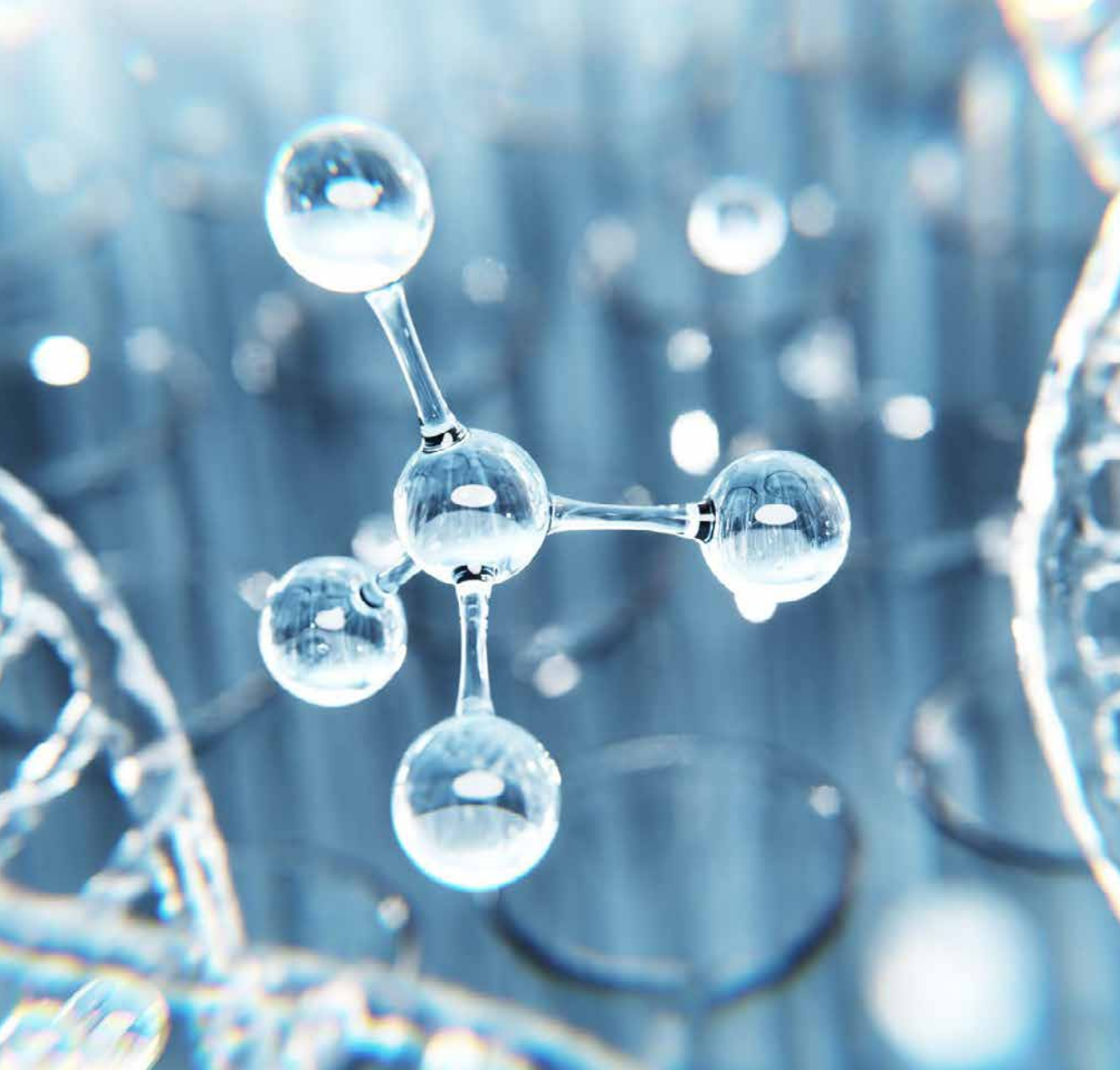




FORUM Zukunftstechnologien für die industrielle Bioökonomie

29.–30. September 2026

Beauftragt durch:



Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt



Impressum

Herausgeber

Projektträger Jülich (PtJ),
Forschungszentrum Jülich GmbH,
52425 Jülich
im Auftrag des
Bundesministerium für Forschung,
Technologie und Raumfahrt (BMFTR),
11055 Berlin

Organisation und Redaktion

Projektträger Jülich (PtJ), Forschungszentrum Jülich GmbH, 52425 Jülich

Gestaltung und Layout

Projektträger Jülich, Forschungszentrum Jülich GmbH

Bildnachweise

© ATKWORK888 – stock.adobe.com

Bildnachweise

September 2026

Die Veranstaltung wird vom Projektträger Jülich im Auftrag des BMFTR durchgeführt.
Für die Inhalte der Abstracts sind die jeweiligen Autorinnen und Autoren verantwortlich.

FORUM Zukunftstechnologien für die industrielle Bioökonomie

29.–30. September 2026

INHALT

Inhalt

Inhalt	4
Agenda	8
Abstracts	14
Keynote: Die nächste Generation der Bioprozesstechnik: Entwicklung, Scale-up und Prozesskontrolle in der KI-Ära – wenn Prozessverständnis auf künstliche Intelligenz trifft	16
FUMBio: Eine biotechnologische Fumarat-Wertschöpfungskette von CO ₂ und Zucker bis hin zu biologisch abbaubaren Chemikalien	18
Biolectid: Innovativer Ansatz zur Nutzung von CO ₂ in einem neuartigen bioelektrochemischen Fermentationsverfahren zur Herstellung von Bernsteinsäure	20
IBRIS-P: Integrierte biobasierte Wertschöpfungskette für Itaconsäure: Von der Fermentation zum Schmierstoffadditiv	22
LiGNUM: Mikrobielle Veredelung strohbasierter Ligninströme zu biobasierten Polyamiden	24
FLAIR: Funktionsmaterialien aus Lebensmittelabfällen durch prozess-Integriertes Recycling	26
SuReMo: Sustainable rheology modifiers: Mix 'n Match platform to replace fossil-based additive	28
BiOleo: Veredelung von oleochemischen Seitenströmen zu Estern und Amiden mit breitem Anwendungspotenzial	30
LIMERICK: Limestone, source of indispensable cement drives a novel polyamide cycle	32
BEFuel: Gekoppelte bioelektrochemische Wertschöpfung aus Abgasen, Abwässern und organischen Reststoffen	34
biofactur-e: CO ₂ -basierte Bioproduktionsplattform für Cystein, Aspartat und Glycolat via elektroenzymatischem Methanol	36
ReCO ₂ NWert: Umsetzung der Ressourcenwende in der chemischen Industrie durch biotechnologische CO ₂ -Nutzung in regionalen Wertschöpfungsketten	38
PHABRIC: Von CO ₂ zu Autoteilen: Nachhaltige Biokunststoffproduktion durch mikrobielle Co-Kulturen	40
BioWax: Klimaneutrale Produktion von Wachsestern und Lipiden unter Verwendung erneuerbarer Energien, CO ₂ und Knallgasbakterien	42
PYTHAGORAS: Aminosäureproduktion durch biokatalytische C1-Umwandlung	44
eCO ₂ DIS: Simulationsgeleitete Entwicklung eines strom- oder H ₂ -getriebenen <i>in vitro</i> Acetyl-CoA Produktionsmoduls als Plattformchemikalie aus CO ₂ für eine diversitätsorientierte Synthese	46
EnTE: enzymatische Herstellung von TMP-Estern aus Nebenprodukten der Pflanzenölverarbeitung	48
MykoNox: Enzymbasierte Plattformtechnologie zur selektiven Oxidation von Stärke für vollständig biobasierte, wasserstabile Klebstoffe	50

ValenCell: Towards large-scale photosynthetic production of valencene in cyanobacteria	52
PHBMAX: Maximized biopolymer production from genetically modified organisms using CO ₂ for plastic film and multi-layer composite systems	54
C1Toco: Biotechnologische Umwandlung von Methanol (C1) in Tocochromanole	56
BioChroma: Mikrobielle Veredelung industrieller Nebenströme zu bioabbaubaren Pigmenten	58
AquaSilk: Innovative Herstellung von wasserlöslichen Spinnenseidenproteinen	60
KERAFIB: Nachhaltige Keratingewinnung für die zirkuläre Textilproduktion	62
BioBricks: Circular Biobased Building Materials from Biogenic Resources	64
ZeroWasteMibio: Umwandlung von Nebenströmen in mikrobiell basierte, hochwertige Futtermittelprodukte	66
Europäische Fördermöglichkeiten: Die Nationale Kontaktstelle Bioökonomie und Umwelt	68
Poster	70

AGENDA

Dienstag, 29. September 2026

Zeit	Programm
12:00–13:00	Registrierung und Begrüßungssnack
13:00–13:10	Eröffnung Matthias Hauer (MdB), <i>Parlamentarischer Staatssekretär bei der Bundesministerin für Forschung, Technologie und Raumfahrt</i>
13:10–13:35	Keynote – Die nächste Generation der Bioprozesstechnik: Entwicklung, Scale-up und Prozesskontrolle in der KI-Ära – wenn Prozessverständnis auf künstliche Intelligenz trifft Dr. Mark Dürkop, <i>Mitgründer & Geschäftsführer, Novasign GmbH</i>
13:35–14:50	Session 1: Future Building Blocks – biobasierte Plattformchemikalien und Polymere
13:35–13:50	FUMBIO – Biotechnologische Fumarat-Wertschöpfungskette – Von CO₂ und Zucker bis hin zu biologisch abbaubaren Chemikalien Dr. Barbara Navé
13:50–14:05	Biolectid – Innovativer Ansatz zur Nutzung von CO₂ in einem neuartigen bio-elektrochemischen Fermentationsverfahren zur Herstellung von Bernsteinsäure Pamina Mainz
14:05–14:50	IBRIS-P – Integrierte biobasierte Wertschöpfungskette für Itaconsäure: Von der Fermentation zum Schmierstoffadditiv Dr. Corvin Volkholz
	LiGNUM – Mikrobielle Veredlung ligninbasierter Ströme zu nachhaltigen Biomaterialien Prof. Christoph Wittmann
	FLAIR – Funktionsmaterialien aus Lebensmittelabfällen durch prozess- Integriertes Recycling Prof. Johannes Gescher
	SuReMo – Nachhaltige Rheologiemodifizierer: Mix-and-Match-Plattform als Ersatz für fossile Additive Dr. Broder Rühmann
	BiOleo – Veredlung von oleochemischen Seitenströmen zu Estern und Amiden mit breitem Anwendungspotenzial Prof. Ulrich Schörken
14:50–15:35	Kaffeepause
15:35–15:45	Europäische Fördermöglichkeiten: Die Nationale Kontaktstelle Bioökonomie und Umwelt Dorit Lehr

Zeit	Programm
15:45–17:00	Session 2: CO₂- und C1-basierte Kohlenstoffquellen für die industrielle Nutzung
15:45–16:00	Limerick – Kalkstein – eine essenzielle Ressource für Zement treibt einen neuen Polyamid Zyklus Prof. Ralf Takors
16:00–16:15	BEFuel – Entwicklung eines gekoppelten bioelektrochemischen Prozesses zur Produktion von E-Fuels und hochwertigen Chemikalien aus Abgasen und Abwässern Dr. Daniel Siegmund
16:15–16:30	biofactur-e – CO₂-basierte Bioproduktionsplattform für Cystein, Aspartat und Glycolat via (elektro-)enzymatischem Methanol Dr. Carsten Bornhövd
16:30–16:45	ReCO₂NWert – Umsetzung der Ressourcenwende in der chemischen Industrie durch biotechnologische CO₂ Nutzung in regionalen Wertschöpfungsketten Dr. Markus Müller
16:45–17:00	PHABRIC – Von CO₂ zu Autoteilen: Nachhaltige Biokunststoffproduktion durch mikrobielle Co-Kulturen Laura Polomsky, Dr. Thorsten Neumann
	BioWax – Klimaneutrale Produktion von Wachsesteren und Lipiden unter Verwendung erneuerbarer Energien, CO₂ und Knallgasbakterien Dr. Philipp Arbter
17:00–18:30	Poster-Session
18:30–21:00	Networking mit Abendbuffet

Mittwoch, 30. September 2026

Zeit	Programm
08:45–09:00	Kaffee und Ankommen
09:00–09:05	Begrüßung und Tagesauftakt
09:05–09:50	Session 3: Biokatalyse, neue Enzyme und synthetische Stoffwechselwege
09:05–09:20	PYTHAGORAS – Aminosäureproduktion durch biokatalytische C1-Umwandlung Prof. Volker Sieber
09:20–09:35	eCO₂DIS – Simulationsgeleitete Entwicklung eines strom- oder H₂-getriebenen in vitro Acetyl-CoA-Produktionsmoduls als Plattformchemikalie aus CO₂ für eine diversitätsorientierte Synthese Dr. Steffen Roth
09:35–09:50	EnTE – Enzymatischer Prozess zur Produktion bio-basierter TMP-Esters aus Nebenströmen der Pflanzenölproduktion zur Anwendung in Hochleistungsschmierstoffen Dr. Patrick Degen MykoNox – Nachhaltige Oxidation von Stärke mittels Mykoenzymen für neuartige biobasierte Industriekleber und Bindemittel Dr. Jens Buller
09:50–10:10	Kaffeepause
10:10–11:40	Session 4: Neue Werkstoffe und Produkte aus biogenen Ressourcen
10:10–10:25	ValenCell – Produktion von Valencen in großem Maßstab durch photoautotrophe Mikroalgen Dr. Anna Behle
10:25–10:40	PHBMAX – Maximierte Biopolymerproduktion aus gentechnisch veränderten Organismen unter Verwendung von CO₂ für Kunststofffolien und mehrschichtige Verbundsysteme Dr. Thomas Helle

Zeit	Programm
10:40–10:55	C1Toco – Biotechnologische Umwandlung von Methanol (C1) in Tocochromanole Dr. Mona Khazaei
10:55–11:40	BioChroma – Mikrobielle Veredelung industrieller Nebenströme zu bioabbaubaren Pigmenten Prof. Christoph Wittmann AquaSilk – Innovative Herstellung von wasserlöslichen Spinnenseidenproteinen Dr. Lukas Sturmberger KERAFIB – Nachhaltige Gewinnung und Verarbeitung von Keratin für die Herstellung biobasierter, recycelbarer und kreislauffähiger Textilprodukte Dr. Daniel Timo Behrens BioBricks – Zirkuläre Baustoffe aus biogenen Ressourcen Lili Antonia Grobla ZeroWasteMibi – Umwandlung von Nebenströmen in mikrobiell basierte, nachhaltige, hochwertige Futtermittelprodukte, die synthetische Zusatzstoffe und tierische Nährstoffe ersetzen Dr. Alice Kleber
11:40–11:50	Kurze Pause
11:50–12:50	Interaktives Podium – Disruptive Ansätze der industriellen Biotechnologie Dr. Viola Bronsema, Geschäftsführerin, <i>BIO Deutschland e. V.</i> Prof. Petra Kluger, Institutsleiterin, <i>Fraunhofer-Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik</i> Prof. Heinz Köppl, Zentrum für Synthetische Biologie, <i>Technische Universität Darmstadt</i> Dr. Sebastian Rakers, Mitgründer & Geschäftsführer, <i>Bluu GmbH</i>
12:50–13:00	Verabschiedung

ABSTRACTS

Keynote: Die nächste Generation der Bioprozesstechnik: Entwicklung, Scale-up und Prozesskontrolle in der KI-Ära – wenn Prozessverständnis auf künstliche Intelligenz trifft

Novasign GmbH | Wien, Österreich

Mark Duerkop

Künstliche Intelligenz steht in der Biotechnologie noch am Anfang ihrer Entwicklung. Ihr volles Potenzial wird sie jedoch erst dann entfalten, wenn datengetriebene Methoden mit mechanistischem Prozesswissen kombiniert werden – wenn KI also nicht nur Muster in Daten erkennt, sondern diese im Kontext biologischer und verfahrenstechnischer Zusammenhänge interpretieren und für belastbare Vorhersagen und Entscheidungen nutzen kann.

Der Vortrag zeigt, wo KI heute bereits sinnvoll eingesetzt wird und wie Unternehmen schrittweise von Daten zu wissensbasierten, hybriden Modellen gelangen können. Arbeiten von Novasign und Partnern zeigen, dass die Kombination von Machine Learning und Prozesswissen den experimentellen Aufwand deutlich reduzieren kann [1]. In einem aktuellen industriellen Beispiel wurden mechanistische Modelle, Machine Learning und CFD-Informationen kombiniert, um einen kontinuierlichen Gasfermentationsprozess vom Labor- in den Pilotmaßstab zu übertragen [2]. Digitale Zwillinge können darüber hinaus Prozessmodelle nutzen, um gezielt neue Prozessbedingungen vorzuschlagen und die Entwicklung und Produktion iterativ zu steuern [3]. In Verbindung mit der realen Prozessanlage können solche Modelle künftig auch Grundlage für eine zunehmend autonome Prozessführung sein.

Die nächste Entwicklungsstufe liegt in der Verbindung solcher Modelle mit KI-basierten Entscheidungsmechanismen. So könnten digitale Zwillinge nicht nur vorhersagen, sondern aus neuen Daten lernen, Versuche planen und Prozesse zunehmend selbst optimieren und steuern. In fünf bis zehn Jahren könnte aus statischem Prozesswissen eine kontinuierlich lernende Wissensbasis werden, die von der Entwicklung über Scale-up bis zur Produktion mitwächst. Die Zukunft und das Potential liegen darin, Prozesswissen und KI so zu

verbinden, dass gezielter die richtigen Experimente durchgeführt und schneller fundierte Entscheidungen getroffen werden können.

Referenzen

[1] Bayer B, Striedner G, Duerkop M, Hybrid Modeling and Intensified DoE: An Approach to Accelerate Upstream Process Characterization, *Biotechnology Journal* 2020, 15(9), e2000121, doi:10.1002/biot.202000121.

[2] Haslinger B, Reischl B, Steger F, Krippel M, Gsenger L, Hilts E, et al., CFD-Informed Hybrid Modeling Unlocks Scalable, Tunable Amino Acid Production in *Methanothermobacter marburgensis*, *bioRxiv* 2026, 2026.07.09.737395, doi:10.64898/2026.07.09.737395.

[3] Bayer B, Dalmau Diaz R, Melcher M, Striedner G, Duerkop M, Digital Twin Application for Model-Based DoE to Rapidly Identify Ideal Process Conditions for Space-Time Yield Optimization, *Processes* 2021, 9(7), 1109, doi:10.3390/pr9071109.

FUMBIO: Eine biotechnologische Fumarat-Wertschöpfungskette von CO₂ und Zucker bis hin zu biologisch abbaubaren Chemikalien

Verbundpartner/Autoren

SYNMIKRO Zentrum für Synthetische Mikrobiologie – Philipps-Universität Marburg | Marburg, Deutschland

T. Hoffmann, E. Elsayed, A. Becker

iSBio Institut für Systembiotechnologie – Universität des Saarlandes | Saarbrücken, Deutschland

F. Ries, D. Beyer, C. Heine, C. Wittmann

RPTU – Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern – Landau | Kaiserslautern, Deutschland

T. Begic, N. Höchst, A. Pierik

BASF SE – Badische Anilin und Soda Fabrik | Ludwigshafen, Deutschland

B. Navé, B. Hoff, C. Kling, D. Maurer, M. Breuer, V. Sundaram, O. Zelder

FUMBIO hat das Ziel, eine nachhaltige, fermentationsbasierte Fumarat Wertschöpfungskette zu etablieren, die fossile Produktionswege ersetzt und CO₂ als Rohstoff nutzt. Das Projekt kombiniert CO₂ aus industriellen Prozessen mit erneuerbaren Zuckern, um durch mikrobielle Fermentation Magnesiumfumarat herzustellen. Die Plattformchemikalie wird anschließend durch biokatalytische Prozesse in L-Aspartat und biologisch abbaubare Polymere umgewandelt. Diese Produkte bieten nachhaltige Alternativen zu etablierten, nicht biologisch abbaubaren petrochemischen Produkten wie z. B. Polyacrylsäuren.

Das Konsortium integriert Fachwissen in Molekularbiologie und Gentechnik, Systembiotechnologie, Enzymtechnologie, Fermentation und Downstream-Processing. Die Philipps Universität Marburg (SYNMIKRO) hat erfolgreich neue gentechnische Werkzeuge entwickelt, die gezielte genetische Modifikationen des ausgewählten Organismus *Basfia succiniciproducens* und damit dessen Stammentwicklung ermöglichen. iSBio an der Universität des Saarlandes, hat wichtige neue Erkenntnisse bei der Optimierung

der Wachstumsbedingungen, dem modellieren der Stoffwechselvorgänge, innovative Fermentationsmethoden und Stammentwicklung beigetragen. Die Arbeitsgruppe an der RPTU hat Aspartasen untersucht und dabei eine neue Generation dieser Biokatalysatoren entwickelt deren Stabilität und Aktivität deutlich höher ist als bei bislang bekannten Enzymen dieser Klasse. Schlussendlich konnte die BASF die Weiterverarbeitung des Fumarats aus der Brühe so optimieren, dass die Kosten der Herstellung möglichst gering gehalten werden können.

Referenzen

Publikationen sowie Patente sind noch in Vorbereitung.

Biolectid: Innovativer Ansatz zur Nutzung von CO₂ in einem neuartigen bioelektrochemischen Fermentationsverfahren zur Herstellung von Bernsteinsäure

Verbundpartner/Autoren

Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT | Oberhausen, Deutschland

L. Rüller, J. Robert, P. Mainz

revis bioenergy GmbH | Münster, Deutschland

F. Hokamp

Biolectid verfolgt das Ziel, CO₂ und biogene Reststoffströme aus dem Verbundbetrieb einer Biogasanlage zu biobasierter Bernsteinsäure durch eine Kombination von Fermentation und einer bioelektrochemischen Zelle herzustellen.

Bernsteinsäure (Succinat) ist eine zentrale C₄-Plattformchemikalie mit stark wachsendem Markt, deren petrochemische Synthese energieintensiv ist und hohe CO₂-Emissionen verursacht. Die biotechnologische Produktion mittels CO₂-fixierender Bakterien bietet eine nachhaltige Alternative, ist jedoch durch die Redox-Bilanz des Stoffwechsels und durch kostenintensives Downstream-Processing wirtschaftlich limitiert. [1]

Da Succinat ein stark reduziertes Stoffwechselprodukt ist, begrenzt die intrazelluläre NADH-Verfügbarkeit den Ertrag und forciert Nebenprodukte wie Essig- und Ameisensäure [2]. Biolectid integriert daher eine bioelektrochemische Zelle in die Fermentation, um durch gezielten Elektronentransfer, die NADH-Regeneration zu unterstützen und den Kohlenstofffluss selektiv in den Succinat-Zweig zu lenken. Neben dem innovativen Fermentationsprozess wird zusätzlich die synergetische Integration in eine Biogasanlage untersucht. Dies beinhaltet die Verwertung des prozessbedingt anfallenden CO₂-Stroms aus der Gasaufbereitung und die Verzuckerung und Nutzung biogener Reststoffe als Substrat, um die Ökologische und Ökonomische Effizienz zu erhöhen.

Aktuelle Ergebnisse zeigen, dass der elektrochemische Input das Verhältnis von Bernsteinsäure zu Nebenprodukten signifikant um 10 bis 27 % erhöht und die Bildung von Essig- und Ameisensäure reduziert. Zudem wird eine 13 % höhere Raum-Zeit-Ausbeute erzielt, insbesondere beim Einsatz des Mediators Neutralrot. Dies belegt, dass der Elektronentransfer den Redox-Stoffwechsel wirksam steuert und eine belastbare Grundlage für die industrielle Integration schafft.

Im weiteren Projektverlauf erfolgt ein Scale-up an der Biogasanlage der revis bioenergy GmbH, um die Technologie unter industrienahen Bedingungen zu validieren.

Referenzen

[1] Nagime PV, Boonsawang P, Cheirsilp B, Upaichit A, Potential of bio-based succinic acid: pathways, feedstocks, and industrial perspectives, *Biotechnol Sustain Mater* 2025, 2, 16, doi:10.1186/s44316-025-00041-2.

[2] Liu X, Zhao G, Sun S, Fan C, et al. Biosynthetic Pathway and Metabolic Engineering of Succinic Acid, *Front. Bioeng. Biotechnol.* 2022, 10, 843887, doi: 10.3389/fbioe.2022.843887

IBRIS-P: Integrierte biobasierte Wertschöpfungskette für Itaconsäure: Von der Fermentation zum Schmierstoffadditiv

Verbundpartner/Autoren

ILCO Chemikalien GmbH | Erkelenz, Deutschland

C. Volkholz

Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen | Aachen, Deutschland

Y. Chang, A. Faller, T. Faruß, J. Pastoors, C. Krekel

Das Verbundprojekt IBRIS-P (Integrated Biosynthesis and Recovery of Itaconic Acid for Sustainable Lubricant Production) entwickelt eine integrierte, biobasierte Wertschöpfungskette zur Herstellung nachhaltiger Schmierstoffadditive auf Basis von Itaconsäure (IA). IA gilt als vielseitige Plattformchemikalie für Polymere, Latex, Klebstoffe und Schmierstoffe [Devi]. Ziel ist es, Herstellungskosten und Umweltwirkungen der IA-Produktion durch holistische Prozessentwicklung zu senken und ihre industrielle Nutzung in Deutschland zu stärken.

Kern des Vorhabens ist die biotechnologische IA-Produktion mit dem S1-Organismus *Ustilago cynodontis* aus Rest- und Nebenströmen der Färberdistel. Dadurch sollen Substratkosten reduziert, regionale Rohstoffkreisläufe gestärkt und landwirtschaftliche Seitenströme stofflich verwertet werden. Ein zentrales Innovationsmerkmal ist die Kopplung der Fermentation mit einer *in situ* Produktabtrennung mittels Adsorption. Durch die Entfernung der IA aus der Fermentation sollen Produktinhibierung, insbesondere durch „Weak Acid Stress“, vermindert sowie Ausbeute und Produktivität gesteigert werden [Krull, Pastoors]. Zugleich ermöglicht die Adsorption eine konzentrierte Bereitstellung der IA in einem geeigneten Eluenten für die direkte Weiterverarbeitung.

Die gewonnene IA wird zu Estern umgesetzt und zu Polymerestern weiterverarbeitet, die als biobasierte Schmierstoffadditive und potenzielle Drop-in-Lösungen für etablierte maleatbasierte Komponenten dienen können. Ergänzend werden Distelölderivate direkt zu Fettsäureestern umgesetzt. Die Produkte werden hinsichtlich ihrer Eignung in Schmierstoffen sowie perspektivisch in Klebstoff- und Latexanwendungen bewertet.

Begleitend analysieren technoökonomische Bewertung und Ökobilanzierung Wirtschaftlichkeit und Umweltwirkungen des Gesamtprozesses [Rebolledo-Leiva]. Damit leistet IBRIS-P einen Beitrag zur Bioökonomie, zur Reduktion fossiler Rohstoffabhängigkeiten und zur Entwicklung klimafreundlicher Schmierstoffadditive.

Referenzen

Devi, N., Singh, S., Manickam, S., Cruz-Martins, N., Kumar, V., Verma, R. u. Kumar, D.: Itaconic Acid and Its Applications for Textile, Pharma and Agro-Industrial Purposes, Sustainability 2022, 14(21), 13777, doi: 10.3390/su142113777

Krull, S., Hevekerl, A., Kuenz, A. u. Prüße, U.: Process development of itaconic acid production by a natural wild type strain of *Aspergillus terreus* to reach industrially relevant final titers, Applied microbiology and biotechnology, 2017, 101(10), 4063 4072, doi: 10.1007/s00253-017-8192-x

Pastoor, J., Deitert, A., Michel, C., Günster, K., Finger, M., Hofstede, J., Deischter, J., Biselli, A., Viell, J., Palkovits, R., Jupke, A. u. Büchs, J.: In situ adsorption of itaconic acid from fermentations of *Ustilago cynodontis* improves bioprocess efficiency, Biotechnology for biofuels and bioproducts, 2023, 16(1), 181, doi: 10.1186/s13068-023-02433-w

Rebolledo-Leiva, R., Moreira, M. T. u. González-García, S.: Environmental assessment of the production of itaconic acid from wheat straw under a biorefinery approach, Bioresource technology ,2022, 345, 126481, doi: 10.1016/j.biortech.2021.126481

LiGNUM: Mikrobielle Veredelung strohbasierter Ligninströme zu biobasierten Polyamiden

Verbundpartner/Autoren

Institut für Systembiotechnologie, Universität des Saarlandes | Saarbrücken, Deutschland

M. Kohlstedt, M. Grad, J. Zimmer, T. Schmidgall, C. Wittmann

Essity GmbH | Mannheim, Deutschland

J. Geist, R. Mößner

Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie (ATB) | Potsdam, Deutschland

A. Olszewska-Widdrat, R. Schneider

Deutsches Biomasseforschungszentrum (DBFZ) | Leipzig, Deutschland

K. Meisel, N. Dögnitz

TECNARO GmbH | Ilsfeld, Deutschland

M. Schweizer

Mit InnoLig+ entsteht in der weltweit ersten Strohzellstofffabrik ihrer Art in Mannheim ein ligninreicher industrieller Nebenstrom in einer Größenordnung von mehreren zehntausend Tonnen pro Jahr aus der Herstellung von Zellstoff für die Produktion von Hygienepapieren. LiGNUM verfolgt das Ziel, diesen biobasierten Rohstoff für die Herstellung nachhaltiger Polyamide und gebrauchsfertiger Polymerwerkstoffe nutzbar zu machen und damit eine neue stoffliche Nutzung industrieller Nebenströme zu etablieren. Bisher werden zentrale Ausgangsstoffe für Polyamide überwiegend petrochemisch auf Basis fossiler Rohstoffe und in energieintensiven Prozessen hergestellt.

Hierfür entwickelt LiGNUM leistungsfähige mikrobielle Zellfabriken, die den komplexen Stroh-Lignin-Strom gezielt in Bausteine für biobasierte Polyamide umwandeln. Die entstehenden Zwischenprodukte werden anschließend aufgereinigt, chemisch weiterverarbeitet, polymerisiert, compoundiert und zu anwendungsnahen Polymerwerkstoffen mit definierten Eigenschaften weiterentwickelt. Der Projektansatz verbindet Metabolic Engineering, Biotechnologie, Grüne Chemie und Materialentwicklung zu einem durchgängigen Entwicklungsprozess und geht damit bewusst über die Herstellung einzelner Plattformchemikalien hinaus.

Gemeinsam mit Partnern aus Wissenschaft und Industrie entwickelt LiGNUM die gesamte Prozesskette von der Vorbehandlung des industriellen Nebenstroms über Fermentation und Aufarbeitung bis hin zur Pilotproduktion, Compoundierung und Herstellung gebrauchsfertiger Polymerwerkstoffe sowie erster Prototypen für technische Anwendungen. Begleitende Nachhaltigkeits- und Wirtschaftlichkeitsanalysen fließen bereits während der Entwicklung in die Prozessoptimierung ein und unterstützen den Aufbau einer industriell anschlussfähigen Technologie. LiGNUM zeigt damit, wie industrielle Nebenströme als Rohstoffbasis für hochwertige Polymerwerkstoffe genutzt werden können, und schafft die Grundlage für eine nachhaltigere Herstellung technischer Kunststoffe.

FLAIR: Funktionsmaterialien aus Lebensmittelabfällen durch prozess-Integriertes Recycling

Verbundpartner/Autoren

Technische Universität Hamburg | Hamburg, Deutschland

J. Gescher, L. Kneuer, M. Jaegers, A. Elreedy

EveryCarbon UG | Tübingen, Deutschland

S. Beblawy

Popp Feinkost GmbH | Kaltenkirchen, Deutschland

L. Seggering, J-M. Braack

Universität Hamburg | Hamburg, Deutschland

G. Luinstra

Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung | Stuttgart, Deutschland

D. Koch, C. Schmidt

FLAIR wandelt zwei unvermeidbare industrielle Abfallströme – Rückstände aus der Lebensmittelproduktion und das in Rohbiogas enthaltene CO₂ – in isomerenreines 2,3-Butandiol (2,3-BDO) und anschließend in biobasierte Polyester für Folien und Leichtbauverpackungen um. Im Verbundprojekt soll der Technologiereifegrad (TRL) der Prozesskette von 4 auf 6 angehoben wird. Zunächst werden im Rahmen von Laborarbeiten die Prozessbedingungen der Dunkelfermentation optimiert, um ein propionatreiches Perkolat zu erhalten, da Propionat der effizienteste Ausgangsstoff für die Fermentation zu 2,3-BDO ist. Gleichzeitig dienen diese Arbeiten als Grundlage für die Auslegung und den Betrieb eines 10 m³ großen Dunkelfermenters, der in die bestehende Abfallwirtschaftsinfrastruktur des Lebensmittelunternehmens Popp-Feinkost integriert werden soll. Das produzierte Perkolat speist eine containerbasierte Pilotanlage, die etwa 50 L/d verarbeitet und über 90 Tage Dauerbetrieb rund 40 g/d an gereinigtem 2,3-BDO liefern soll. In der Aufarbeitung sollen Umkehrosmose und Flüssig-Flüssig-Extraktion den Wassergehalt auf unter 20 % senken. Neben Lebensmittelabfällen wird Rohbiogas in einem Membran-Biofilmreaktor mithilfe des fakultativ autotrophen *Cupriavidus necator* als Substrat genutzt. Hierbei wird dessen 80%-ige Kohlenstoffausbeute bei der 2,3-BDO Produktion [1] genutzt, um den CO₂-Gehalt des Biogases auf unter 5 % und den O₂-Gehalt auf unter 0,5 % zu senken. Darüber hinaus sollen in einer Stammentwicklung unspezifische Alkoholdehydrogenasen deletiert werden

um Stämme zu erhalten, die isomerenrein (R,R)- oder meso-2,3-BDO [2] produzieren. Zur Produktveredelung soll jedes Isomer zu chiralen Polyestern über 15 kDa [3] polykondensiert, im Kilogramm-Maßstab hergestellt und an Anwender zur Probe abgegeben werden. Lebenszyklus- und technoökonomische Bewertungen mit Szenarioanalysen und Markt-Benchmarking werden genutzt werden, um den Prozess in Richtung ökologischer und wirtschaftlicher Tragfähigkeit zu lenken.

Referenzen

- [1] Windhorst, C.; Gescher, J. Efficient biochemical production of acetoin from carbon dioxide using *Cupriavidus necator* H16. *Biotechnol. Biofuels* 2019, 12, 163. doi: 10.1186/s13068-019-1512-x
- [2] Weiler, J.R.; Jürgensen, N.; Cornejo Infante, M.; Knoll, M.T.; Gescher, J. Strain and model development for auto- and heterotrophic 2,3-butanediol production using *Cupriavidus necator* H16. *Biotechnol. Biofuels Bioprod.* 2024, 17, 108. doi: 10.1186/s13068-024-02549-7
- [3] Chen, G.-Q.; Patel, M.K. Plastics derived from biological sources: present and future – a technical and environmental review. *Chem. Rev.* 2012, 112, 2082–2099. doi: 10.1021/cr200162d

SuReMo: Sustainable rheology modifiers: Mix 'n Match platform to replace fossil-based additive

Verbundpartner/Autoren

Technische Universität München, Campus Straubing, Lehrstuhl für Chemie biogener Rohstoffe | Straubing, Deutschland

B. Rühmann, V. Sieber, S. A. Borhani

Technische Universität München, Campus Straubing, Professur für Bioverfahrenstechnik | Straubing, Deutschland

M. Zavrel, M. Grundwürmer

Universität Münster, Institut für Molekulare Mikrobiologie und Biotechnologie | Münster, Deutschland

J. Schmid, J. Hanfland, P. Holtbernd

BASF SE | Ludwigshafen, Deutschland

M. Bross, C. Schilling, C. Schunicht

Rheological modifiers, such as polyacrylates, are essential additives used to regulate the flow properties of products across various industries. However, polyacrylates are derived from mineral oil and are poorly biodegradable. This “liquid plastic” is used in various personal and home care formulations because it thickens in small amounts and provides an excellent skin feel. Up to now, polyacrylates cannot be replaced by natural biopolymers such as polysaccharides as they do not meet performance requirements in most applications and have poor sensory properties.

The goal of the SuReMo project is to replace petroleum-based polyacrylates in a variety of different products to make a significant contribution to the transformation towards sustainability. The Mix 'n Match platform, featuring three different Paenans, will be developed into an innovative key technology. The aim is to demonstrate that Paenans can not only replace polyacrylates in formulations but can also improve the products further, helping the market entry and commercialization of the bio-based solutions. Important factors are the compatibility with other compounds in the diverse formulations, sensory skin feel, bio-based production, and biodegradability of the Paenans as well as CO₂-savings. Thus, the SuReMo project will address the specific funding objective:

“Development of bio-based ingredients for use as an active ingredient in personal care and home care applications such as cosmetics, detergents, cleaning agents and beyond”.

The scope of SuReMo is on the sustainable and scalable production of the newly developed Paenans by a synthetic biology driven approach directly linked to the industrial needs by BASF to realize large-scale application soon. Next to optimized product titers and downstream processing, the adaptation to alternative C-sources such as raw glycerol and waste streams is addressed to realize a massive reduction of the CO₂-footprint.

Referenzen

Grundheber J, Rath T, Rühmann B, Schilling C, Bross M, Schunicht C, *et al.* Development and Application of the Paenan Polysaccharide Rheology Toolbox for Rheological Modifiers Using Response Surface Methodology, ACS Polymers Au 2026, doi: 10.1021/acspolymersau.5c00180.

Dsouza, V., G. Thoidingjam, A. Saleh, and M. Zavrel, An iterative approach to statistical optimization of exopolysaccharide production by fermentation, Biotechnology Reports 2025 Vol. 47 Pages e00914, doi: 10.1016/j.btre.2025.e00914

Meliawati M, Volke D C, P.I. Nikel P I, and Schmid J, Engineering the carbon and redox metabolism of *Paenibacillus polymyxa* for efficient isobutanol production. Microbial Biotechnology, 2024. 17(3): p. e14438, doi: 10.1111/1751-7915.14438.

BiOleo: Veredelung von oleochemischen Seitenströmen zu Estern und Amiden mit breitem Anwendungspotenzial

Verbundpartner/Autoren

BASF Personal Care and Nutrition GmbH | Düsseldorf, Deutschland

M. Dierker, T. Albers

Technische Hochschule Köln – Campus Leverkusen | Leverkusen, Deutschland

K. Demertzis, A. Akash, U. Schörken

BASF AS | Sandefjord, Norwegen

E. Kulås

Die industrielle Raffination von Pflanzen- und Fischölen produziert erhebliche Mengen an Lipid-Nebenströmen wie Soapstocks und POME-Öl, die oft nicht effizient genutzt werden. Aktuell werden diese Ressourcen entweder verbrannt oder für minderwertige Anwendungen verwendet. Die strukturelle Komplexität und die mögliche Toxizität für Katalysatoren stellen Herausforderungen für die chemokatalytische Prozessierung dar. Im Gegensatz dazu bieten enzymatische und mikrobiologische Verfahren eine Möglichkeit, diese Nebenströme in höherwertige Produkte wie Ester und Amide umzuwandeln. Aufbauend auf eigenen Vorarbeiten [1–3] werden Lipase-Katalyse und mikrobielle Biooxidation genutzt, um in drei Fallstudien sowohl „drop-in“ als auch neuartige Produkte für die Bereiche Ernährung, Kosmetik und Industrie aus Lipid-Nebenströmen darzustellen.

Das Projekt verfolgt dabei mehrere Ziele: Es soll die Nachhaltigkeit in der oleochemischen Wertschöpfungskette erhöhen, biotechnologische Methoden in der Industrie implementieren und neuartige Produktideen für Spezialanwendungen entwickeln. Das Projekt unterstützt die BMFTR-Initiative zur klimaneutralen Industrie durch die Etablierung klimafreundlicher Prozesse in der chemischen Industrie. Durch die schrittweise Entwicklung und Optimierung der Prozesse wird angestrebt, den Anteil erneuerbarer Rohstoffe zu erhöhen und die wirtschaftliche Nutzung von Nebenprodukten zu verbessern.

Referenzen

[1] D.L. Craft, Non-reversible beta-oxidation blocked *Candida tropicalis*, WO2003100013A2.
<https://patents.google.com/patent/WO2003100013A2/en>

[2] P. Kempers, U. Schörken et al., Process for production of fatty acids, fatty acid esters and sterolesters from soapstock. WO2008003420A2
<https://patents.google.com/patent/WO2008003420A2/en>

[3] B. Kleiner, P. Fleischer, U. Schörken, Biocatalytic synthesis of biodiesel utilizing deep eutectic solvents: A two-step-one-pot approach with free lipases suitable for acidic and used oil processing. Process Biochem. 2016, 51, 1808–1816.
<https://doi.org/10.1016/j.procbio.2015.10.016>.

LIMERICK: Limestone, source of indispensable cement drives a novel polyamide cycle

Verbundpartner/Autoren

Institut für Bioverfahrenstechnik, Universität Stuttgart | Stuttgart, Deutschland

M. Filbig, J. Sigle, R. Takors

Genetik der Prokaryoten, Fakultät für Biologie & CeBiTec, Universität Bielefeld | Bielefeld, Deutschland

N. Junker, M. Rogowski, V. Wendisch

Fraunhofer Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB, Institutsteil Straubing | Straubing, Deutschland

P. Stockmann

SCHWENK Zement GmbH & Co. KG | Ulm, Deutschland

J. Notheisen, M. Öztürk, K. Schröder, J. Thormann

The atmospheric content of the greenhouse gas CO₂ has risen by about 150 ppm compared to the pre-industrial era which attributes to the increase of 1.5 W/m² of radiative forcing. Among industrial sectors, cement production is responsible for 7 % of global CO₂ emissions. Thereon the calcination of limestone plays a significant role. This is why the project *Limerick* sets out to use the CO₂ content from cement production for biomanufacturing of base chemicals. In particular, *Limerick* aims to produce monomers as a building blocks for manufacturing bioplastics such as polyester (PE) and polyamides (PA).

Basics of the biomanufacturing approach read as follows: (1) Offgas from cement production is treated such that two-step microbial conversion can happen. (2) Step one comprises the conversion of the CO₂ containing off-gas in the presence of H₂ to acetate, ethanol and mixtures thereof. (3) Step two considers either the production of 1,5-diaminopentane (cadaverine), 5-amino valerate, glutarate with recombinant *Corynebacterium glutamicum* or the production of succinate with recombinant *Escherichia coli*. (4) Either broth is processed to isolate the products prior to polycondensation. Reflecting the skills of the partners IBVT performed bioprocess development and engineering of the succinate producer, UNIBI engineered the *Corynebacterium* strains, IGB

performed downstream processing and polycondensation and SCHWENK transferred the process to realistic onsite conditions.

Regarding (1) a patent application is pending. Within (2) we demonstrate that product formation in the acetogenic medium is possible – partly even in one pot (WO2024246082A2). Strain engineering of (3) has provided a set of optimized producers that are successfully applied in batch, fed-batch and continuous operations. (4) Exemplified for P55 the polycondensation of cadaverine from fermentation broth was successful.

Aspects of the findings are prepared for peer reviewed publication while others are pending for IP.

BEFuel: Gekoppelte bioelektrochemische Wertschöpfung aus Abgasen, Abwässern und organischen Reststoffen

Verbundpartner/Autoren

Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT | Oberhausen, Deutschland

D. Siegmund, U.-P. Apfel

Ruhr-Universität Bochum | Bochum, Deutschland

U.-P. Apfel, T. Gehring, M. Wichern, D. Tischler

Emschergenossenschaft und Lippeverband | Essen, Deutschland

K.-G. Schmelz, C. Ixmann

Institut für Automation und Kommunikation e. V. | Magdeburg, Deutschland

J. Alex

Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE | Freiburg, Deutschland

R. Schwantes-Chavan, J. Koschikowski

Die industrielle Bioökonomie benötigt Verfahren, die erneuerbare Energie mit der stofflichen Nutzung von CO₂ und weiteren Reststoffströmen verbinden. Im Verbundprojekt *BEFuel* wird hierzu ein gekoppelter bioelektrochemischer Prozess entwickelt, der mehrere bislang getrennte Wertschöpfungswege in einer gemeinsamen Prozessplattform zusammenführt. Auf der kathodischen Seite wird CO₂ aus Abgasströmen mikrobiell fixiert über nachgeschaltete Kettenverlängerung zu höherwertigen Carbonsäuren umgesetzt. Dabei konnte eine stabile Bildung von C6- und C8-Produkten gezeigt werden; für C8 wurden Konzentrationen von etwa 2,5 g L⁻¹ erreicht, während C6 in höheren Konzentrationen gebildet wurde.

Parallel konnte ein gekoppeltes Elektrolysesystem demonstriert werden, das kathodisch Abwasser als Prozessmedium nutzt und anodisch Glycerol aus Reststoffströmen umsetzt. Für die Produktaufarbeitung wurde eine NaOH-gestützte Membrandestillation erfolgreich auf reales, mit C2–C8-Carbonsäuren supplementiertes Kläranlagenabwasser übertragen. Unter

optimierten Bedingungen wurden Gesamt-Carbonsäureflüsse von $>100 \text{ g m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ erreicht. Ergänzend wurde ein geeignetes Mikrobiom etabliert, das anodische Produktströme zur Bildung hochwertiger Trehaloselipide umsetzen kann.

Damit liegen wesentliche Einzelbausteine der angestrebten BEFuel-Prozesskette experimentell vor. Der aktuelle Schwerpunkt liegt auf ihrer funktionellen Kopplung und der optimalen Abstimmung der elektrochemischen, mikrobiellen und verfahrenstechnischen Teilschritte. Ziel ist ein integrierter Prozess, der Abgase, Abwässer und organische Reststoffe mithilfe erneuerbaren Stroms in höherwertige Chemikalien und biobasierte Produkte überführt.

Referenzen

R. Rad, T. Gehring, K. Pellumbi, D. Siegmund, M. Gamache, S. Krimmler, M. Corbalan, M. Luebken, Marc Wichern, U.-P. Apfel; An electrochemically integrated bioreactor for a sustainable production of grid-gas using wastewater streams; *Chem. Eng. J.* 2026, 174357. doi: 10.1016/j.cej.2026.174357

R. Rad, T. Gehring, K. Pellumbi, D. Siegmund, E. Nettmann, M. Wichern, U.-P. Apfel; A hybrid bioelectrochemical system coupling a zero-gap cell and a methanogenic reactor for carbon dioxide reduction using a wastewater-derived catholyte. *Cell Rep. Phys. Sci.* 2023, 4, 101526. doi: 10.1016/j.xcrp.2023.101526

L. Wickert, K. Pellumbi, J. T. Kleinhaus, J. Wolf, J. Obel, R. Cao, D. Siegmund, U.-P. Apfel; An Electrochemical Screening Reactor Kit for Rapid Optimization of Electrosynthesis Applications; *ChemSusChem*. 2025, 18, e202402086. doi: 10.1002/cssc.202402086

biofactur-e: CO₂-basierte Bioproduktionsplattform für Cystein, Aspartat und Glycolat via elektroenzymatischem Methanol

Verbundpartner/Autoren

Wacker Chemie AG | München, Deutschland

C. Bornhövd

b.fab GmbH | Köln, Deutschland

F. Collas, F. Meißner, F. Kensy

Charité | Berlin, Deutschland

L. Hille, S. Lindner-Mehlich

Karlsruhe Institut für Technologie (KIT) | Karlsruhe, Deutschland

A.-L. Drommershausen, D. Holtmann

Dechema-Forschungsinstitut (DFI) | Bad Homburg, Deutschland

I. Depentori, M. Stöckl

Für die erfolgreiche Transformation zu einer nachhaltigen und kreislaforientierten Wirtschaft ist die erfolgreiche Nutzung von CO₂ als Kohlenstoffquelle ein wichtiger Grundstein, der auch in den Zielen der EU verankert ist. **Biofactur-e** zielt daher auf die Entwicklung von Prozessen und die Schaffung von Schnittstellen zur Nutzung von CO₂ als Ausgangsstoff für die Produktion von Cystein, Aspartat und Glycolat ab.

Da eine direkte Nutzung von CO₂ mit dem gewünschten Plattform-Organismus (*E. coli*) bisher nicht möglich ist, wird die Verwertung von CO₂ über flüssige C1-Rohstoffe, wie Formiat oder Methanol, angestrebt. Um eine schnelle industrielle Nutzung von CO₂ zu ermöglichen, ist die Implementierung eines ganzheitlichen Prozesses unabdingbar.

Im **biofactur-e** Projekt wurde deshalb die elektroenzymatische Bereitstellung von Methanol und dessen anschließende biotechnologische Umwandlung durch optimierte *E. coli* Stämme vollständig miteinander abgebildet.

Für die elektroenzymatische Herstellung von Methanol galt es, geeignete Formaldehyd-DH/ADH zur Umsetzung von Formiat zu Methanol zu finden (KIT). Die Arbeiten zum Protein Engineering und Testung verschiedener Immobilisierungs-strategien zur Verbesserung des direkten Elektronentransfers zwischen Elektrode und Enzym wurden am KIT durchgeführt. Die Kombination mit der etablierten elektrochemischen Umsetzung von CO₂ zu Formiat in einem System: CO₂ zu Methanol erfolgte in Zusammenarbeit zwischen KIT und DFI.

Ausgangspunkt für die biotechnologische Umwandlung von Methanol in Aminosäuren und Biopolymere waren bereits etablierte formatotrophe Bakterienstämme. Diese Stämme sollten erweitert werden zur Methanol-Assimilierung über den gleichen Stoffwechselweg. Durch Enzym-Screening, Variation von Promotorstärken und Integrationsstellen sowie der adaptiven Laborevolution konnten unterschiedlich schnell wachsenden Produzenten erzeugt werden (b.fab, Charité). Diese wurden anschließend mit der bereits etablierten Produktsynthese zu Cystein (Wacker) kombiniert. Die Produktion von weiteren Molekülen wie Aspartat und Glycolat aus Formiat und Methanol befindet sich in der weiteren Evaluierung (Charité).

In dem Vortrag werden das Gesamtprojekt und erste erfolgreiche Ergebnisse und Anwendungen vorgestellt.

Referenzen

Kim S, Lindner SN, Aslan S, et al. Growth of *E. coli* on formate and methanol via the reductive glycine pathway, *Nat Chem Biol* 2020, 16, 538–545, doi:10.1038/s41589-020-0473-5.

Cotton CA, Claassens NJ, Benito-Vaquerizo S, Bar-Even A. Renewable methanol and formate as microbial feedstocks, *Curr Opin Biotechnol.* 2020, 62, 168–180, doi:10.1016/j.copbio.2019.10.002.

Cowan AE, Hillers M, Rainaldi V, et al. Fast growth and high-titer bioproduction from renewable formate via metal-dependent formate dehydrogenase in *Escherichia coli*. *Nat Commun* 2025, 16, 5908, doi:10.1038/s41467-025-61001-y

ReCO₂NWert: Umsetzung der Ressourcenwende in der chemischen Industrie durch biotechnologische CO₂-Nutzung in regionalen Wertschöpfungsketten

Verbundpartner/Autoren

Cluster Industrielle Biotechnologie e. V. | Düsseldorf, Deutschland

C. Michel, M. Müller, S. Refai

Dr. Babor GmbH & Co. KG | Aachen, Deutschland

MVA Weisweiler GmbH & Co KG | Eschweiler, Deutschland

nova-Institut für politische und ökologische Innovation GmbH | Hürth, Deutschland

Ruhr-Universität Bochum | Bochum, Deutschland

RWTH Aachen University | Aachen, Deutschland

Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT | Oberhausen, Deutschland

Fraunhofer Institut für Molekularbiologie und Angewandte Ökologie | Aachen, Deutschland

Viele industrielle Prozessgase enthalten CO₂, welches in die Atmosphäre gelangt und unser Klima nachhaltig verändert. Die Nutzung dieses CO₂ als Ausgangsstoff biotechnologischer Produktionsprozesse leistet daher einen entscheidenden Beitrag zur Senkung der CO₂-Emissionen. In diesem Kontext zielt das Projekt **ReCO₂NWert** (Umsetzung der **Ressourcenwende** in der chemischen Industrie durch biotechnologische **CO₂ Nutzung** in regionalen **Wertschöpfungsketten**) darauf ab, unvermeidbare Prozessgase biotechnologisch in industriell nutzbare Endprodukte umzuwandeln und auf diese Weise den darin gebundenen Kohlenstoff zu fixieren. Dies trägt dazu bei die in weiten Teilen fossil-basierte chemische Industrie in und um das Rheinische Revier in eine bio-basierte und nachhaltigere Industrie zu transformieren.

Im Projekt werden die nicht vermeidbaren CO₂-haltigen Rauchgase der MVA Weisweiler mit Hilfe eines Elektrolyseprozesses abgeschieden und aufgewertet. Die aufgewerteten Prozessgase werden anschließend mit Hilfe von Mikroorganismen in Stoffe umgewandelt, die für Industrieunternehmen nutzbar sind. Die im Projekt eingesetzten Organismen können CO₂ und ähnliche kohlenstoffhaltige Gase aufnehmen und zu wertvollen Produkten umbauen. Das können z. B. Alkohole sein, die in der Chemieindustrie genutzt werden und aus denen z. B. Kunststoffe, aber auch Inhaltsstoffe für Kosmetikprodukte hergestellt werden. Anhand des Beispiels der Rauchgase der MVA Weisweiler soll im Container Maßstab eine biotechnologische Plattformtechnologie zur Verwertung kohlenstoffreicher Abgase etabliert werden, die künftig für eine Vielzahl verschiedener Abgasströme und Produkte genutzt werden kann.

PHABRIC: Von CO₂ zu Autoteilen: Nachhaltige Biokunststoffproduktion durch mikrobielle Co-Kulturen

Verbundpartner/Autoren

Professur für Systembiotechnologie, Technische Universität München | Garching bei München, Deutschland

F. Fischer, K. Pflüger-Grau, A. Kremling

Novis GmbH | Tübingen, Deutschland

O. Hennrich, T. Helle

Continental Surface Solutions, Benecke-Kaliko GmbH | Hannover, Deutschland

L. Polomsky, T. Neumann

Konrad Hornschuch GmbH | Weißbach, Deutschland

M. Häfele, S. Feineis, G. Wittmann

Polyhydroxyalkanoates (PHAs) are promising biobased and biodegradable polymers [1] for the transition towards sustainable material solutions. However, their widespread industrial implementation is currently limited by production costs, resource consumption, and complex downstream processing [2, 3]. The PHABRIC project addresses these challenges through an integrated approach that combines CO₂ utilization, microbial biotechnology, process scale-up, and material development. The project aims to establish a sustainable value chain for PHA production based on a synthetic co-culture consisting of the photosynthetic cyanobacterium *Synechococcus elongatus* PCC7942 and the bacterium *Pseudomonas putida* KT2440 [4]. In this system, the cyanobacterium converts CO₂ and light into sucrose, which serves as a carbon source for bacterial growth and intracellular PHA accumulation. CO₂ will be supplied using a dedicated capture unit at Continental (Hannover), linking exhaust gas utilization with biopolymer production.

Within PHABRIC, the co-cultivation process will be optimized and scaled from laboratory to 1000 L reactor volumes. Mathematical process modelling, strain optimization, and process engineering will be employed to maximize productivity and process robustness. In parallel, comprehensive characterization of the resulting PHA-containing biomass will be performed to assess its suitability as a sustainable feedstock for industrial applications.

A key objective is the direct utilization of the biopolymer-containing cell material in coating and film manufacturing processes, thereby reducing purification requirements and improving resource efficiency. Material processing routes, including film extrusion, calendering, and coating will be investigated and evaluated with respect to processability and application-relevant properties. PHABRIC seeks to establish a viable pathway from industrial CO₂ emissions to sustainable polymer-based products for future industrial applications.

Referenzen

[1] Koller M, Mukherjee A, A New Wave of Industrialization of PHA Biopolyesters, Bioengineering 2022, 9, doi: 10.3390/bioengineering9020074.

[2] Pagliano G, Galletti P, Samorì C, Zaghini A, Torri C, Recovery of polyhydroxyalkanoates from single and mixed microbial cultures: a review, Bioengineering and Biotechnology 2021, 9, doi:10.3389/fbioe.2021.624021.

[3] Correa P S, Junior W G M, Martins A A, Caetano N S, Mata T M, Microalgae biomolecules: extraction, separation and purification methods, Processes 2021, 9, doi:10.3390/pr9010010.

[4] Kratzl, F. Kremling, A., Pflüger-Grau, K., Streamlining of a synthetic co-culture towards an individually controllable one-pot process for polyhydroxyalkanoate production from light and CO₂ Engineering in Life Sciences 2022, 23, doi: 10.1002/elsc.202100156

BioWax: Klimaneutrale Produktion von Wachsester und Lipiden unter Verwendung erneuerbarer Energien, CO₂ und Knallgasbakterien

Verbundpartner/Autoren

COLIPI GmbH | Hamburg, Deutschland

P. Arbter, J. Heuer

Institut für Angewandte Mikrobiologie, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen | Aachen, Deutschland

H. Czeranka, L. Lauterbach

Max-Planck-Institut für Dynamik komplexer technischer Systeme | Magdeburg, Deutschland

A. von Kamp, S. Klamt

BioWax entwickelt einen mit erneuerbarer Energie betriebenen Gasfermentationsprozess, der CO₂ und grünen Wasserstoff mithilfe rekombinanter Knallgasbakterien in Triacylglyceride (TAGs) und hochwertige Wachsester (WEs) umwandelt. Diese biobasierten Oleochemikalien können fossile und pflanzenölbasierte Rohstoffe in Schmierstoffen, Kosmetika und Beschichtungen ersetzen.

Das Verbundprojekt verknüpft Metabolic Engineering und Gasfermentation (RWTH Aachen), Stoffwechsel- und Prozessmodellierung sowie computergestütztes Stammdesign (MPI Magdeburg) mit Aufarbeitung, Scale-up, Nachhaltigkeitsbewertung und technoökonomischer Analyse (COLIPI). Nach erfolgreicher Stammgenerierung und Prozessoptimierung im Labormaßstab wird der Gesamtprozess in den Pilotmaßstab übertragen. Neben der Fermentation stehen dabei die nachhaltige, möglichst lösemittelfreie Isolierung und die Aufreinigung der Lipide im Mittelpunkt. Bis zum Projektende sollen ausreichende Produktmengen für Anwendungstests in unterschiedlichen industriellen Formulierungen bereitgestellt werden. Zudem werden die generierten Stoffwechsel- und Prozessmodelle fortlaufend anhand der experimentellen Daten validiert und zur Optimierung von Stamm- und Prozessdesign eingesetzt. Gleichzeitig bilden die gewonnenen Daten die Grundlage für Ökobilanzen (Life Cycle Assessments) und die Bewertung der

Wirtschaftlichkeit. Ein besonderer Schwerpunkt liegt hierbei auch auf dem direkten Vergleich des autotrophen Gasfermentationsprozesses mit konventionellen heterotrophen Bioprozessen.

PYTHAGORAS:

Aminosäureproduktion durch biokatalytische C1-Umwandlung

Verbundpartner/Autoren

Technische Universität München, Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit, Lehrstuhl Chemie Biogener Rohstoffe | Straubing, Deutschland

V. Sieber, T. Kinader

Weihenstephan-Triesdorf University of Applied Science, Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit, Professur für Bioinformatik | Straubing, Deutschland

A. Khanna-Reiter, D. Grimm

ADM Hamburg AG | Hamburg, Deutschland

Jeremie Groos

CASCAT GmbH | Straubing, Deutschland

A. Pick

Vor dem Hintergrund einer wachsenden Weltbevölkerung, sowie der zunehmenden Konkurrenz um Nutzflächen von Seiten der Energie- und Nahrungsmittelindustrie, sind Konzepte, die eine effiziente Versorgung mit Makronährstoffen sicherstellen, essenziell. Der wichtigste Makronährstoff sind Proteine und der theoretisch effizienteste Weg ist die direkte (Bio-)Synthese aus CO_2 . Dabei wird CO_2 anstelle der ineffizienten CO_2 -Fixierung in Pflanzen zunächst durch einen elektrochemischen und einen biokatalytischen Schritt in Formaldehyd umgewandelt. Pythagoras fokussiert sich auf die weitere biokatalytische Umsetzung dieser Zwischenstufe zu Proteinbausteinen bzw. Aminosäuren in drei Modulen. Im ersten Modul wird ausgehend von Formaldehyd (FA, C1) ein längeres Kohlenstoffgerüst aufgebaut und Dihydroxyaceton (DHA, C3) synthetisiert. Dieser Reaktionsschritt ist ratenlimitierend und wird durch ein künstlich erzeugtes Enzym katalysiert. Das zweite Modul besteht im weiteren Umsatz von Dihydroxyaceton zu Pyruvat (C3) unter Zuhilfenahme der Enzyme der Glykolyse. Ausgehend von Pyruvat und weiteren Intermediaten werden im dritten Modul verschiedene Aminosäuren synthetisiert. Aufbauend auf einer Proof-of-principle Synthese von Alanin, wird das Konzept an vier Stellen verbessert und erweitert: (i) Das Schlüsselenzym Formolase ist ratenlimitierend und soll daher verbessert werden. Verschiedene UV-Vis-basierte Assays erwiesen sich als sehr unspezifisch und anfällig gegenüber Verunreinigungen aus dem Zellsat, weshalb statt einer Mikrofluidik Methode ein zuverlässigerer HPLC-basierter Assay

entwickelt wurde. Die Entwicklung einer darauf aufbauenden MS-Methode im Hochdurchsatz ist vielversprechend. Orthogonal dazu wurden computergestützte Enzymdesigns erstellt, die jedoch im Labor bisher keine Verbesserung zeigten. (ii) Das Panel der zugänglichen Aminosäuren konnte durch Variation des dritten Moduls um Glycin, Serin, Aspartat, Valin, Prolin und Glutamat erweitert werden. (iii) Die Umsetzung von Dihydroxyaceton zu Pyruvat wurde durch ein breites Screening von alternativen Enzymkandidaten für die einzelnen Reaktionsschritte optimiert. Durch die Identifizierung besserer Biokatalysatoren konnte die Effizienz gesteigert werden und eine höhere Akkumulation von L-Alanin erreicht werden. (iv) Zudem konnte die Aspartatsynthese auf das 75-fache Volumen (15 mL) bei gleichbleibender Ausbeute skaliert werden. Abschließend soll die wirtschaftliche Machbarkeit durch Prozesssimulation, Auswertung der Kostenstruktur und eine Lebenszyklusanalyse analysiert werden.

Referenzen

Willers VP, Lehmann V, Müller S, Vogelgsang F, Roth A, Blombach B, Pick A, Sieber V. Plug-and-play – enzymatic amino acid production from methanol and carbon dioxide. *Nature Communications* 2026, 17, 5363. DOI: 10.1038/s41467-026-74522-x.

eCO₂DIS: Simulationsgeleitete Entwicklung eines strom- oder H₂-getriebenen *in vitro* Acetyl-CoA Produktionsmoduls als Plattformchemikalie aus CO₂ für eine diversitätsorientierte Synthese

Verbundpartner/Autoren

Fraunhofer Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB, Institutsteil Straubing | Straubing, Deutschland

S. Roth, M. Iwanow, M. Richter

Technische Universität München, Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit, Lehrstuhl Elektrobiotechnologie und Lehrstuhl Chemie Biogener Rohstoffe | Straubing, Deutschland

M. Rau, T. Kinatader, J. Cao, B. Johnson, N. Plumeré, V. Sieber

Max-Planck-Institut für terrestrische Mikrobiologie | Marburg, Deutschland

F. Eiche, M. Nattermann, T. Erb

CASCAT GmbH | Straubing, Deutschland

A. Pick

CO₂ und erneuerbare Energien sind Schlüsselressourcen, um Syntheseprozesse der chemischen Industrie zu defossilisieren und damit zukunftsfähig zu machen, werden aber aufgrund fehlender Technologien für eine nachhaltige Chemie derzeit nur in geringem Umfang eingesetzt. Inspiriert von der Biosynthese vereint eCO₂DIS bekannte Technologien zu einer vielseitigen und neuartigen Synthesepattform, die einen Zugang zu einer großen Vielfalt von Produktklassen einschließlich aliphatischer Alkohole, Aromaten und Terpene aus CO₂ über elektronengetriebene Enzymkatalyse ermöglicht. eCO₂DIS besteht aus zwei Modulen: 1) dem Acetyl-CoA-Modul: Hier wird die CO₂-Fixierung mit Hilfe von grünem Strom und/oder grünem H₂ über einen synthetischen Acetyl-CoA-Reaktionsweg

(SACA) durchgeführt, um mit Acetyl-CoA eines der zentralen Zwischenprodukte im Chemiebaukasten der Natur zu erhalten. 2) Innerhalb eines Diversifizierungsmoduls werden über kurze Enzymkaskaden verschiedene industriell relevante Zielprodukte aus Acetyl-CoA synthetisiert. Durch rationales Design werden wir die Enzymkaskadenreaktionen und die Cofaktor-Versorgung kinetisch ausbalancieren und so eine hohe Atomökonomie erreichen. Die Enzyme werden in elektronenleitenden und proteinstabilisierenden Redox-Polymer-Gelen immobilisiert, um direkte Elektronenpfade von H_2 /Elektrizität zum Endprodukt durch eine ununterbrochene Enzymkaskade zu schaffen. In eCO₂DIS werden synthetische Biologie, Bioelektrokatalyse und Polymerchemie zu einer leistungsstarken Technologie für die diversitätsorientierte Synthese von wertvollen Zielverbindungen direkt aus CO₂ zusammengeführt. Konkret wird die synthetische Diversifizierung von Acetyl-CoA für drei verschiedene Produkte demonstriert: aliphatische Alkohole (n-Butanol), Aromaten (Phloroglucinol) und strukturell komplexe Naturstoffe (Monoterpene). Einer der ausgewählten Reaktionswege wird im Rahmen des Projekts im Labormaßstab skaliert.

Referenzen

Castañeda-Losada L, Adam D, Paczia N, Buesen D, Steffler F, Sieber V, Erb TJ, Richter M, Plumeré N. Bioelectrocatalytic Cofactor Regeneration Coupled to CO₂ Fixation in a Redox-Active Hydrogel for Stereoselective C–C Bond Formation. *Angewandte Chemie International Edition* 2021, 60, 21056–21061. DOI: 10.1002/anie.202103634.

Wichmann P, Cox-Fernandois A, Küffner AM, Linne U, Erb TJ, Nattermann M. Engineering a Formic Acid Reductase. *ACS Catalysis* 2026, 15, 20644–20654. DOI: 10.1021/acscatal.5c04079

Filmon DT, Jaenecke J, Winkler M, Fourmond V, Léger C, Plumeré N. Turning the FeFe hydrogenase from *Clostridium beijerinckii* into an efficient H₂ oxidation catalyst using a redox-active matrix. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 2025, 122, e2514698122. DOI: 10.1073/pnas.2514698122.

Plumeré N, Johnson BA. A Geometric Interpretation of Kinetic Zone Diagrams in Electrochemistry. *Journal American Chemical Society* 2024; 146, 34771–34785. <https://doi.org/10.1021/jacs.4c13271>

EnTE: enzymatische Herstellung von TMP-Estern aus Nebenprodukten der Pflanzenölverarbeitung

Verbundpartner/Autoren

Carl Bechem GmbH | Hagen, Deutschland

Dr. P. Degen

Carbon Minds GmbH | Köln, Deutschland

T. Langhorst

Fraunhofer Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV | Freising, Deutschland

Dr. M. Platzer

Fraunhofer Institut für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik | Straubing, Deutschland

Dr. S. Roth

Technische Universität München, Professur für Bioverfahrenstechnik | Straubing, Deutschland

Prof. Dr.-Ing. M. Zavrel

Die chemische Industrie sieht sich mit zunehmenden Einschränkungen beim Einsatz biogener Fette und Öle konfrontiert. Angesichts der Verknappung fossiler Ressourcen ist die Entwicklung wettbewerbsfähiger, biobasierter Alternativen von zentraler Bedeutung. Eine vielversprechende Option ist das fettsäurereiche Seifenstock der Pflanzenölraffination, das traditionell in der Tierfütterung oder zur Biodieselherstellung verwendet wird. Angesichts des Tierschutzes und anstehender politisch/ökonomisch getriebener Änderungen in der Biodieselproduktion ist eine neue Verwertungsstrategie erforderlich. Gleichzeitig rücken TMP-Ester in der Oleochemie zunehmend in den Fokus, insbesondere als Hochleistungsschmierstoffe, da sie sich durch ein exzellentes Leistungsprofil und eine hohe Stabilität in vielen Anwendungen auszeichnen und natürlichen Estern überlegen sind. Die chemisch-katalytische Herstellung dieser Ester ist jedoch ein kosten- und energieintensiver Prozess und ist daher aus wirtschaftlicher Sicht nicht wettbewerbsfähig. Zur Lösung dieser Probleme wurden erste Forschungen zur enzymatischen Herstellung unter Verwendung von Fettsäuren oder Methylestern durchgeführt, es besteht jedoch noch ein erheblicher Mangel an biologischem Wissen, der den Transfer in die industrielle Produktion stark einschränkt. Daher soll es das Ziel sein ein kostengünstiges und nachhaltiges enzymatisches Verfahren zur Herstellung von TMP-Ester aus fettsäurereichen Seifenstöcken

zu entwickeln. Dafür werden geeignete Reaktorkonzepte und Verfahrensauslegungen identifiziert. Des Weiteren spielt die Optimierung des Biokatalysators durch Steigerung der Aktivität, Immobilisierung und Regeneration eine wichtige Rolle innerhalb des Projekts. Darüber hinaus sollen Nebenströme mit schwankender Qualität direkt, ohne aufwändige Vorbehandlung genutzt werden und ein zugeschnittenes molekulares Profil eingestellt werden um Hochleistungsschmierstoffe (Anwendung Hydraulikbereich) mit einer hohen Additivlöslichkeit zu produzieren.

Referenzen

Willing, Lubricants based on renewable resources – an environmentally compatible alternative to mineral oil products, *Chemosphere* 2001, 43(1), S. 89–98, doi:10.1016/S0045-6535(00)003283.

N. S. Abd Wafti, R. Yunus, H. L. N. Lau, T. S. Y. Choong und S. Abd-Aziz, Enzymatic synthesis of palm oil-based trimethylolpropane ester as biolubricant base stock catalyzed by Lipozyme 435, *Energy*, 2022, 260, S. 125061, doi:10.1016/j.energy.2022.125061.

B. Casali, E. Brenna, F. Parmeggiani, D. Tessaro und F. Tentori, Enzymatic Methods for the Manipulation and Valorization of Soapstock from Vegetable Oil Refining Processes, *Sustainable Chemistry*, 2021, 2(1), S. 74–91, doi:10.3390/suschem2010006.

C. O. Åkerman, A. E. Hagström, M. A. Mollaahmad, S. Karlsson und R. Hatti-Kaul, Biolubricant synthesis using immobilised lipase: Process optimisation of trimethylolpropane oleate production, *Process Biochemistry*, 2011, 46(12), S. 2225–2231, doi:10.1016/j.procbio.2011.08.006.

MykoNox: Enzymbasierte Plattformtechnologie zur selektiven Oxidation von Stärke für vollständig biobasierte, wasserstabile Klebstoffe

Verbundpartner/Autoren

Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP | Potsdam, Deutschland

J. Buller, C. Gabriel-Liebs

Brandenburgische Technische Universität Cottbus–Senftenberg | Senftenberg, Deutschland

K. Scheibner, K.-U. Schmidtke, J. Kalmbach

Technische Universität Dresden, Internationales Hochschulinstitut Zittau | Zittau, Deutschland

M. Hofrichter, A. Karich

ASA Spezialenzyme GmbH | Wolfenbüttel, Deutschland

M. Urcanli, C. Gryczka

JenaBios GmbH | Jena, Deutschland

D. Zänder

Jowat SE | Detmold, Deutschland

D. Klein

Südzucker AG | Mannheim, Deutschland

E. Höfer

Stärkebasierte Klebstoffe sind kostengünstig, biologisch abbaubar und schonen fossile Ressourcen, ihre Anwendungsbreite ist jedoch durch die geringe Nassfestigkeit begrenzt. Reaktive Polyaldehyd-Additive können diese Lücke schließen – klassische Routen zur Herstellung solcher Verbindungen sind jedoch unwirtschaftlich, erfordern aufwendige Reinigung und hinterlassen toxische Rückstände.

MykoNox entwickelt hierfür eine enzymbasierte Plattformtechnologie: die selektive Oxidation primärer Hydroxylgruppen von Stärke zu Aldehyden mittels pilzlicher Laccasen in Kombination mit dem Redox-Mediator TEMPO. Als Elektronenakzeptor dient Luftsauerstoff, einziges Nebenprodukt ist Wasser. Die milden Reaktionsbedingungen begrenzen die Überoxidation zur Carboxylfunktion, sodass die hohe Reaktivität der Aldehyde für Vernetzung und Folgefunktionalisierung erhalten bleibt.

Der Verbund adressiert die gesamte Kette: (i) Auswahl geeigneter Polysaccharid-Substrate und industriell verfügbarer Bindemittelplattformen, (ii) Identifizierung neuer Laccasen über genomisches In-silico-Screening und Genomsequenzierung bislang ungenutzter Pilze, (iii) homologe und heterologe Enzymproduktion unter Nutzung industrieller Nebenströme als Fermentationsmedien, (iv) Verwertung der anfallenden Pilzbiomasse zur Phosphatmobilisierung aus Klärschlamm-Aschen für Premiumkompost, (v) Kontrolle von Reaktivität und Produktstruktur des Enzym-Mediator-Systems bei Erhalt hoher Molmassen, (vi) Formulierung und applikationsnahe Prüfung vollständig biobasierter, wasserstabiler Dispersionsklebstoffe für Holz- und Papiersubstrate als Alternative zu PVAc-Leimen sowie (vii) ökologische und techno-ökonomische Bewertung mittels LCA für alle Produktlinien.

Ein Proof-of-principle für die Laccase/TEMPO-Oxidation von Stärke liegt vor (TRL 3). Ziel ist das Scale-up von Enzymherstellung und Klebstoffproduktion in den Technikumsmaßstab (TRL 5). Vorgestellt werden Konzept, Konsortialstruktur und erste Arbeitsergebnisse.

Referenzen

Hofrichter, M. et al. (2020). Fungal Peroxygenases: A Phylogenetically Old Superfamily of Heme Enzymes with Promiscuity for Oxygen Transfer Reactions. In: Nevalainen, H. (eds) Grand Challenges in Fungal Biotechnology. Grand Challenges in Biology and Biotechnology. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-29541-7_14.

Alexander Karich, Fabian Schwaderer, Christiane Liers, Miguel Alcalde, Katrin Scheibner, René Ullrich, Martin Hofrichter, (2026): Degradation of pharmaceuticals, fungicides, and other xenobiotics at micromolar scale with unspecific peroxygenases (UPOs) supported by fungal oxidases: An option in wastewater treatment? Environmental Chemistry and Ecotoxicology, Volume 8, <https://doi.org/10.1016/j.enceco.2026.02.002>.

Buller J, B_OxStar – Nachhaltige makromolekulare Kopplungsreagenzien über die biokatalytische Oxidation von Stärken – Untersuchung einer Enabler-Technologie für vielfältige Anwendungen, FNR-Schlussbericht (FKZ 2221NR059X), 2024.

ValenCell: Towards large-scale photosynthetic production of valencene in cyanobacteria

Verbundpartner/Autoren

Heinrich-Heine-Universität | Düsseldorf, NRW

A. Behle, D. Pohl, N. Kulkarni, J. Serebnytska, P. Westhoff, I. Axmann

CellIDEG GmbH | Berlin, Berlin

L. Bähr, A. Wüstenberg

Cyanobacteria are photoautotrophic bacteria capable of photosynthesis and high rates of CO₂ fixation. Their metabolic potential makes them promising candidates for biotechnological production of industrially relevant compounds such as plant secondary metabolites. Transforming cyanobacteria into biological cell factories requires careful fine-tuning and consideration. In past works, high-value compounds such as terpenes have been highlighted as a suitable target for engineering cyanobacteria, due to their intrinsic metabolism. In this work, we build upon past strategies for improving overall biosynthesis of the sesquiterpene valencene. This includes expression levels of biosynthetic genes, employing CRISPRi for selectively downregulating undesired pathways, and introducing novel biosynthetic genes towards improved valencene production. Apart from genetic modifications, achieving industrially-relevant biomass and production titers requires extensive optimization of cultivation conditions. We show the importance of optimal light, CO₂ and surface-to-volume ratio in this process of upscaling production. Finally, we evaluate the impact of different steps in the full process, from cultivation to product purification in a life-cycle-assessment in a collaborative effort to better understand potential environmental risks and bottlenecks to improve upon.

Referenzen

Dietsch, M., Behle, A. et al., Metabolic engineering of *Synechocystis* sp. PCC 6803 for the photoproduction of the sesquiterpene valencene, *Metab. Eng. Commun.* 2021, 13;13:e00178, doi:10.1016/j.mec.2021.e00178.

Dienst, D, et al. High density cultivation for efficient sesquiterpenoid biosynthesis in *Synechocystis* sp. PCC 6803, *Sci Rep.* 2020, 10:5932, doi: 10.1038/s41598-020-62681-w.

PHBMAX: Maximized biopolymer production from genetically modified organisms using CO₂ for plastic film and multi-layer composite systems

Verbundpartner/Autoren

Lehrstuhl für Mikrobiologie/Organismische Interaktionen, Eberhard-Karls-Universität | Tübingen, Deutschland

A. Zini, J. Scholl, K. Forchhammer

Novis GmbH | Tübingen, Deutschland

O. Hennrich, F. Benitez-Fuente, T. Helle

Continental Surface Solutions, Benecke-Kaliko GmbH | Hannover, Deutschland

L. Polomsky, T. Neumann,

Konrad Hornschuch GmbH | Weißbach, Deutschland

M. Haefele, S. Feineis, G. Wittmann

Scaling up cyanobacterial photosynthetic bioplastic production from CO₂ offers a sustainable, circular bioeconomy alternative to petrochemical plastics, but requires strains and cultivation strategies robust to real-world upscaling. The genetically modified cyanobacterium strain PPT1 was shown to produce up to 60 % PHB/CDW in laboratory conditions [1], but showed poor robustness in upscaling scenarios. By introducing PPT1 into a natural microbial consortium, we established the hybrid photosynthetic microbiome PPHET [2], which showed enhanced robustness to non-sterility as well as to light and temperature fluctuations. PHB production by PPHET could be sustained in larger scale under both photoautotrophic and heterotrophic conditions. Further genetic modifications, aiming to enable the production of modified poly-4-hydroxybutyrate (P4HB), were successfully performed, but the resultant strain did not yield any P4HB so far, instead producing ca. 10 % P3HB during vegetative growth. To facilitate large scale cultivation of cyanobacteria, novel Photobioreactors were developed. These reactors combine space efficient geometry with homogenous, strong illumination. By introducing evenly spaced lighting elements into the vessel, even cells in dense cultures can be reached by photons to enable photosynthesis and growth. Reactors in the 60- and 1000L scale have been constructed. Cultures of both,

PPHET and the designated P4HB producing strain, were successfully grown for several weeks in the 60L reactor and Chlorosis for PHB production was initiated by nitrate-fadeout. Key advances across the PHB value chain, including the identification of structure-property relationships governing the performance of whole-biomass-inspired PHB dispersions and films were achieved. Cyanobacterial cell mass was found to impart a softening effect, while phospholipids were identified as the primary biomass components responsible for plasticization. A rapid, solvent-free FT-IR method for non-destructive PHB quantification was developed and published [3]. Furthermore, a pilot-scale CO₂ capture unit was installed, the PHB-producing microbiome PPHET was successfully cultivated in cultivation bags at room temperature, and Continental's first S1 laboratory was established.

Referenzen

1. Koch, M, et al., Maximizing PHB Content in *Synechocystis* Sp. PCC 6803: A New Metabolic Engineering Strategy Based on the Regulator PirC, *Microbial Cell Factories* 2020, 19(1) , 231, doi: 10.1186/s12934-020-01491-1.
2. Zini, A, et al., Cultivation in a Natural Microbial Community Enhances the Industrial Performance of a Genetically Engineered Cyanobacterium for Bioplastic Production, *Microbial Biotechnology* 2026, 19(1), doi: 10.1111/1751-7915.70302.
3. Polomsky L, Seedorf S, Neumann T, Weinhart W, Detection and quantification of poly(3-hydroxybutyrate) in cyanobacterial cell mass by Fourier transform infrared spectroscopy, *Materials Today Communications* 2026, 54, 1–11, doi:10.1016/j.mtcomm.2026.115537.

C1Toco: Biotechnologische Umwandlung von Methanol (C1) in Tocochromanole

Verbundpartner/Autoren

Kaesler Nutrition GmbH | Cuxhaven, Deutschland

M. Khazaei, M. Schmidt

Constructor University Bremen gGmbH | Bremen, Deutschland

E. Nevoigt, T. Parekh, T. Rendulic

Technische Universität München, Campus Straubing für Biotechnologie und Nachhaltigkeit | Straubing, Deutschland

M. Zavrel, U. Stegemeyer, V. Sieber, N. Hofer

Das Projekt C1Toco entwickelt einen integrierten biotechnologischen Ansatz zur Umwandlung CO₂-basierter C1-Rohstoffe in hochwertige Antioxidantien. Das Konzept verbindet enzymatische Kohlenstoffkettenverlängerung, gentechnisch optimierte Hefezellfabriken sowie Fermentation und Downstream Processing als Alternative zu konventionellen zucker- und stärkebasierten Produktionsverfahren.

Kaesler Nutrition untersuchte mehr als 40 potenzielle Antioxidantien und wählte Stilbenderivat als Zielmolekül für die mikrobielle Produktion aus. Aufgrund der biosynthetischen Anforderungen wurde die ursprünglich vorgesehene Produktionsplattform *Saccharomyces cerevisiae* auf Resveratrol-produzierende *Yarrowia lipolytica*-Plattform umgestellt. Nach Integration des Zielgens konnte erstmals Antioxidans nachgewiesen werden; der erreichte Titer lag bei 1,85 mg/L. Die aktuellen Arbeiten zielen auf die weitere Optimierung der Zielmolekül-Produktion.

An der TUM-CBR wurde durch Kombination der Formolase (FLS) mit weiteren Enzymen eine deutlich beschleunigte C1-Kettenverlängerung etabliert. Dabei wurden innerhalb einer Stunde 150 mM Formaldehyd umgesetzt und 12 mM Erythrulose als Hauptprodukt gebildet. Die formaldehydabhängige Erythrulose-Produktion wurde anschließend auf 4,5 g/L bei einem Reaktionsvolumen von 20 mL skaliert. Die Constructor University Bremen entwickelt *Y. lipolytica* zur effizienten Nutzung dieses C4-Intermediats und weiterer CO₂-basierter Kohlenstoffquellen.

An der TUM-BVT werden Fermentation und Downstream Processing unter besonderer Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit entwickelt. In Fed-Batch-Kultivierungen wurden unter stickstofflimitierten Bedingungen Resveratrol-Titer von bis zu 26,3 g/L erreicht. Die direkte Extraktion in Pflanzenöle wird als potenziell kostengünstige Alternative zu aufwendigen Reinigungsverfahren untersucht.

Damit verbinden die vier Teilprojekte C1-Biokatalyse, Hefe-Engineering und Prozessentwicklung zu einer skalierbaren Prozessroute für die nachhaltige Produktion von Antioxidantien.

Referenzen

Sáez-Sáez J, Wang G, Marella ER, Sudarsan S, Cernuda Pastor M, Borodina I. Engineering the oleaginous yeast *Yarrowia lipolytica* for high-level resveratrol production. *Metabolic Engineering* 2020, 62, 51–61. doi:10.1016/j.ymben.2020.08.009.

Koyani RD, Vázquez-Duhalt R. Enzymatic activation of the emerging drug resveratrol. *Applied Biochemistry and Biotechnology* 2018, 185(1), 248–256. doi:10.1007/s12010-017-2645-7.

Wu Y, Zheng S, Yang Z, Zhang X, Li R, Li A. Integrated protein and metabolic engineering enable high-yield biosynthesis of resveratrol derivatives in *Yarrowia lipolytica*. *Synthetic and Systems Biotechnology* 2025, 10(4), 1368–1376. doi:10.1016/j.synbio.2025.07.010.

BioChroma: Mikrobielle Veredelung industrieller Nebenströme zu bioabbaubaren Pigmenten

Verbundpartner/Autoren

Institut für Systembiotechnologie, Universität des Saarlandes | Saarbrücken, Deutschland

F. Weiland, D. Mees, X. Chen, M. Kohlstedt, C. Wittmann

Pharmazeutische Biotechnologie, Universität des Saarlandes | Saarbrücken, Deutschland

D. Bratiichuck, M. Myronovskiy, A. Luzhetskyy

Badische Anilin- & Soda Fabrik SE | Ludwigshafen, Deutschland

B. Nave, O. Zelder

Surventis GmbH | Köln, Deutschland

A. van der Auwera

MyBiotech GmbH | Überherrn, Deutschland

M. Jourdain, D. Becher, G. Günday-Türel

Mercer Rosenthal GmbH | Rosenthal am Rennsteig, Deutschland

C. Hummel, K. Döhla, L. Gabriel

Farben prägen unseren Alltag – von Verpackungen und Textilien bis hin zu Kosmetika und Lebensmitteln. Die heute eingesetzten Pigmente werden jedoch überwiegend petrochemisch hergestellt. Ihre Produktion ist energie- und ressourcenintensiv und steht zunehmend im Spannungsfeld von Nachhaltigkeit, Kreislaufwirtschaft und regulatorischen Anforderungen.

Im Projekt BioChroma entstehen bioabbaubare Pigmente in eigens entwickelten mikrobiellen Zellfabriken. Mikroorganismen werden gezielt mit Stoffwechselwegen ausgestattet, die es ihnen ermöglichen, definierte Farbstoffe effizient und reproduzierbar zu synthetisieren. Der Ansatz orientiert sich an natürlichen Vorbildern, überführt diese jedoch in einen kontrollierbaren biotechnologischen Produktionsprozess. So entsteht ein Spektrum biobasierter Pigmente mit klar unterscheidbaren Farbcharakteren – von warmen Goldtönen bis hin zu tiefen Violetttönen. Im Mittelpunkt stehen dabei nicht möglichst auffällige Farben,

sondern maßgeschneiderte Pigmente mit gezielt einstellbaren Eigenschaften wie Reinheit, Stabilität und Funktionalität.

In BioChroma arbeiten Wissenschaft und Industrie entlang der gesamten Wertschöpfungskette zusammen – von der Nutzung industrieller Nebenströme der holzbasierten Zellstoffherstellung über die Entwicklung mikrobieller Zellfabriken und robuster Bioprozesse bis hin zur industriellen Bewertung, Formulierung und späteren Anwendung.

Langfristig sollen die maßgeschneiderten Pigmente überall dort eingesetzt werden, wo konventionelle Farben an ihre Grenzen stoßen oder besonders hohe Anforderungen an Sicherheit, Nachhaltigkeit und Verträglichkeit gestellt werden. BioChroma versteht Farben nicht als bloße Zusatzstoffe, sondern als funktionelle, naturinspirierte Materialien und steht damit für einen Wandel in der Farbherstellung – weg von erdölbasierten Prozessen, hin zu funktionellen, biobasierten Pigmenten aus nachwachsenden Rohstoffen und industriellen Nebenströmen.

AquaSilk: Innovative Herstellung von wasserlöslichen Spinnenseidenproteinen

Verbundpartner/Autoren

AMSilk GmbH | München, Deutschland

L. Sturmberger, T. John, F. Golombek, J. Gaubatz, L. Wiens, T. Wildermann, T. Wernetshammer

Im Rahmen des Projekts AquaSilk wurde die Entwicklung wasserlöslicher Spinnenseidenproteine erfolgreich in die erste experimentelle Validierungsphase überführt. Ausgehend von einem Major-Ampullate-Spidroin der Kreuzspinne *Araneus diadematus* wurden mittels KI-gestütztem Proteinengineering (ProteinMPNN) und rationalem Sequenzdesign gezielte Modifikationen der repetitiven Kernmodule (C-Module) sowie der terminalen Domänen vorgenommen. Ziel war die Erhöhung der Wasserlöslichkeit bei gleichzeitigem Erhalt der für die spätere Faserbildung relevanten Proteineigenschaften. Darüber hinaus wurde die Anzahl der C-Module systematisch variiert, um die Löslichkeitsgrenze der Varianten sowie die maximal mögliche Proteinelänge bei ausreichender Wasserlöslichkeit zu bestimmen.

Zur Bewertung der Konstrukte wurde ein Western-Blot-basierter Löslichkeitsassay etabliert, der ein schnelles Screening zahlreicher Varianten ermöglicht. Im ersten Entwicklungszyklus wurden zwölf Proteinvarianten erzeugt und charakterisiert. Mehrere Varianten zeigten eine deutlich verbesserte Wasserlöslichkeit gegenüber der Wildtyp-Sequenz. Die Ergebnisse bestätigen die gewählte Designstrategie.

Auf Grundlage der Screening-Ergebnisse wurden drei besonders vielversprechende Varianten für die Produktion im 10-Liter-Bioreaktor ausgewählt. Zwei neue Varianten sowie eine Wildtyp-Kontrolle konnten erfolgreich fermentiert werden und lieferten ausreichend Biomasse für die nachfolgenden Prozessschritte. Die weiteren Arbeiten konzentrieren sich auf die Entwicklung der Downstream-Prozesse, die Aufreinigung und Charakterisierung der Proteine sowie die Herstellung erster Fasern im Rahmen der wasserbasierten Spinnprozessentwicklung. Die bisherigen Ergebnisse belegen einen wichtigen Fortschritt auf dem Weg zu einer nachhaltigen, lösungsmittelfreien Herstellung biobasierter Spinnenseidenfasern und bestätigen die Machbarkeit des AquaSilk-Ansatzes.

Referenzen

Andersson, M. et al. Biomimetic spinning of artificial spider silk from a chimeric minispidroin, *Nature Chemical Biology* 2017, 13, 262–264, doi:10.1038/nchembio.2269

Maraldo, A. et al. Biochemical methods for producing and characterising recombinant spider silks, *Frontiers in Arachnid Science* 2025, 3:1488680, doi: 10.3389/frchs.2024.1488680

KERAFIB: Nachhaltige Keratingewinnung für die zirkuläre Textilproduktion

Verbundpartner/Autoren

Selco Wirkstoffe Vertriebs GmbH | Wald-Michelbach, Deutschland

D. Behrens, M. Lindner

CREAVAC GmbH | Dresden, Deutschland

S. Heicke, Th. Hähnel, A. Mayer

Fraunhofer-Institut f. Elektronenstrahl- u. Plasmatechnik | Dresden, Deutschland

H. Flaske, Th. Schumpa, A. Poremba, N. Gürtler, U. König

Institut für Textilmaschinen und Textile Hochleistungswerkstofftechnik, Technische Universität Dresden | Dresden, Deutschland

C. König, D. Aibibu

Wagenfelder Spinnereien GmbH | Wagenfeld, Deutschland

D. Weber

FOURNÉ Maschinenbau GmbH | Alfter-Impekoven, Deutschland

B. Rupp, R. Fourné

Als nachhaltige Alternative entwickelt das Konsortium eine industriell skalierbare Prozesskette zur Herstellung von Keratinfasern aus biogenen Reststoffen. Motivation ist der wachsende Einsatz erdölbasierter Synthefasern, die Mikroplastikbelastung und der Bedarf der Textilindustrie nach biobasierten Lösungen. Geflügelfedern und Schafwolle dienen als kostengünstige Rohstoffbasis, deren Nutzung Abfallströme erschließt und regionale Wertschöpfung stärkt. Das technologische Fundament bildet ein neuartiger Verfahrensansatz, der die ausgeprägte natürliche Widerstandsfähigkeit des Keratins materialschonend bricht, indem die Rohstoffe mittels der niederenergetischen Elektronenstrahltechnologie chemikalienfrei vorbehandelt werden. Die anschließende Extraktion erfolgt über einen grünen Methodenansatz mit umweltfreundlichen Deep Eutectic Solvents bzw. Enzymen. Dieser selektive Abbau erhält die molekulare Integrität des Proteins. Aus dieser Spinnlösung werden im Nass- und Koaxialspinnverfahren kontrolliert Endlosfasern rekonstituiert. Die präzise Steuerung der Fällungskinetik ermöglicht die Simulation der hierarchischen Struktur natürlicher Wolle. Durch Kräuselungstechniken und

die Ausbildung kontrollierter Hohlräume erhalten die Fasern hervorragende Elastizität und Wärmeisolation. Eine elektronenstrahlgestützte Oberflächenmodifizierung erzeugt eine PFAS-freie Hydrophobie und erhöht die Pflegebeständigkeit. Anschließend werden die Filamente zu Stapelfasergarnen verarbeitet und in Funktionsdemonstratoren überführt. Dank der natürlichen Eigenschaften des Keratins sind die Textilien biokompatibel, feuchtigkeitsregulierend, wundheilungsfördernd und antibakteriell ohne zusätzliche chemische Ausrüstungen. Dies prädestiniert sie für Funktionsbekleidung und Medizinprodukte. Die Verwertungsstrategie verknüpft Rohstoffaufbereitung, Extraktion, Maschinenbau, Fasererzeugung und Textilverarbeitung zu einer bioökonomischen Wertschöpfungskette für den Transfer in marktfähige Produkte.

Referenzen

Wöltje, M, Künzelmann, L, Belgücan, B, Croft, A, Voumard, B, Bracher, S, Zysset, P, Gantenbein, B, Cherif, C, Aibibu, D, Textile Design of an Intervertebral Disc Replacement Device from Silk Yarn, Biomimetics 2023, 8, 152, <https://doi.org/10.3390/biomimetics8020152>

Tonndorf R, Gossia E, Aibibu D, Lindner M et al, Corrigendum: Wet spinning and riboflavin crosslinking of collagen type I/III filaments, Biomedical Materials 2019, 14(3), 039501, <https://doi.org/10.1088/1748-605X/ab0870>

Gürtler N, König U, Advanced Biobased Nanocellulose Composites Engineered by Low-Energy Electron Beam Processing, Polymer Engineering & Science 2025, 65(11), 6304–6314, <https://doi.org/10.1002/pen.70133>.

Schaap L, Teichmann T, Poremba A, Schopf S, Heicke S, Mayer A et al, Degradation of micropollutants in wastewater by hybrid treatment with low-energy electrons and ozone, Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry 2026, 335, 1743–1749, <https://doi.org/10.1007/s10967-025-10559-4>

BioBricks: Circular Biobased Building Materials from Biogenic Resources

Verbundpartner/Autoren

Freie Universität Berlin | Berlin, Germany

R. Haag, M. Adeli, A. İnkilizilirmak, R. Shahkarami

Technische Universität Berlin | Berlin, Germany

D. Stephan, I. Mai, V. Meyer, C. Freidank-Pohl, A. Gries, L. Grobla

Mercer Rosenthal GmbH | Blankenstein, Germany

L. Gabriel

Polycare Research Technology GmbH | Berlin, Germany

R. Roesler

Global cement production is projected to increase from 4.1 billion tonnes in 2020 to more than 8 billion tonnes by 2030. Cement manufacturing requires energy-intensive kiln processes at temperatures above 1400 °C, consumes approximately 15 % of global industrial energy, and is a major source of CO₂ emissions. [1–4]

BioBricks develops circular building materials from biogenic resources by combining biobased binder development, mycelium-based composites, and industrial validation into a scalable construction concept. The consortium brings together expertise across the value chain, from raw material and binder development to mechanical testing and application-oriented demonstration. A central objective is the realization of a 3 × 3 m demonstration wall as a proof of concept for resource-efficient and climate-conscious building materials. The project aims to show how regional biogenic resources can be transformed into high-performance construction products with relevance for industrial bioeconomy and circular material use.

Referenzen

[1] N. Tkachenko, K. Tang, M. McCarten, S. Reece, D. Kampmann, C. Hickey, M. Bayaraa, P. Foster, C. Layman, C. Rossi, K. Scott, D. Yoken, C. Christiaen, B. Caldecott, *Scientific Data* 2023 10:1 2023, 10, 1–9.

[2] H. U. Sverdrup, A. H. Olafsdottir, *Water Air Soil Pollut* 2023, 234, 1–27.

[3] OECD, OECD Publishing 2019, DOI 10.1787/9789264307452-EN.

[4] D. Cheng, D. M. Reiner, F. Yang, C. Cui, J. Meng, Y. Shan, Y. Liu, S. Tao, D. Guan, *Nature Communications* 2023 14:1 2023, 14, 1–12.

ZeroWasteMibio: Umwandlung von Nebenströmen in mikrobiell basierte, hochwertige Futtermittelprodukte

Verbundpartner/Autoren

BRAIN Biotech AG | Zwingenberg, Deutschland

A. Kleber

Jäckering Mühlen- und Nahrungsmittelwerke GmbH | Hamm, Deutschland

F. Bischoff

KAITOS GmbH | Münster, Deutschland

M. Meinecke, I. Homrighausen, P. Kettmann

Fraunhofer-Einrichtung für Individualisierte Medizintechnik IMTE | Büsum, Deutschland

B. Schaudin, F. Kaiser

Das Verbundvorhaben Zero Waste Mibio hat zum Ziel, aus Seitenströmen der Weizenstärkeproduktion mikrobiell basierte, hochwertige Futtermittel, insbesondere für die Aquakultur, zu entwickeln. Dabei sollen Seiten- und Restströme der Stärkeproduktion als Kohlenstoffquelle in mikrobiellen Nährmedien dienen. Mikroorganismen werden zur Produktion von futtermittelrelevanten Enzymen kultiviert, und die verbleibende Biomasse als nährstoffreiches Fischfutter verwendet. Idealerweise können dadurch nicht nachhaltige Futtermittelzutaten wie Fischöl aus Wildfisch oder synthetische Zusatzstoffe ersetzt werden.

Die Verbundpartner arbeiten in einem iterativen Kreislauf: Das Unternehmen Jäckering stellt kohlenhydrat-, protein- und zellulosehaltige Ströme der Weizenverarbeitung zur Verfügung, die von der BRAIN Biotech AG als Medienbestandteil auf Eignung zur Kultivierung von Mikroorganismen geprüft werden.

Getestet werden rational ausgewählte Stämme einer proprietären Sammlung lebensmitteltauglicher Mikroorganismen, die einschlägige Nährstoff- oder Enzymprofile aufweisen. In rekombinanten Ansätzen sollen zudem zusätzliche, vorteilhafte Merkmale in die Stämme eingebracht oder verstärkt werden. Geeignete Kandidaten werden zur Enzym- und Biomasseproduktion an Jäckering zurückgegeben.

Mit diesen Materialien führt das Fraunhofer- Institut (in der Abteilung Aquakultur und aquatische Ressourcen am Standort Büsum) Fütterungsversuche mit Regenbogenforellen durch und prüft mit breit angelegter Analytik zahlreiche Parameter wie beispielsweise Futtermittelqualität, Wasserchemie und Filetstruktur und -festigkeit. Die Ergebnisse werden von den anderen Projektpartnern zur Anpassung und Optimierung der Handlungskette genutzt, und ein neuer Entwicklungszyklus wird gestartet.

Parallel nutzt das Unternehmen KAITOS technische Daten und Beobachtungen aus den Produktionsprozessen zur Entwicklung einer KI-basierten, automatisierten Fermentationsüberwachung und optimierten Prozesssteuerung.

Im Rahmen des Zukunftsforums wird das Forschungsprojekt in einem Kurzvortrag präsentiert, und erste Ergebnisse der Verbundpartner in einem Poster ausführlicher dargestellt.

Referenzen

Agboola J. O., M. Øverland, A. Skrede und J. Ø. Hansen, „Hefe als wichtiger proteinreicher Bestandteil in Aquafuttermitteln: eine Übersicht über die Auswirkungen auf die Aquakulturproduktion“, *Reviews in Aquaculture* Bd. 13, Nr. 2, S. 949–970, März 2021, doi: 10.1111/raq.12507.

Europäische Fördermöglichkeiten: Die Nationale Kontaktstelle Bioökonomie und Umwelt

Projektträger Jülich | Bonn/Berlin, Deutschland

D. Lehr, E. Schmitz

Als Nationale Kontaktstelle Bioökonomie und Umwelt beraten und informieren wir Sie zu den Horizont Europa Themen und Ausschreibungen des Clusters 6 „Lebensmittel, Bioökonomie, natürliche Ressourcen, Landwirtschaft und Umwelt“, der Partnerschaft „Circular Bio-based Europe Joint Undertaking“ und den Missionen „A Soil Deal for Europe“ und „Restore our Ocean and Waters“.

Wir sind Mittler zwischen den Bundesministerien, die uns beauftragen, der EU-Kommission, die uns benennt, den EU-Referent/innen sowie der Fachszene.

Wir freuen uns Sie individuell zu beraten (telefonisch, schriftlich, persönlich), auf Veranstaltungen (Infoveranstaltungen, Webinare, Trainings) zu treffen, über unsere Kanäle (Newsletter, Infomaterialien auf unserer Webseite) zu informieren und sehen gerne Ihre Skizzen und Anträge durch. Unser Service für Sie ist immer kostenfrei und vertraulich. Kommen Sie einfach auf uns zu!

POSTER

Session 1: Future Building Blocks – biobasierte Plattformchemikalien und Polymere

01 FUMBIO

- 01-01 FUMBIO: Eine biotechnologische Fumarat-Wertschöpfungskette von CO₂ und Zucker bis hin zu biologisch abbaubaren Chemikalien
T. Hoffmann, E. Elsayed, A. Becker, F. Ries, D. Beyer, C. Heine, C. Wittmann, T. Begic, N. Höchst, A. Pierik, B. Navé, B. Hoff, C. Kling, D. Maurer, M. Breuer, V. Sundaram, O. Zelder
- 01-02 FUMBIO: Heat-based purification of a thermostable fumarase: enrichment and characterization
N. Höchst, T. Begic, I. Künemund, A. Pierik
- 01-03 FUMBIO: A new generation of Aspartases: stable, active and easy to purify;
T. Begic, N. Höchst, H. Bacher, A. J. Pierik

02 Biolectid

- 02-01 Biolectid: Innovativer Ansatz zur Nutzung von CO₂ in einem neuartigen bioelektrochemischen Fermentationsverfahren zur Herstellung von Bernsteinsäure
L. Rüller, J. Robert, P. Mainz, F. Hokamp

03 IBRIS-P

- 03-01 IBRISP: Integrierte biobasierte Wertschöpfungskette für Itaconsäure: Von der Fermentation zum Schmierstoffadditiv
C. Volkholz, Y. Chang, A. Faller, T. Faruß, J. Pastoors, C. Krekel

04 LiGNUM

- 04-01 LiGNUM: Mikrobielle Veredelung strohbasierter Ligninströme zu biobasierten Polyamiden
M. Kohlstedt, M. Grad, J. Zimmer, T. Schmidgall, C. Wittmann, J. Geist, R. Mößner, A. Olszewska-Widdrat, R. Schneider, K. Meisel, N. Dögnitz, M. Schweizer

05 FLAIR

- 05-01 FLAIR: Funktionsmaterialien aus Lebensmittelabfällen durch prozess-Integriertes Recycling
J. Gescher, L. Kneuer, M. Jaegers, A. Elreedy, S. Beblawy, L. Seggering, J-M. Braack, G. Luinstra, D. Koch, C. Schmidt

06 SuReMo

- 06-01 SuReMo: Sustainable rheology modifiers: Mix 'n Match platform to replace fossil-based additive
B. Rühmann, V. Sieber, S. A. Borhani, M. Zavrel, M. Grundwürmer, J. Schmid, J. Hanfland, P. Holtbernd, M. Bross, C. Schilling, C. Schunicht
- 06-02 SuReMo: Metabolic engineering and strain characterization of *P. polymyxa* towards an improved production of sustainable rheology modifiers
J. Hanfland, P. Holtbernd, M. Gansbiller, J. Schmid

07 BiOleo

- 07-01 BiOleo: Veredelung von oleochemischen Seitenströmen zu Estern und Amiden mit breitem Anwendungspotenzial
M. Dierker, T. Albers, K. Demertzis, A. Akash, U. Schörken, E. Kulås

Session 2: CO₂- und C1-basierte Kohlenstoffquellen für die industrielle Nutzung

08 Limerick

- 08-01 Limerick: Limestone, source of indispensable cement drives a novel polyamide cycle
M. Filbig, J. Sigle, R. Takors, N. Junker, M. Rogowski, V. Wendisch, P. Stockmann, J. Notheisen, M. Öztürk, K. Schröder, J. Thormann
- 08-02 Limerick: Succinate production from CO₂-derived substrates using *E. coli*
M. Filbig, J. Sigle, J. Notheisen, R. Takors

09 BEFuel

- 09-01 BEFuel: Gekoppelte bioelektrochemische Wertschöpfung aus Abgasen, Abwässern und organischen Reststoffen
D. Siegmund, U.-P. Apfel, T. Gehring, M. Wichern, D. Tischler, K.-G. Schmelz, C. Ixmann, J. Alex, R. Schwantes-Chavan, J. Koschikowski
- 09-02 BEFuel: Extraction of medium-chain fatty acids from fermentation broths with osmotic membrane distillation
A. Peter, L. Lettinger, V. Brischle, R. Schwantes
- 09-03 BEFuel: Trehalose lipid production by *R. erythropolis* CWB12
B. Cicek, A. C. Ngo, D. Tischler

- 09-04 BEFuel: Coupling Electrochemistry and Microbiology for the Production of Medium-Chain Fatty Acids from Wastewater and Flue Gases
A. Babu, M. Corbalan, R. Rad, T. Gehring, D. Siegmund, U. P. Apfel
- 09-05 BEFuel: Coupling efficient CO₂-Reduction with reclaimed nutrients: From exhaust gases and wastewater to e-fuels and high-quality chemicals
M. Corbalan, A. Babu, T. Gehring, M., Wichern, D. Siegmund, U.A. Apfel
- 09-05 BEFuel: Coupling Anodic Glycerol Oxidation with Cathodic Hydrogen Evolution towards Bioreactor Integration
S. Haridas, D. Siegmund, U.P. Apfel

10 biofactur-e

- 10-01 biofactur-e: CO₂-basierte Bioproduktionsplattform für Cystein, Aspartat und Glycolat via elektroenzymatischem Methanol
C. Bornhövd, F. Collas, F. Meißner, F. Kensy, L. Hille, S. Lindner-Mehlich, A.-L. Drommershausen, D. Holtmann, I. Depentori, M. Stöckl
- 10-02 biofactur-e: Enhancing the electro enzymatic conversion of CO₂ to methanol through enzyme engineering
A. Drommershausen, B. Schnell, D. Holtmann
- 10-03 biofactur-e: Electrochemical, enzyme-assisted production of methanol from CO₂: Powering the reduction cascade with electric
I. Depentori, D. Lahr, M. Stöckl

11 ReCO₂NWert

- 11-01 ReCO₂NWert: Umsetzung der Ressourcenwende in der chemischen Industrie durch biotechnologische CO₂-Nutzung in regionalen Wertschöpfungsketten
C. Michel, M. Müller, S. Refai
- 11-02 ReCO₂NWert: Screening of CYP Fusion Constructs: Terminal Hydroxylations of Bio-Based Substrates
L. S. Fritsch, M. Mirhadiyev, A. Yayci, C. Mügge
- 11-03 ReCO₂NWert: From CO₂ to C6 Alcohol: Engineering Strategies to Overcome the Hexanol Limitation in Gas-Fermenting Clostridia
S. Jennewein, G. Philipps, U. J. Lülff
- 11-04 ReCO₂NWert: From gas feed to product spectrum: absolute proteome quantification links the two reverse β -oxidation clusters of Clostridium carboxidivorans to C4 and C6 formation
U. J. Lülff, E. Rau, L. Schermann, S. Jennewein
- 11-05 ReCO₂NWert: Characterization and Bypass of the Restriction-Modification System of Clostridium carboxidivorans
G. Philipps, U. J. Lülff, S. Jennewein

- 11-06 ReCO₂NWert: Dehydration of CO₂ derived short-chain alcohols over Bronsted acidic WO₃/TiO₂ catalysts
L. Cirillo, M. Battisti, J. Sebastian, C. Asmelash, R. Palkovits

12 PHABRIC

- 12-01 PHABRIC: Von CO₂ zu Autoteilen: Nachhaltige Biokunststoffproduktion durch mikrobielle Co-Kulturen
F. Fischer, K. Pflüger-Grau, A. Kremling, O. Hennrich, T. Helle, L. Polomsky, T. Neumann, M. Häfele, S. Feineis, G. Wittmann

13 BioWax

- 13-01 BioWax: Klimaneutrale Produktion von Wachsestern und Lipiden unter Verwendung erneuerbarer Energien, CO₂ und Knallgasbakterien
P. Arbter, J. Heuer, H. Czeranka, L. Lauterbach, A. von Kamp, S. Klamt

Session 3: Biokatalyse, neue Enzyme und synthetische Stoffwechselwege

14 PYTHAGORAS

- 14-01 PYTHAGORAS: Aminosäureproduktion durch biokatalytische C1-Umwandlung
V. Sieber, T. Kinateder, A. Khanna-Reiter, D. Grimm, Jeremie Groos, A. Pick

15 eCO₂DIS

- 15-01 eCO₂DIS: Simulationsgeleitete Entwicklung eines strom- oder H₂-getriebenen in vitro Acetyl-CoA-Produktionsmoduls als Plattformchemikalie aus CO₂ für eine diversitätsorientierte Synthese
S. Roth, M. Iwanow, M. Richter, M. Rau, T. Kinateder, J. Cao, B. Johnson, N. Plumeré, V. Sieber, F. Eiche, M. Nattermann, T. Erb, A. Pick
- 15-02 eCO₂DIS: Towards the in vitro production of terpenes from formate
F. Eiche, R. Gumà Andreu, T. Roy, T. Erb, M. Nattermann

16 EnTE

- 16-01 EnTE: enzymatische Herstellung von TMP-Estern aus Nebenprodukten der Pflanzenölverarbeitung

Dr. P. Degen, T. Langhorst, Dr. M. Platzer, Dr. S. Roth, Prof. Dr.-Ing. M. Zavrel

17 MykoNox

- 17-01 MykoNox: Enzymbasierte Plattformtechnologie zur selektiven Oxidation von Stärke für vollständig biobasierte, wasserstabile Klebstoffe

J. Buller, C. Gabriel-Liebs, K. Scheibner, K.-U. Schmidtke, J. Kalmbach, M. Hofrichter, A. Karich, M. Urcanli, C. Gryczka, D. Zänder, D. Klein, E. Höfer

Session 4: Neue Werkstoffe und Produkte aus biogenen Ressourcen

18 ValenCell

- 18-01 ValenCell: Towards large-scale photosynthetic production of valencene in cyanobacteria

A. Behle, D. Pohl, N. Kulkarni, J. Serebnytska, P. Westhoff, I. Axmann, L. Bähr, A. Wüstenberg

19 PHBMAX

- 19-01 PHBMAX: Maximized biopolymer production from genetically modified organisms using CO₂ for plastic film and multi-layer composite systems

A. Zini, J. Scholl, K. Forchhammer, O. Hennrich, F. Benitez-Fuente, T. Helle, L. Polomsky, T. Neumann, M. Haefele, S. Feineis, G. Wittmann

- 19-02 PHBMAX: Sustainable processing of cyanobacterial cell mass into poly(3-hydroxybutyrate) films

L. Polomsky, B. Dohme, E. Wille, T. Neumann, M. Weinhart

20 C1Toco

- 20-01 C1Toco: Biotechnologische Umwandlung von Methanol (C1) in Tocochromanole

M. Khazaei, M. Schmidt, E. Nevoigt, T. Parekh, T. Rendulic, M. Zavrel, U. Stegemeyer, V. Sieber, N. Hofer

21 BioChroma

- 21-01 BioChroma: Mikrobielle Veredelung industrieller Nebenströme zu bioabbaubaren Pigmenten

F. Weiland, D. Mees, X. Chen, M. Kohlstedt, C. Wittmann, D. Bratiichuck, M. Myronovskiy, A. Luzhetskyy, B. Nave, O. Zelder, A. van der Auwera, M. Jourdain, D. Becher, G. Günday-Türeli, C. Hummel, K. Döhla, L. Gabriel

22 AquaSilk

- 22-01 AquaSilk: Innovative Herstellung von wasserlöslichen Spinnenseidenproteinen

L. Sturmberger, T. John, F. Golombek, J. Gaubatz, L. Wiens, T. Wildermann, T. Wernetshammer

23 KERAFOB

- 23-01 KERAFOB: Nachhaltige Keratingewinnung für die zirkuläre Textilproduktion

D. Behrens, M. Lindner, S. Heicke, Th. Hähnel, A. Mayer, H. Flaske, Th. Schumpa, A. Poremba, N. Gürtler, U. König, C. König, D. Aibibu, D. Weber, B. Rupp, R. Fourné

24 BioBricks

- 24-01 BioBricks: Circular Biobased Building Materials from Biogenic Resources

R. Haag, M. Adeli, A. İnalkizilirmak, R. Shahkarami, D. Stephan, I. Mai, V. Meyer, C. Freidank-Pohl, A. Gries, L. Grobla, L. Gabriel, R. Roesler

25 ZeroWasteMiBi

- 25-01 ZeroWasteMibio: Umwandlung von Nebenströmen in mikrobiell basierte, hochwertige Futtermittelprodukte

A. Kleber, F. Bischoff, M. Meinecke, I. Homrighausen, P. Kettmann, B. Schaudin, F. Kaiser