

## **Mikrobielle Produktion von Ethylacetat aus zuckerreichen Reststoffen**

**Dr.-Ing. Andreas Hoffmann**

Technische Universität Dresden

Institut für Naturstofftechnik

Arbeitsgruppe Bioprocess- und Enzymtechnik

Andreas Hoffmann<sup>1</sup>, Paula Klein<sup>1</sup>, Christian Löser<sup>1</sup>, Marcus Weyd<sup>2</sup>, T. Walther<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Professur für Bioverfahrenstechnik, Institut für Naturstofftechnik, TU Dresden*

<sup>2</sup>*Fraunhofer-Institut, Institut für Keramische Technologien und Systeme, IKTS Hermsdorf*

Im Jahr 2024 wurden weltweit 4,53 Millionen Tonnen Ethylacetat aus fossilen Rohstoffen hergestellt [1]. Als nachhaltige Alternative gewinnt die biobasierte Produktion zunehmend an Bedeutung. Ein Ansatz ist die chemische Umsetzung von Bio-Ethanol zu Ethylacetat – eine Technologie, die derzeit von der CropEnergies AG im industriellen Maßstab etabliert wird [2]. Eine weitere erfolgversprechende Verfahrensvariante ist die direkte mikrobielle Synthese von Ethylacetat aus zuckerhaltigen Substraten [3]. Diese umgeht unter anderem die Zwischenschritte der Ethanolbildung und -abtrennung und ermöglicht dadurch eine höhere Energieeffizienz.

Die Crabtree-negative Hefe *Kluyveromyces marxianus* gilt dabei als vielversprechendster Produktionsorganismus. *K. marxianus* zeichnet sich durch ein breites Substratspektrum aus, das sowohl C6-Zucker wie Glucose und Lactose als auch C5-Zucker wie Xylose und Arabinose umfasst. Zudem wächst *K. marxianus* bei Temperaturen bis zu 48 °C [4] und weist eine hohe Salztoleranz auf [5]. Diese Eigenschaften erlauben den Einsatz kostengünstiger, zuckerreicher Reststoffe als Substrat.

Insbesondere Molkenmelasse – ein Nebenstrom der Lactoseproduktion – hat sich als geeignetes Substrat erwiesen, wobei Erträge von bis zu 71,5 % des theoretischen Maximums erzielt wurden [5]. Auch Reststoffe aus der Fruchtsaftindustrie konnten erfolgreich zur Ethylacetatproduktion genutzt werden.

Ein zentraler Aspekt des Verfahrens ist die effiziente Produktabtrennung: Ethylacetat ist leicht flüchtig und kann bei der aeroben Fermentation kontinuierlich mit dem Abgasstrom ausgetragen und anschließend durch Kondensation zurückgewonnen werden. Diese in situ Produktgewinnung reduziert Produktinhibition und entkoppelt die Substrat- von der Produktkonzentration, was die Nutzung niedrig konzentrierter Substratströme erlaubt.

Im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsvorhabens (IGF 01IF23055N) mit dem Fraunhofer IKTS wird die Produktabtrennung optimiert. Dabei wird die Gaspermeation mittels Membran zur Aufkonzentrierung des Ethylacetats im Abgasstrom untersucht. Im Labormaßstab konnten bereits Anreicherungsfaktoren zwischen 7 und 10 über einen breiten Konzentrationsbereich erzielt werden [6].

Gleichzeitig entwickeln wir den Gesamtprozess weiter. Aktuell verfolgen wir das Ziel, einen Repeated-Batch-Prozess im Pilotmaßstab mit unsterilem Medium zu realisieren und die Ergebnisse mithilfe von Prozesssimulationen auf den industriellen Maßstab zu übertragen. Erste Abschätzungen zeigen, dass sich mit einem 80 m<sup>3</sup>-Reaktor rund 29.000 Tonnen Molkenmelasse zu etwa 1.200 Tonnen Ethylacetat pro Jahr bei einem Energieaufwand von 2,7 kWh pro Kilogramm Produkt umwandeln lassen. Durch Prozessoptimierung lassen sich schätzungsweise 50 % der benötigten Gesamtenergie einsparen.

Die mikrobielle Produktion von Ethylacetat ermöglicht somit nicht nur die nachhaltige Nutzung bislang schwer verwertbarer Reststoffe, sondern eröffnet auch neue wirtschaftliche Perspektiven in der biobasierten Chemie.

[1] Global Ethyl Acetate Market Size, Share & Growth Report 2034. ([www.Expertmarketresearch.com/Reports/Ethyl-Acetate-Market 2025](http://www.Expertmarketresearch.com/Reports/Ethyl-Acetate-Market-2025)).

[2] Feierlicher Spatenstich für erste Produktionsanlage für grünes Ethylacetat in Europa 2024 ([www.cropenergies.com/de/presse/details/feierlicher-spatenstich-fuer-erste-produktionsanlage-fuer-gruenes-ethylacetat-in-europa](http://www.cropenergies.com/de/presse/details/feierlicher-spatenstich-fuer-erste-produktionsanlage-fuer-gruenes-ethylacetat-in-europa))

[3] A. J. J. Straathof, A. Bampouli: *Biofuels, Bioprod. Bioref.* 2017, 11, 798-810.

[4] T. Urit, M. Li, T. Bley, C. Löser: *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2013, 97, 10359–10371.

[5] A. Hoffmann, A. Franz, T. Walther, C. Löser: *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 2023, 107, 1635–1648.

[6] A. Hoffmann, A. Franz, C. Löser, T. Hoyer, et al.: *Eng. Life Sci.* 2024, 24, e202400041.