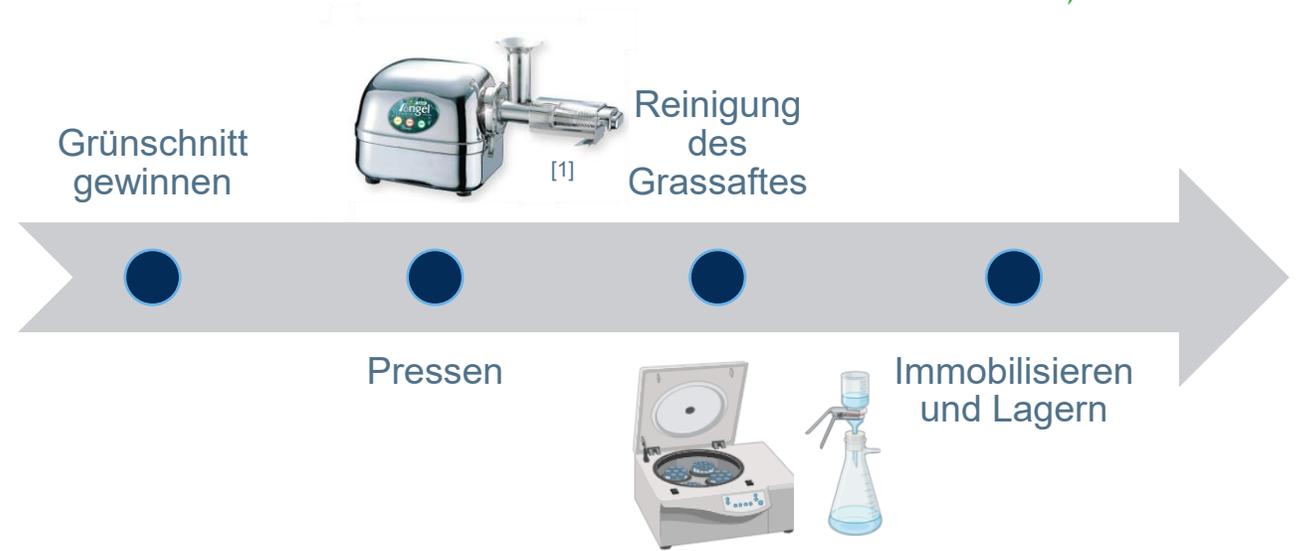
30°C, modified Tabuchi medium: 1 vvm; pH 6.3, n=1

Peroxidasen in Graspesssaft



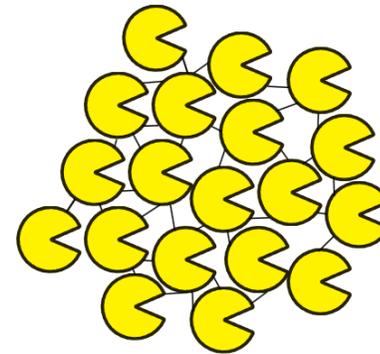
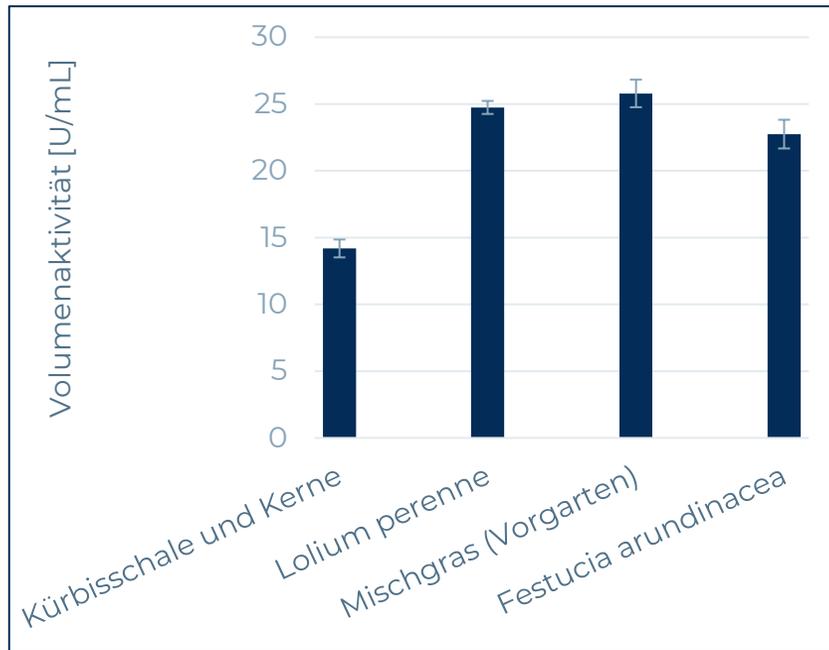
> Enzyme können aus Graspesssaft gewonnen werden

> Enzyme können zur Abwasserreinigung eingesetzt werden

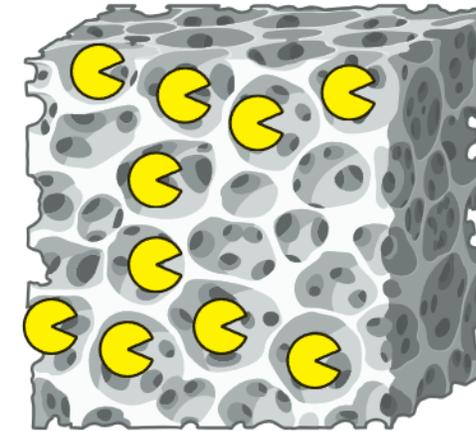


[1] <https://angel-juicer.de/produkt/angel-juicer-7500/>

Peroxidasen aus Graspesssaft: Aktivität und Stabilisierung



CLEA



Physikalische Immobilisierung

- > Vergleich Aktivität verschiedener Presssäfte
- > Ähnliche Aktivität von sortenreinem und Mischgras

- > Immobilisierung als Enzymaggregate
- > Immobilisierung der Enzyme auf Trägermaterial

Betrachtung der Substrate von Peroxidasen: Analytik und Praxistestung

> Entwicklung einer GC-MS Methode zur Analytik von Phenolen und Kresolen

> Praxistestung Abbau am Beispiel o-Kresol:

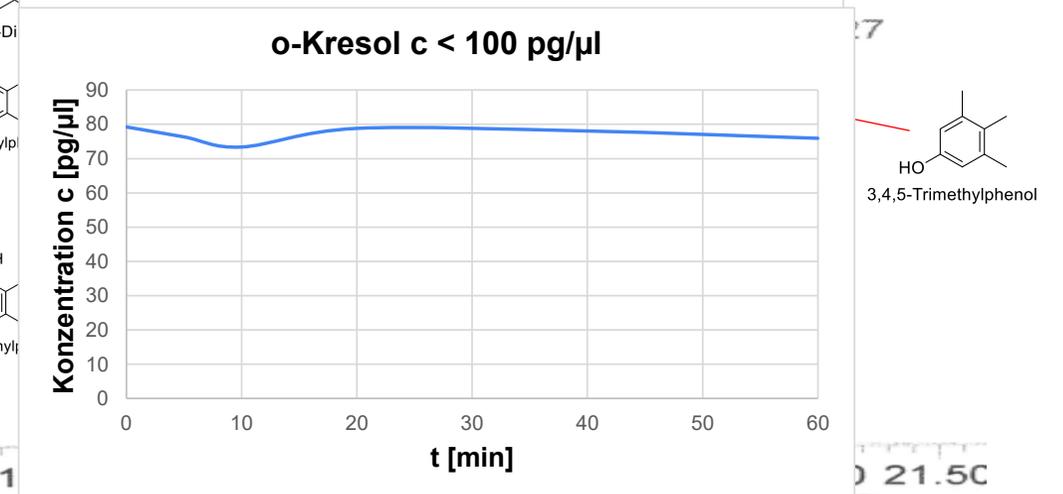
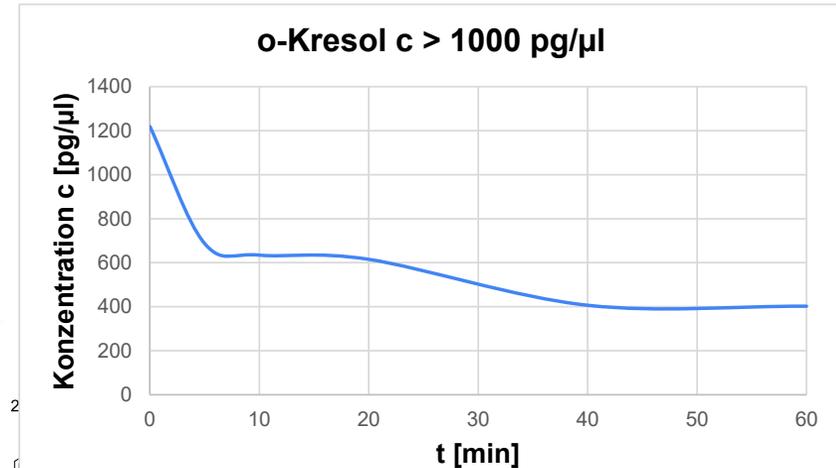
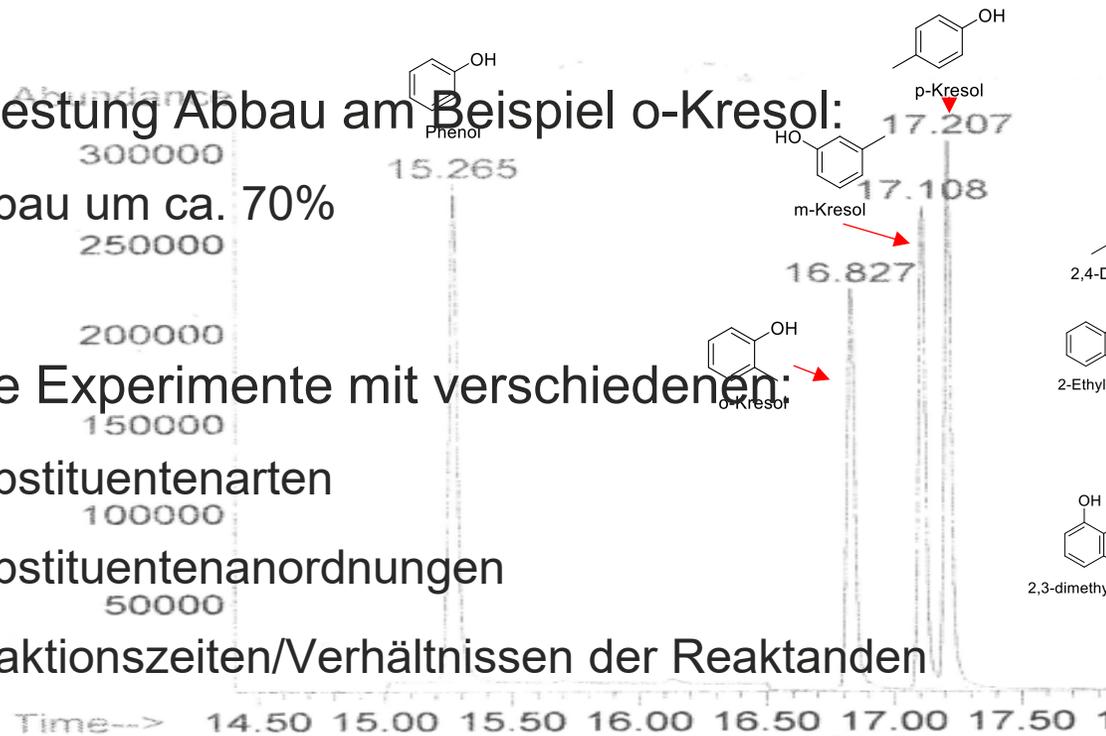
> Abbau um ca. 70%

> Weitere Experimente mit verschiedenen:

> Substituentenarten

> Substituentenanordnungen

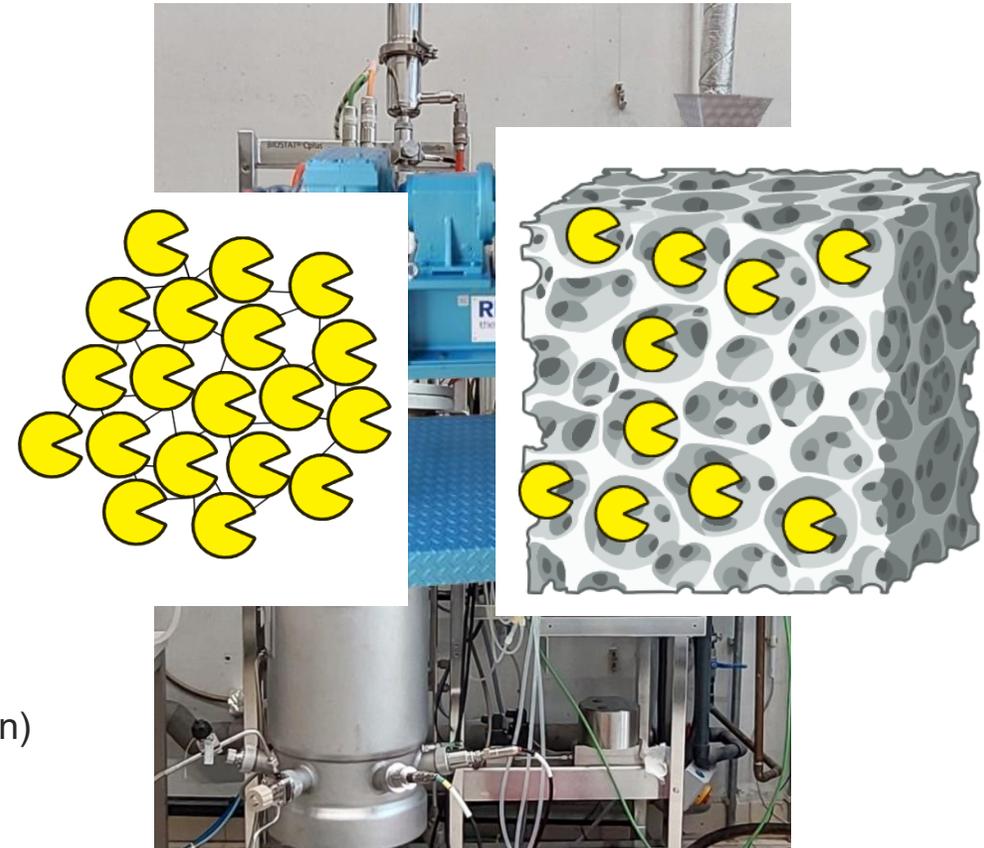
> Reaktionszeiten/Verhältnissen der Reaktanden



Ausblick



- > Technikumpresse
 - > Bewertung gekühlt/ungekühlte Pressung für Fermentationen
- > Fermentationen
 - > Abschluss Scale-up in def. Medium für *C. tyrobutyricum* und *C. necator*
 - > Transfer von Presssaft in Technikumsreaktor
- > Enzyme
 - > Untersuchung Stabilität und weitere Immobilisierung der Peroxidasen
 - > Analyse weiterer Presssäfte (Technikumpresse, verschiedenen Jahreszeiten)
 - > Test mit Reallösungen



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

Förderkennzeichen
031B1497A



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

Wolfgang Laudensack



Tel.: 0631 205 5444
Mail: wolfgang.laudensack@mv.rptu.de
Internet: <https://mv.rptu.de/fgs/biovt/>

