

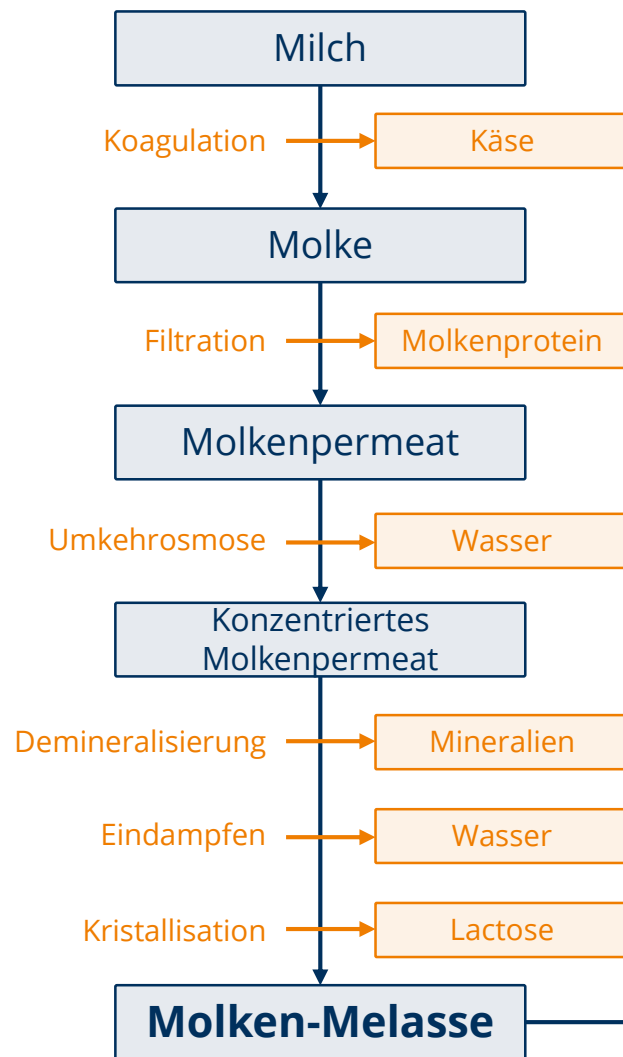
Andreas Hoffmann

Professur für Bioverfahrenstechnik

Mikrobielle Produktion von Ethylacetat aus zuckerreichen Reststoffen

Leipzig DBFZ: 4. Bioraffinerietag, 12. September 2023

Ursprüngliche Prozessidee



Molken-Melasse

- 150–200 g L⁻¹ Lactose
- 5–15 g L⁻¹ Galactose
- 5–20 g L⁻¹ Proteine
- 50–80 g L⁻¹ Mineralsalze

Fermentation mit der Hefe *Kluyveromyces marxianus*



Bio-Ethanolanlage der Sachsenmilch Leppersdorf GmbH: 8.000 Tonnen/Jahr¹

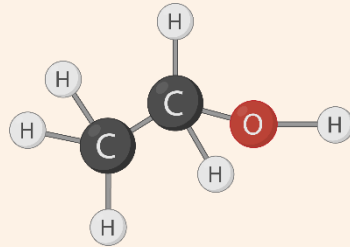
<https://tinyurl.com/bdej996f>

Bio-Ethanol

Prozessentwicklung

Ethylacetat als Alternative zu Ethanol

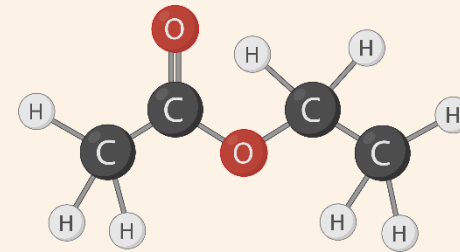
Ethanol



Nachteile:

- Aufwendiger seed train
- Inaktivierung der Zellen
- Hohe Fermentationsdauer (ca. 4 Tage)
- Energieintensives Downstreaming

Ethylacetat

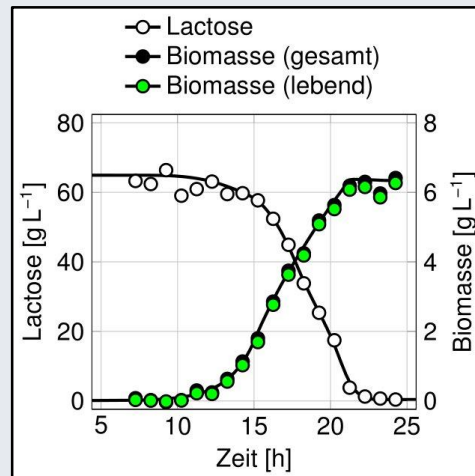
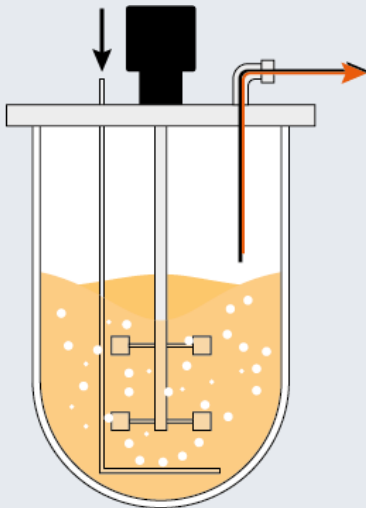


- 4 Millionen Tonner pro Jahr²
- Herstellung basiert ausschließlich auf fossilen Rohstoffen
- Nachfrage nach „Bio“-Ethylacetat besteht

Prozessentwicklung

- Screening geeigneter Mikroorganismen^{3,4}
→ *K. marxianus* DSM 5422
- Medienoptimierung⁵

Kultivierung im Bioreaktor: Batch⁵ Wachstum



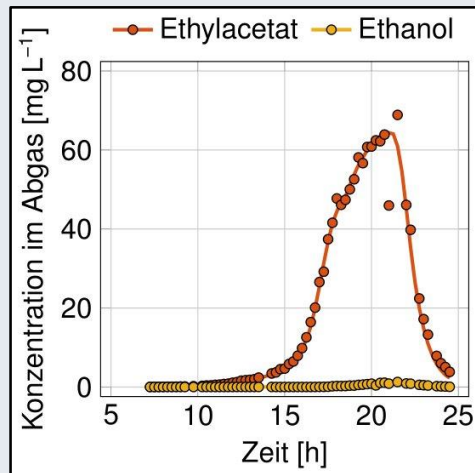
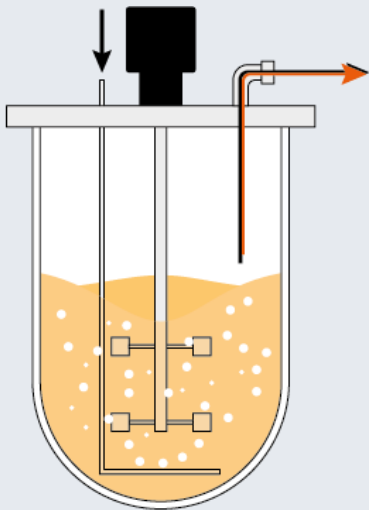
- Geringe Prozessdauer
- Hohe Viabilität



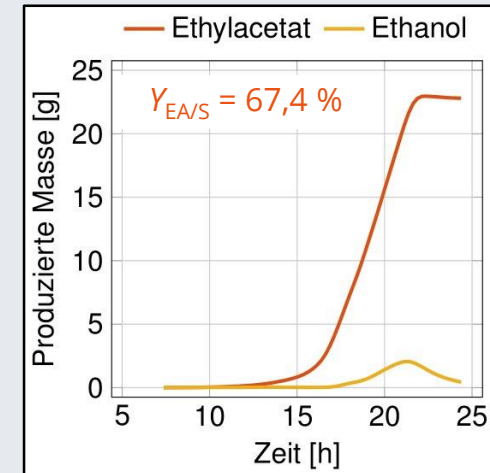
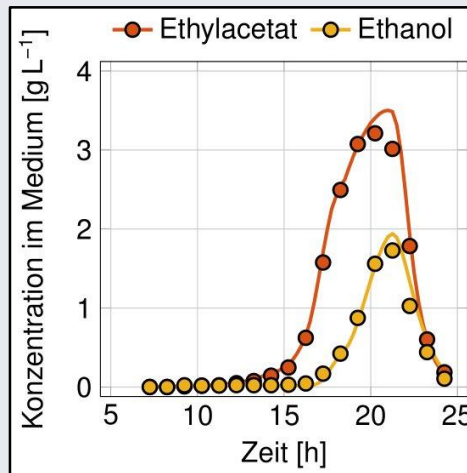
Prozessentwicklung

- Screening geeigneter Mikroorganismen^{3,4}
→ *K. marxianus* DSM 5422
- Medienoptimierung⁵

Kultivierung im Bioreaktor: Batch⁵



Produktbildung

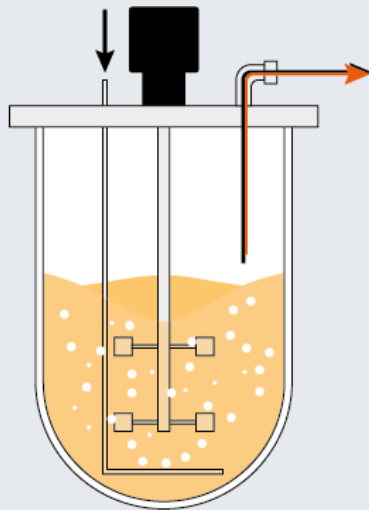


- Hohe Produktivität
- Hoher Ertrag
- Keine bzw. geringe Produktinhibierung

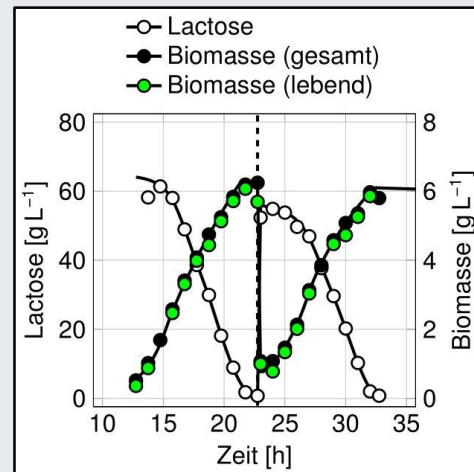
Prozessentwicklung

- Hoher Viabilität und Aktivität ermöglicht Biomasse-Recycling
→ Repeated-Batch
- Nach 1. Batch: 90 % der Zellsuspension durch frisches Medium ersetzt

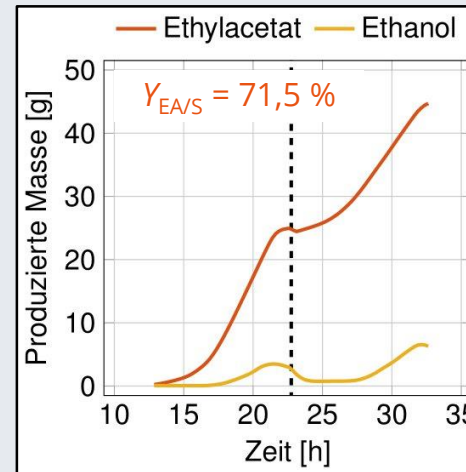
Kultivierung im Bioreaktor: Repeated-Batch⁵



Wachstum



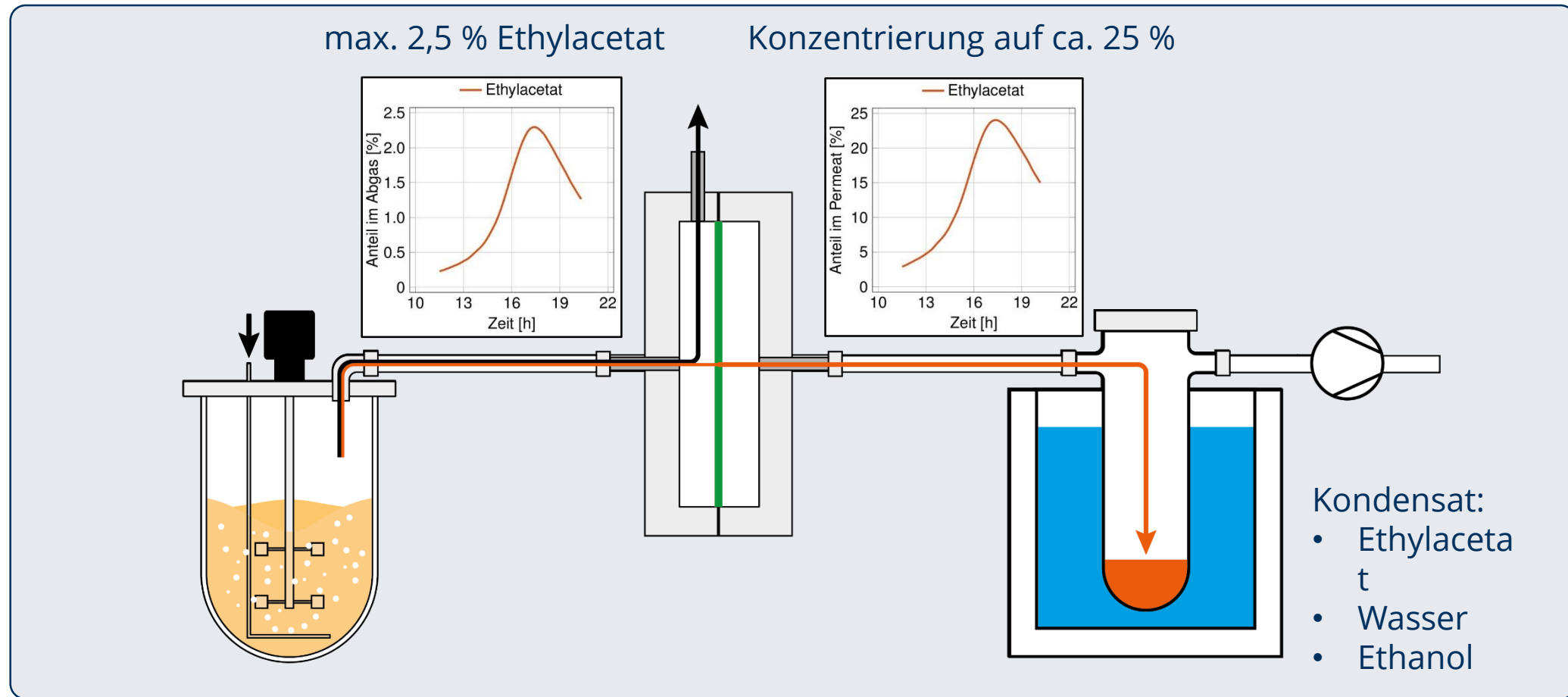
Produktbildung



- Hohe Viabilität und Produktivität auch nach verlängerter Kultivierung
- Bisher höchster Ethylacetat-Ertrag

In situ Produktgewinnung: Stripping und Kondensation

Batch-Kultivierung mit Membran und Kühlfalle⁶



Ausblick

- Neue Membranmaterialien herstellen und testen
→ Steigerung der Trennleistung
- Langzeitkultivierungen: Repeated-Batch mit vielen Zyklen
→ Kann die hohe Produktivität aufrechterhalten werden
- Erhöhung der Salztoleranz durch Evolutionary Engineering
- Upscaling

- Andere zuckerreiche Reststoffe als Substrat?

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Quellen

- 1 <https://www.bdbe.de/biokraftstoff-bioethanol/zellulose-ethanol>
- 2 <https://www.expertmarketresearch.com/reports/ethyl-acetate-market>
- 3 Löser, C., Urit, T., Nehl, F. & Bley, T. Screening of *Kluyveromyces* strains for the production of ethyl acetate: Design and evaluation of a cultivation system. *Engineering in Life Sciences* 11, 369–381 (2011).
- 4 Hoffmann, A., Kupsch, C., Walther, T. & Löser, C. Synthesis of ethyl acetate from glucose by *Kluyveromyces marxianus*, *Cyberlindnera jadinii* and *Wickerhamomyces anomalus* depending on the induction mode. *Engineering in Life Sciences* 21, 154–168 (2021).
- 5 Hoffmann, A., Franz, A., Walther, T. & Löser, C. Utilization of delactosed whey permeate for the synthesis of ethyl acetate with *Kluyveromyces marxianus*. *Appl Microbiol Biotechnol* 107, 1635–1648 (2023). doi: 10.1007/s00253-023-12419-1
- 6 Hoffmann, A. et al. Microbial production of ethyl acetate from a dairy waste stream: Advances in downstream processing via membrane technology. in 52–53 (2022). doi:10.13140/RG.2.2.11984.58884.