



BioSC Newsletter Juni 2021- Berichte aus den FocusLabs



Inhaltsverzeichnis

FocusLab AP ³ : Advanced Pulping for Perennial Plants: A holistic and sustainable integrated lignocellulose biorefinery concept	2
FocusLab Bio ² : Integration of next generation biosurfactant production into biorefinery processes	7
FocusLab HyImPAct: Hybrid processes for Important Precursor and Active pharmaceutical ingredients	12
FocusLab CombiCom: Combinatorial creation of structural diversity for novel high-value compounds	17
FocusLab greenRelease: greenRelease für die Pflanzengesundheit	23
FocusLab Transform2Bio: Integrated Transformation Processes and Their Regional Implementations: Structural Change from Fossil Economy to Bioeconomy	27
Termine und Ausschreibungen	32

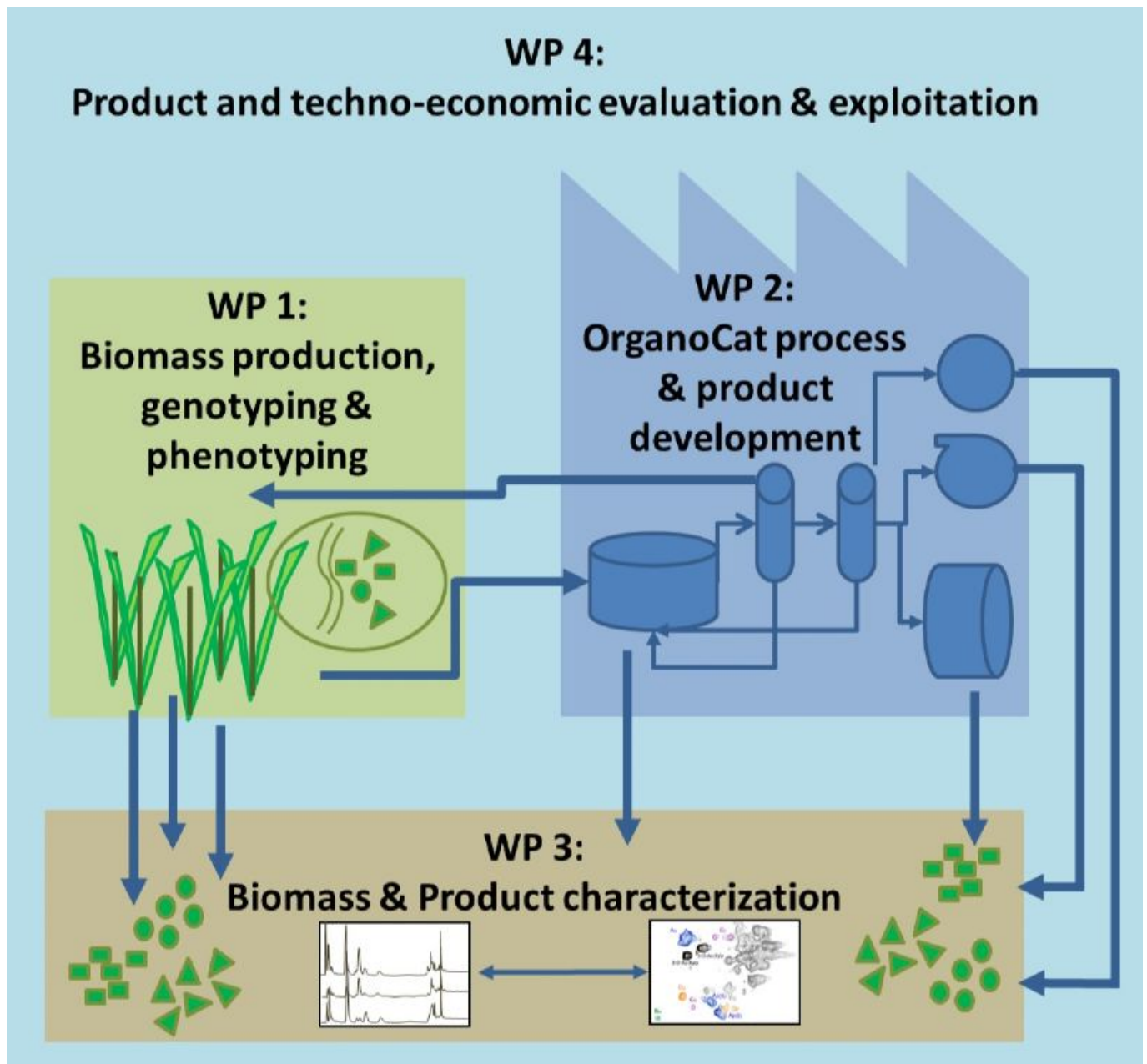
Advanced Pulping for Perennial Plants: A holistic and sustainable integrated lignocellulose biorefinery concept



Der Wandel von einer erdölbasierten zu einer nachhaltigeren biobasierten Wirtschaft erfordert die Entwicklung neuer Konzepte, um die Versorgung mit Rohstoffen und Energie aufrecht zu erhalten. Bioraffineriekonzepte zur Verwertung von lignocellulosehaltiger Biomasse sind vielversprechende Alternativen, um wirtschaftlichen Wohlstand verbunden mit ökologischer und sozialer Verantwortung zu sichern. Von 2017 bis 2020 etablierte ein interdisziplinäres Team aus acht Partnern im Rahmen des FocusLab AP³ ein neuartiges Bioraffineriekonzept: Mehrjährige Pflanzen, auf marginalen Böden kultiviert, werden mittels OrganoCat-Technologie zu Plattformchemikalien wie Cellulose, Zucker und Lignin umgesetzt.

Das FocusLab kombiniert Expertise aus Pflanzenbiologie, Chemie- und Verfahrenstechnik sowie Sozioökonomie, um

- das Potenzial von mehrjährigen Pflanzen in Richtung Biomasse-Verarbeitung zu erhöhen;
- die technologische Reife des OrganoCat Aufschlusses durch die Etablierung von Downstream- und Upstream-Processing sowie technischem Scale-up zu erhöhen;
- wirtschaftliche und gesellschaftliche Auswirkungen der entwickelten Technologie, Konzepte und Produkte zu bewerten.



Mehrjährige Pflanzen als nachwachsender Rohstoff

Um das Potenzial mehrjähriger Pflanzen als erneuerbare Ressource zu erschließen, wurden neue Pflanzenmanagementstrategien in Kombination mit genetisch verschiedenen Sorten etabliert. Eine Pflanzensammlung aus *Sida hermaphrodita*-Varianten von verschiedenen Standorten in Nordamerika und Europa wurde für die Untersuchung der Wirksamkeit alternativer Dünger auf die Zusammensetzung der Biomasse verwendet. Insbesondere wurde die Reaktion der Pflanzen auf die Form des anorganischen Stickstoffs untersucht und der Einfluss auf die Zusammensetzung der Zellwände analysiert. Die *Sida*-Variante "Leipzig" wurde zur Aufklärung des Genoms sequenziert, um weitere genetische und molekularbiologische Untersuchungen zu ermöglichen und eine zukünftige Züchtung dieser Pflanzen erlauben.

Bioraffinerien müssen mit verschiedenen Arten von lignocellulosehaltigen Rohstoffen umgehen. Die Zusammensetzung der verschiedenen Lignocellulose-Bausteine ist für die nachfolgende Verarbeitung von erheblicher Bedeutung und trägt sehr zur Widerstandsfähigkeit dieses Materials bei. Um diese Widerstandsfähigkeit von Lignocellulose gegenüber dem OrganoCat-Aufschluss aufzuklären, wurden

detaillierte Zusammensetzungsdaten prototypischer Pflanzen aufgenommen und mit Daten zu den Produkten des OrganoCat-Verfahrens verglichen. Dadurch konnten generische Faktoren - insbesondere Lignin-basierte Faktoren - identifiziert werden, die bei der Prozessentwicklung zu berücksichtigen sind.

[Mehr Informationen](#)

Aufbau einer OrganoCat-Pilot-Bioraffinerie

Um das Verwertungspotenzial einer OrganoCat-basierten Bioraffinerie zu erhöhen, wurden Technologien und Strategien zur Lignin-Verwertung entwickelt und untersucht. Da in vielen Bioraffinerieansätzen Lignin nur zur Wärme- und Stromerzeugung genutzt wird, besteht derzeit die Notwendigkeit, Technologien zur Extraktion und Fraktionierung von wertvollem Lignin für die weitere Nutzung zu entwickeln. Im OrganoCat-Verfahren wird Lignin in situ unter Verwendung eines organischen Lösungsmittels (2-Methyltetrahydrofuran; 2-MTHF) als zweite Phase extrahiert. In AP³ wurde ein Konzept zur Abtrennung des Lignins aus 2-MTHF entwickelt, das auf einer Antisolvent-Fällung basiert. Mit dieser Technologie ist es möglich, Lignin nicht nur aus der organischen Phase zu isolieren, sondern es auch nach seinem Molekulargewicht weiter zu fraktionieren. Lignin kann somit hinsichtlich Größe und Qualität (Menge an Beta-Arylether-Bindungen, Verhältnis der Untereinheiten) maßgeschneidert werden und für verschiedene Anwendungen wie Dämmstoffe, Farbkomponenten oder Bestandteile von biobasierten Kunststoffen eingesetzt werden.

[Mehr Informationen](#)

Analyse des Innovationskontextes

Um eine Brücke von der Forschung und Technologieentwicklung zur kommerziellen Anwendung zu schlagen, wurde das Innovationssystem rund um Lignocellulose verwertende Bioraffinerien analysiert. Zur Beantwortung der Schlüsselfragen - welche Industriezweige sind für die Technologieentwicklung relevant; welche Unternehmen sind bereits involviert und welche Rolle spielen sie in diesen Wertschöpfungsketten - wurde eine *Business-to-Business*-Befragung durchgeführt. Durch die Befragung der beteiligten Akteure wurden Hürden und Fallstricke für die Umsetzung von Lignocellulose verwertenden Bioraffineriekonzepten identifiziert. Eine Umorientierung von Kraftstoffen als Hauptziel hin zu (teilweise neuen) Produkten - Biochemikalien und Biomaterialien - ist von großer Bedeutung. Das Fehlen kommerziell attraktiver Märkte stellt eine Barriere für die zukünftige Entwicklung von Lignocellulose-Bioraffinerien dar. Eine zusätzliche Hürde ist, dass diese Technologien auch die nachhaltige und effiziente Nutzung aller Pflanzenteile, Abfallströme und Nebenprodukte demonstrieren müssen.

[Mehr Informationen](#)

Das FocusLab AP³ hat erfolgreich weiterführende wissenschaftliche Erkenntnisse zur nachhaltigen Produktion von lignocellulosehaltiger Biomasse und deren anschließender ganzheitlicher Verarbeitung

erarbeitet. Neue Technologien wurden geschaffen und untersucht und eine systematische Betrachtung der Lignocellulose-Verarbeitung und -Wertschöpfung wird eine zukünftige Anwendung der AP³-Konzepte fördern.

[AP³ Publikationen](#)

Projektleiter



Dr. Holger Klose

IBG-2 Pflanzenwissenschaften, Forschungszentrum Jülich

[E-Mail](#)

Beteiligte Core Groups

Prof. Dr. Ulrich Schurr, Dr. Holger Klose, Dr. Silvia Schrey, Dr. Philipp M. Grande

IBG-2 Pflanzenwissenschaften, Forschungszentrum Jülich

Prof. Dr. Björn Usadel, Sabine Dietrich

ABbt – Botanik und Molekulare Genetik, RWTH Aachen

(neue Adresse: IBG-4 Bioinformatik, Forschungszentrum Jülich)

Prof. Dr. Walter Leitner, Dennis Weidener

ITMC – Technische und Petrochemie, RWTH Aachen

Prof. Dr. Peter Westhoff, Dr. Elena Pestsova

Institut für Entwicklungs- und Molekularbiologie der Pflanzen, HHU Düsseldorf

Prof. Dr. Markus Pauly, Dr. Murali Dama

Institut für Pflanzliche Zellbiologie und Biotechnologie, HHU Düsseldorf

Prof. Dr.-Ing. Andreas Jupke, Arne Holtz, Martin Leipnitz

AVT – Fluidverfahrenstechnik, RWTH Aachen

Prof. Dr.-Ing. Alexander Mitsos, Dr.-Ing. Jörn Viell, Alexandra Weber-Bernard

AVT – Systemverfahrenstechnik, RWTH Aachen

Prof. Dr. Stefanie Bröring, Dr. Laura Carraresi, Lora Tsvetanova

ILR – Technologie-, Innovationsmanagement und Entrepreneurship, Universität Bonn

Projektlaufzeit

01.04.2017 – 31.12.2020

Förderung

Das Gesamtbudget von AP³ betrug 2.397.204 €. AP³ ist Teil des NRW-Strategieprojekts BioSC und wurde gefördert vom Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen.

Integration of next generation biosurfactant production into biorefinery processes



Das FocusLab Bio² zielte auf die Entwicklung eines wettbewerbsfähigen Bioraffinerieprozesses für die Herstellung von biobasierten Tensiden ab. Rhamnolipide (RLs) und Mannosylerythritol-Lipide (MELs) wurden durch rekombinante Stämme von *Pseudomonas putida* bzw. *Ustilago maydis* hergestellt. Das Projekt kombinierte die Stammoptimierung mit der Prozessentwicklung sowie mit in-situ-Ansätzen zur Produktrückgewinnung, um den komplexen Prozessanforderungen Rechnung zu tragen. Eine sozioökonomische Bewertung mittels *Life Cycle Assessment* begleitete das Prozessdesign bis hin zur Evaluierung im technischen Maßstab. Durch Erschließung neuer Rohstoffquellen, Erhöhung der Ausbeuten und Etablierung neuer analytischer Methoden trug das Projekt dazu bei, die Wettbewerbsfähigkeit von Biotensiden auf dem Markt zu erhöhen.

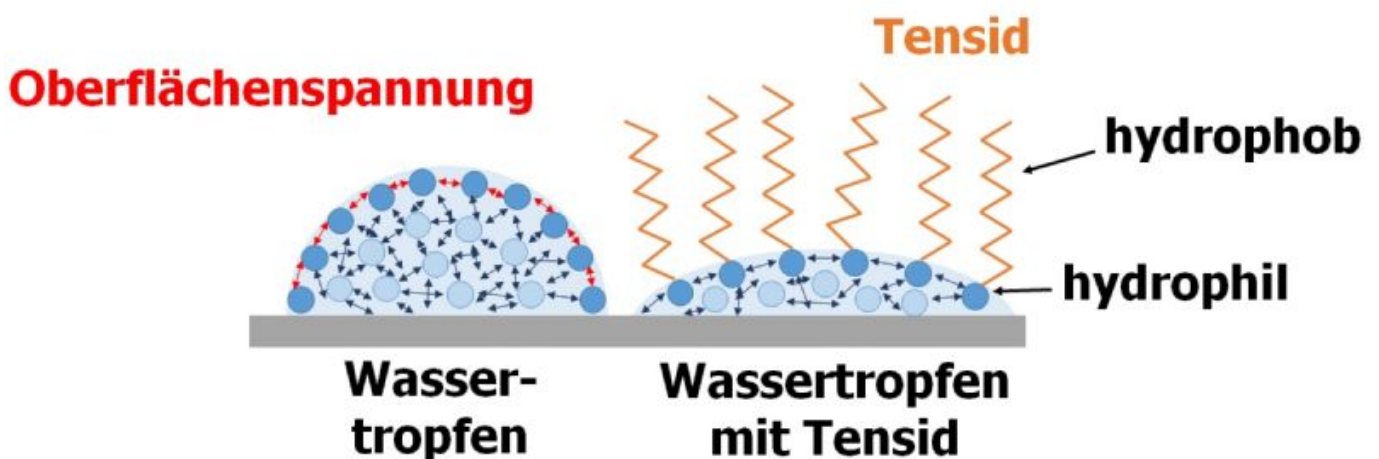


Abb. 1: Das Funktionsprinzip von Tensiden

Vollständig biobasierte Tenside („Biotenside“) stellen eine nachhaltige Alternative zu aus Rohöl hergestellten Tensiden dar. (Bio-)Tenside reduzieren die Oberflächenspannung von Flüssigkeiten oder die Grenzflächenspannung von Dispersionen. Diese Eigenschaft eröffnet vielfältige Anwendungsfelder. So werden Tenside als Detergenzien in Reinigungsmitteln, als Schäumungsmittel bei der Brandbekämpfung aber auch als Emulgatoren in der Lebensmittelindustrie eingesetzt. Dabei sind Biotenside mikrobiellen

Ursprungs und lassen sich aus erneuerbaren Rohstoffen herstellen.

Die Produktionskosten von Biotensiden sind höher im Vergleich zu aus Rohöl hergestellten Tensiden. Dies liegt einerseits an der Verwendung teurer Ausgangsstoffe (z. B. aufgereinigte Zucker oder pflanzliche Öle), andererseits an geringen Ausbeuten und Produktionseffizienzen der Mikroorganismen. Außerdem steht die Verwendung von Zuckern oder Ölen als Ausgangsmaterial in Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion und ist daher kritisch zu bewerten. Die Prozessführung in klassischen Rührkesselbioreaktoren zur Produktion von Biotensiden wird außerdem durch deren inhärente Eigenschaft zur Schaumbildung erschwert. Diese kann zwar durch Zusatz von Antischaummitteln verringert werden, resultiert jedoch in einer komplizierten Aufreinigung.

Ziel von Bio² war daher die Bearbeitung der genannten Herausforderungen in einem ganzheitlichen Ansatz entlang der gesamten Prozesskette. Dazu wurden sowohl Stamm- als auch Prozessentwicklung zeitgleich betrachtet und Prozessstufen miteinander verschaltet. Die Arbeiten wurden kontinuierlich durch eine sozio-ökonomische Analyse begleitet, um den entstehenden Prozess hinsichtlich ökologischer, ökonomischer und sozialer Aspekte zu bewerten und zu verbessern. Als Beispiele für Biotenside wurden mit Hilfe des Bakteriums *Pseudomonas putida* hergestellte Rhamnolipide (RL) und durch den Pilz *Ustilago maydis* hergestellte Mannosylerythritol-Lipide (MEL) ausgewählt.



Abb. 2: Der Bio2-Prozess

Der ganzheitliche Ansatz war nur in einem interdisziplinären Team umsetzbar. Dementsprechend arbeiteten im Bio²-Projekt Naturwissenschaftler/innen und Ingenieur/innen unterschiedlicher Disziplinen eng zusammen.

Wachstum auf nachwachsenden Rohstoffen

Für *Pseudomonas putida* konnte das Substratspektrum um Xylose und Ethanol erweitert werden. Xylose ist

wichtiger Bestandteil von lignocellulosehaltigen Materialien. Dadurch ist es zukünftig möglich, die Rhamnolipidproduktion beispielsweise aus Buchenholzhydrolysat zu untersuchen. So ist eine direkte Verknüpfung zum FocusLab AP³ geschaffen worden. Die Erweiterung des Substratspektrums um Ethanol eröffnet weitere Optionen hinsichtlich der Nutzung alternativer Kohlenstoffquellen.

Für *Ustilago maydis* konnte die Metabolisierung von Polygalakturonsäure durch die Überexpression von heterologen Polygalakturonasen erreicht werden. Dies ist ein wichtiger Schritt hin zur Nutzung von pektinhaltigen Substraten, zu denen beispielsweise Zuckerrübenschnitzel zählen. Diese sind ein Nebenprodukt aus der Zuckerrübenverarbeitung und stehen somit nicht in Nahrungsmittelkonkurrenz. Außerdem wurde evaluiert, inwieweit die nach dem Prozess verbleibende Biomasse als Fermentationssubstrat eingesetzt werden kann, um die anfallenden Abfallströme weitergehend zu verwerten.

Stammentwicklung zur Steigerung der Produktmengen

Für *P. putida* wurden zahlreiche Promotorsysteme für die Expression der Rhamnolipidbiosynthesegene adaptiert. Diese erhöhen die genetische Stabilität und ermöglichen die Optimierung der Produktion, beispielsweise durch Anpassung des Induktionszeitpunktes. Außerdem wurde das Genom reduziert, um energieintensive Anwendungen wie beispielsweise die Bildung der Flagellen zu reduzieren. Ein eigens entwickelter Hochdurchsatz Assay im Mikrotiterplattenformat vereinfacht die vergleichende Analyse von Glykolipidproduzenten erheblich.

Bei Verwendung nachwachsender Rohstoffe lässt sich der Stickstoffgehalt nicht beliebig kontrollieren. Mit dem Ziel die Stickstoffabhängigkeit der MEL Produktion in *U. maydis* zu reduzieren, wurde daher eine 2A-Peptid-Strategie zur künstlichen Regulation der Biosyntheseschritte etabliert. Zudem konnten wichtige Schritte für die Produktion von reinem MEL-D erzielt werden, indem Seitenprodukte wie Ustilaginsäuren und Itakonsäure eliminiert wurden.

[Mehr Informationen: Produktion von Mannosyl-Erithrytol-Lipiden mit *Ustilago maydis*](#)

[Mehr Informationen: Produktion von Rhamnolipiden mit *Pseudomonas putida*](#)

Prozessentwicklung aus ganzheitlicher Perspektive

Ein neues Konzept zur aeroben Kultivierung – die Membranbegasung – konnte im Rahmen des Projektes entwickelt und zum Patent angemeldet werden. Die Integration der entsprechenden Module in bestehende Bioreaktoren ermöglicht eine weitgehend blasenfreie Begasung des Bioreaktors und vermeidet damit die Schaumbildung im Prozess nahezu vollständig. Die Verschaltung des Membranmoduls mit einer Filtrationsmembran zum Zellrückhalt stellt außerdem die Grundlage für eine *in situ*-Produktabtrennung dar.

Zur Aufreinigung der Glykolipide aus der Fermentationsbrühe wurden verschiedene Prozessalternativen evaluiert, welche alle eine hohe Reinheit der Produkte bei gleichzeitig hoher Rückgewinnung und damit geringen Produktverlusten erzielen. Hierzu wurden zunächst vorausgewählte Trennoperationen

experimentell untersucht sowie modellbasierte Screeningversuche durchgeführt. Auf Basis der Ergebnisse konnten Aufreinigungsprozesse durch Verschaltung der untersuchten Trennoperationen etabliert werden. Die entsprechenden Prozessketten wurden für verschiedene Substrate aus sozioökonomischer Sicht bewertet. Die begleitende Bewertung verschiedener Umweltindikatoren im Rahmen eines *Life Cycle Assessment* ermöglichte die Identifizierung von wichtigen Stellschrauben zur Prozessoptimierung.

Mehr Informationen: [Prozessentwicklung und sozioökonomische Bewertung](#)

Der zunächst in der Theorie angestrebte ganzheitliche Prozessansatz konnte im Projektverlauf erfolgreich in die Praxis umgesetzt werden. Dies findet unter anderem Ausdruck in einer gemeinsamen Publikation zur Rhamnolipidschiene des Projektes.

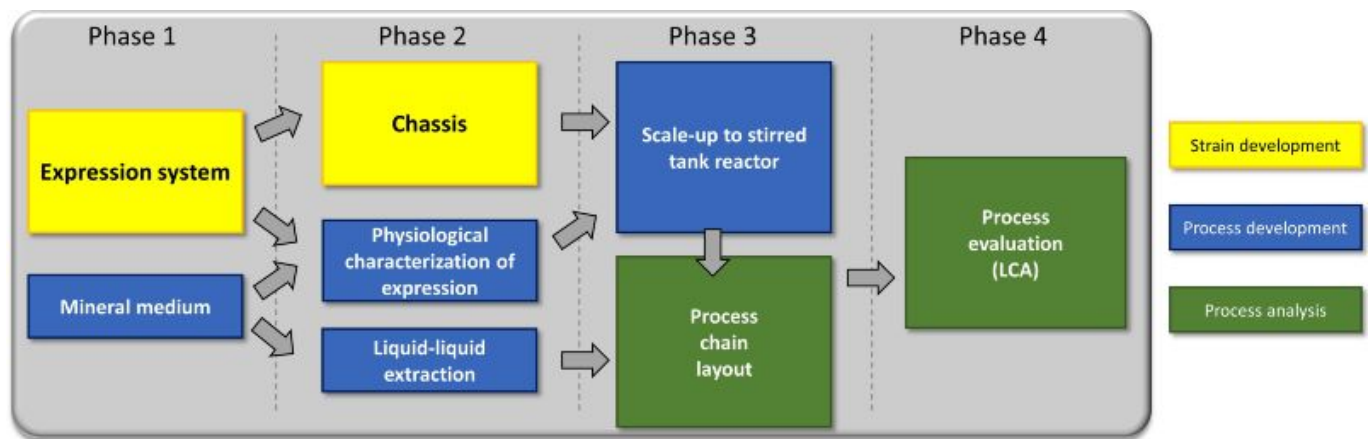


Abb. 3: Vernetzung der unterschiedlichen Disziplinen zur Herstellung von Rhamnolipiden mit *Pseudomonas putida*. Diese Abbildung wurde ohne Änderungen übernommen aus: Tiso T, Ihling N, Kubicki S, Biselli A, Schonhoff A, Bator I, Thies S, Karmainski T, Kruth S, Willenbrink A-L, Loeschcke A, Zapp P, Jupke A, Jaeger K-E, Büchs J and Blank LM (2020) Integration of Genetic and Process Engineering for Optimized Rhamnolipid Production Using *Pseudomonas putida*. *Front. Bioeng. Biotechnol.* 8:976. doi: 10.3389/fbioe.2020.00976. Die Originalpublikation kann unter folgendem Link eingesehen werden: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fbioe.2020.00976/full#h5> und ist unter einer Creative Commons CC BY 4.0 Lizenz (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>) erschienen.

Bio² Publikationen

Projektleiterin



Dr. Nina Ihling

AVT – Bioverfahrenstechnik, RWTH Aachen

[E-Mail](#)

Beteiligte Core Groups

Prof. Dr.-Ing. Jochen Büchs, Dr. Nina Ihling, Maximilian Schelden, Katharina Miebach

AVT – Bioverfahrenstechnik, RWTH Aachen

Prof. Dr. Michael Feldbrügge, Dr. Kerstin Schipper, Dr. Silke Jankowski, Dr. Marius Terfrüchte, Magnus Philipp

Institut für Mikrobiologie, HHU Düsseldorf

Prof. Dr. Lars Blank, Dr. Till Tiso, Dr. Isabel Bator

ABBt – Angewandte Mikrobiologie, RWTH Aachen

Prof. Dr. Karl-Erich Jaeger, Dr. Stephan Thies, Dr. Sonja Kubicki

Institut für Molekulare Enzymtechnologie, HHU Düsseldorf

Prof. Dr.-Ing. Andreas Jupke, Andreas Biselli

AVT – Fluidverfahrenstechnik, RWTH Aachen

Prof. Dr. Matthias Wessling, Robert Keller, Patrick Bongartz

AVT – Chemische Verfahrenstechnik, RWTH Aachen

Prof. Dr. Jürgen-Friedrich Hake, Dr. Wilhelm Kuckshinrichs, Dr. Petra Zapp, Dr. Andreas Schreiber, Andreas Schonhoff

IEK-STE Systemforschung und Technologische Entwicklung, Forschungszentrum Jülich

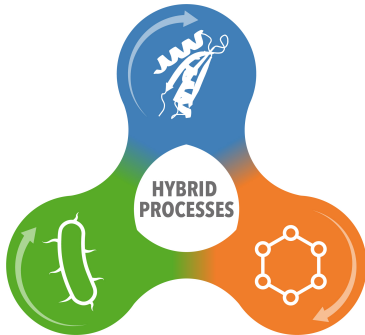
Projektlaufzeit

01.05.2017 – 31.12.2020

Förderung

Das Gesamtbudget von Bio² betrug 2,289,709 €. Bio² ist Teil des NRW-Strategieprojekts BioSC und wurde gefördert vom Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen.

Hybrid processes for Important Precursor and Active pharmaceutical ingredients



Um wirtschaftlich tragfähige Bioraffinerie-Konzepte aufzubauen, ist die Entwicklung von eng miteinander verknüpften Bio- und Chemotransformationen sowie maßgeschneiderten *Downstream Processing* erforderlich. Auf Basis dieser hybriden Produktionsprozesse können eindimensionale Wertschöpfungsketten überwunden und Bioraffinerien zu ökologisch und ökonomisch arbeitenden "Multi-Substrat-zu-Multi-Produkt"-Fabriken entwickelt werden. Im Rahmen des BioSC HylmPAct Projektes wurde dazu ein erster hybrider Demonstratorprozess zur Herstellung von Plattformchemikalien und pharmazeutisch aktiven Verbindungen entwickelt.

Das Ziel einer CO₂-neutrale Produktion erfordert den Aufbau einer industriellen Bioökonomie auf der Basis nachwachsender Rohstoffe wie zum Beispiel pflanzlicher Biomasse. Um eine Kreislaufwirtschaft mit geringem CO₂-Fußabdruck realisieren zu können, nehmen Bioraffinerien in diesem Kontext eine zentrale Rolle ein. Ausgehend von Biomasse - idealerweise aus regionalen Reststoffströmen wie beispielsweise Abfällen aus der Land- und Forstwirtschaft sowie der Lebensmittelindustrie - können in Bioraffinerien durch bio- oder chemokatalytische Umsetzungen chemische Grundbausteine, Biopolymere und pharmazeutisch wirksame Verbindungen hergestellt werden.

Eine derart breite Produktpalette wird jedoch nur dann zugänglich, wenn eine konsequente Weiterentwicklung bestehender Bioraffineriekonzepte in Richtung "Multi-Substrat-zu-Multi-Produkt"-Fabriken erfolgt. Dieser Ansatz, im Folgenden als "hybrider Produktionsprozess" bezeichnet, ist zwar nicht grundsätzlich neu, aber wird bereits seit einiger Zeit verstärkt in vielen verschiedenen Bereichen der industriellen Produktion verfolgt.

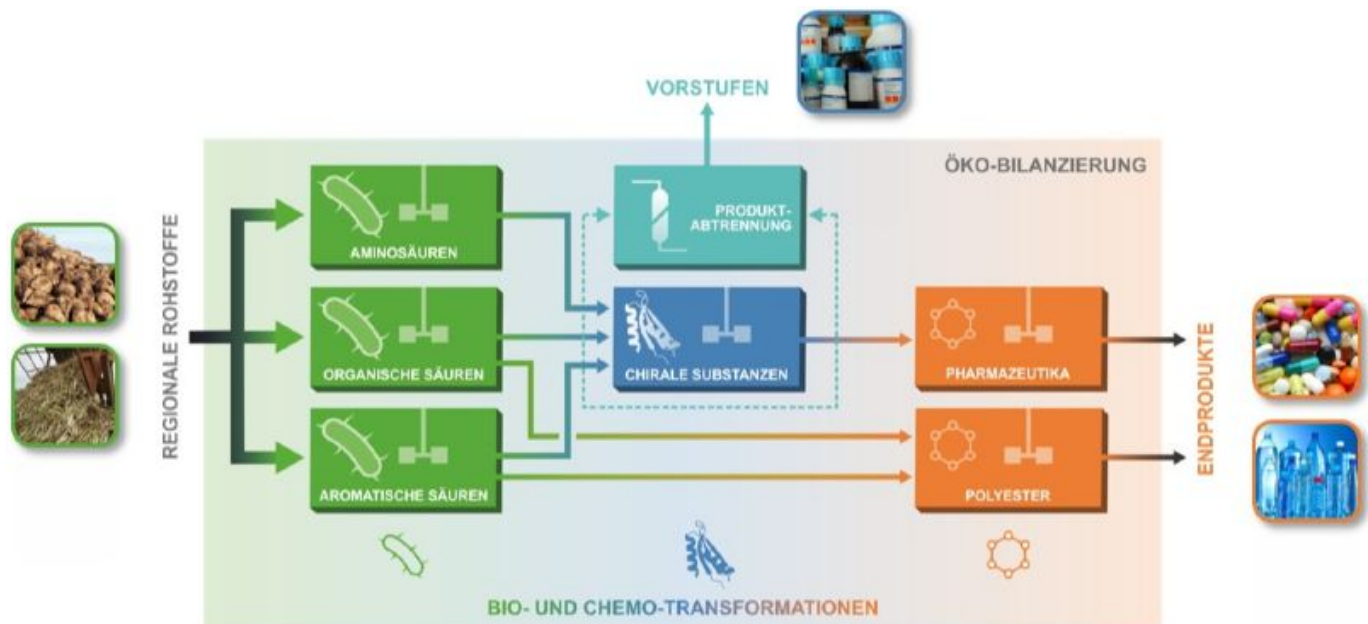


Abb.1: Schematische Darstellung des im Projekt BioSC-HyImPact verfolgten hybriden Demonstratorprozesses.

Im Rahmen des durch den BioSC-geförderten FocusLabs "HyImPact" werden hybride Produktionsverfahren auf Basis nachwachsender Rohstoffe entwickelt (Abb. 1). Der Fokus liegt dabei auf biologischen und technischen Herangehensweisen, die auf einer engen Integration von Bio- und Chemo-Transformationen und *Downstream Processing* basieren. Unterstützt werden die Arbeiten durch techno-ökonomische Analysen, die sich speziell mit dem Vergleich der in "HyImPact" entwickelten, alternativen Verfahren mit bereits etablierten Produktionsprozessen beschäftigen.

Senkung des *carbon footprints* bei der Bereitstellung von Vorstufen

Ein wesentliches Ziel zu Beginn des Projekts war es, den Plattformorganismus *Corynebacterium glutamicum* so weiterzuentwickeln, dass er die Verwertung von Glucose und Xylose aus lignozellulosehaltiger Biomasse ermöglicht. Durch gezieltes Engineering der Stoffwechselwege des Organismus konnten mehrere optimierte Produktionsstämme für die kohlenstoffeffiziente Umwandlung der beiden Zucker in die gewünschten Vorstufen aus dem Bereich der organischen und aromatischen Säuren sowie Aminosäuren entwickelt werden (Abb. 1).

Die Charakterisierung und das Screening dieser Stämme kann durch den Einsatz extrazellulärer Biosensoren unterstützt werden. In dem HyImPact angegliederten SeedFund „*XyloSens*“ wurden daher derartige Sensoren entwickelt. Biosensoren auf Basis des Förster-Resonanz-Energie Transfer können als Additiv Kultivierungsmedium zugefügt werden und ermöglichen die Überwachung von Prozessparametern ohne Eingriff in das Messsystem.

Für zwei Bulk-Chemikalien - α -Ketoglutarat und Bernsteinsäure - sowie für mehrere Feinchemikalien, darunter Pyruvat, Alanin und Hydroxybenzoate, wurden Bioprozesse im Labormaßstab entwickelt und weiter optimiert.

Bernsteinsäure zum Beispiel ist eine wichtige Plattformchemikalie in der chemischen Industrie und bildet

die Grundlage für eine Vielzahl industrieller Anwendungen. Zusätzlich ist sie ein zentraler Baustein für verschiedene Polyester, darunter das biologisch abbaubare Polybutylensuccinat (PBS). Konkret wurde die biobasierte Bernsteinsäure aus HylmPACT im angegliederten SEED FUND "R2HPBIO" für die Entwicklung von Hochleistungs-Biokunststoffen eingesetzt. Nach Schätzungen des nova-Instituts wird der industrielle Bedarf an Bernsteinsäure in den nächsten 5 Jahren auf 94.000 Tonnen pro Jahr ansteigen. Würde die Produktion ausschließlich auf Basis fossiler Ressourcen erfolgen, würde der Erde die vierfache Menge an Kohlenstoff entzogen und letztlich dem CO₂-Kreislauf zugeführt werden.

Neben der Entwicklung maßgeschneiderter Produktabtrennungsverfahren für verschiedene molekulare Vorstufen, wurde HylmPACT von einer Ökobilanzierung begleitet. Der CO₂-Fußabdruck wurde auf Basis der experimentellen Daten zweier realisierter Prozesse für Bernsteinsäure im Labormaßstab und der im ehemaligen BOOST FUND-Projekt "BeProMod" simulierten optimalen Produktionsprozesse bewertet. Für ein wirtschaftlich konkurrenzfähiges Szenario wurde Maisstroh als potenzieller regionaler Reststoffstrom vergleichend analysiert.

Im Gegensatz zum breiten Einsatz von Plattformchemikalien in der chemischen Industrie, verbunden mit großtechnischen Produktionen, werden höherwertige Produkte wie z.B. Pharmazeutika in wesentlich kleineren Mengen benötigt. Daher ist für diese Moleküle der CO₂-Fußabdruck nicht das entscheidende Kriterium für die Ökobilanz.

Mehr Informationen

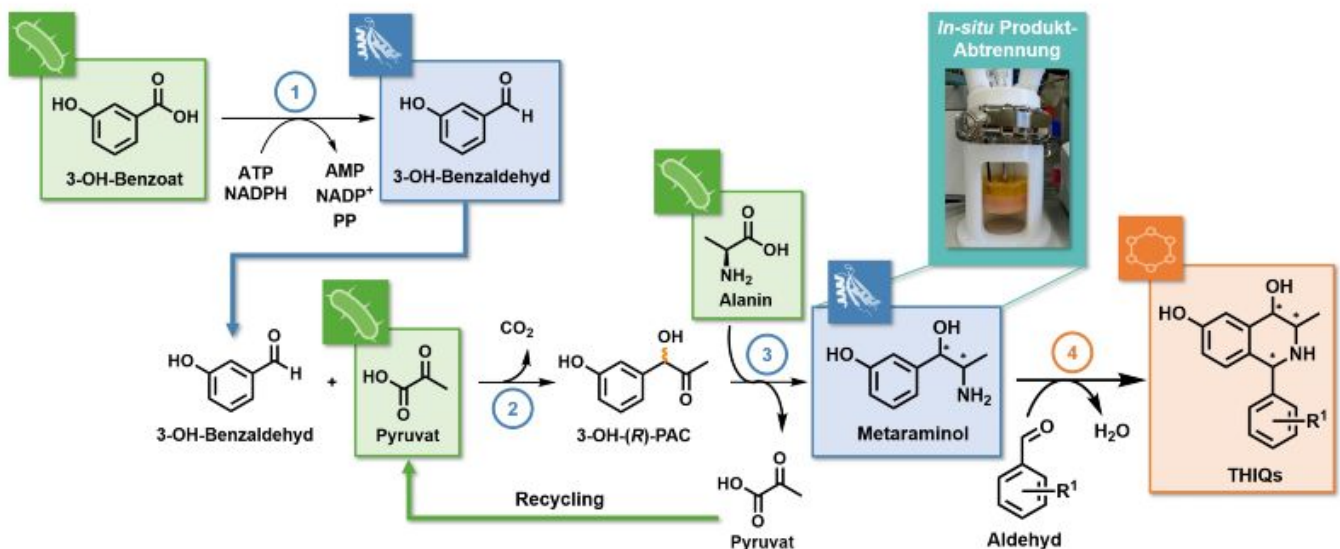


Abb.2: Bio- und Chemotransformationen zur Produktion der Pharmawirkstoffe Metaraminol und THIQs

Umweltfreundliche Produktion biobasierter Arzneimittel

Bei pharmazeutischen Wirkstoffen handelt es sich vielfach um chirale Substanzen, bei denen verschiedene räumliche Anordnungen der Atome möglich sind. Substanzen mit gleicher Summenformel, aber verschiedener räumlicher Struktur, werden als Enantiomere bezeichnet. Chiralität ist von enormer Bedeutung für die korrekte Wirksamkeit eines Pharmazeutikums, da diese meist auf einem bestimmten

Enantiomer beruht.

Um gezielt einzelne Enantiomere herzustellen, ist traditionell eine mehrstufige Synthese unter Verwendung von Schutzgruppenchemie und toxischen Hilfsstoffen erforderlich. Dieses Verfahren trägt damit zur Entstehung erheblicher Abfallströme bei. Hier stellen Bio-Transformationen auf der Basis enzymatischer Kaskaden eine ökologisch und ökonomisch sinnvolle Alternative dar. Mit Hilfe von biologisch abbaubaren und hochselektiven Biokatalysatoren können unter milden Reaktionsbedingungen hochwertige Moleküle aus biobasierten Materialien hergestellt werden.

Genau hier setzt der im HylmPAct-Projekt verfolgte hybride Demonstrationsprozess mit dem konkreten Produkt Metaraminol sowie der Produktklasse der Tetrahydroisoquinoline (THIQs) an (Abb. 2). Für alle Kaskadenschritte konnten geeignete Bio- und Chemokatalysatoren mit hoher Aktivität gewonnen werden, insbesondere für die Umsetzung von realen Substraten aus zellfreien Kulturüberständen der vorgeschalteten mikrobiellen Biotransformation.

Die aktuellen Ergebnisse zeigen, dass hybride Produktionsprozesse eine nachhaltige Produktion von Plattformchemikalien und pharmazeutischen Wirkstoffen auf Basis nachwachsender Rohstoffe ermöglichen. Hybride Prozessansätze sind damit essenziell für die Erreichung bereits beschlossener Klimaziele hinsichtlich ihrer CO₂-Neutralität und einer konsequenten Umsetzung bestehender Umweltstandards bei der Produktion von Wertstoffen und werden damit zwangsläufig an wirtschaftlicher Bedeutung gewinnen.

[Mehr Informationen](#)

[HylmPAct Publikationen](#)

Projektleiter



Dr.-Ing. Stephan Noack

IBG-1 Biotechnologie, Forschungszentrum Jülich

[E-Mail](#)

Beteiligte Core Groups

Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Wiechert, Dr.-Ing. Stephan Noack, Prof. Dr. Dörte Rother, Prof. Dr. Jan Marienhagen, Mohamed Labib, Christian Brüsseler, Laura Grabowski, Kevin Mack, Douglas Weber, Jochem Gätgens

IBG-1 Biotechnologie, Forschungszentrum Jülich

Prof. Dr. Jörg Pietruszka, Andreas Sebastian Klein, Anna Christina Albrecht

Institut für Bioorganische Chemie, HHU Düsseldorf

Prof. Dr.-Ing. Andreas Jupke, Moritz Doeker, Christian Kocks, Thomas Fuchs

AVT – Fluidverfahrenstechnik, RWTH Aachen

Prof. Dr. Grit Walther, Dr. Angel Merchán, Michael Wolff

Lehrstuhl für Operations Management, RWTH Aachen

Industriepartner

HERBRAND PharmaChemicals GmbH

Projektlaufzeit

01.01.2018 – 30.09.2021

Förderung

Das Gesamtbudget von HylmPAct beträgt € 1.905.990. HylmPAct ist Teil des NRW-Strategieprojekts BioSC und gefördert vom Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen.

Combinatorial creation of structural diversity for novel high-value compounds



Naturstoffe, die als Sekundärmetabolite von Organismen aus allen Bereichen des Stammbaums produziert werden, stellen vielfach bioaktive Verbindungen dar. Diese können teils direkt im Agrar- oder Pharmasektor eingesetzt werden, oder auch Grundstrukturen zur Entwicklung neuer Chemikalien liefern, die hier aufgrund der wachsenden Bedürfnisse moderner Gesellschaften *in puncto* Ernährung und Gesundheit dringend benötigt werden. Das *CombiCom* Projekt hatte das Ziel, den Paradigmenwechsel von der rein chemischen Synthese hin zu einer nachhaltigen mikrobiellen Bioproduktion zu befördern und hat daher Sekundärmetabolit-Stoffwechselwege nutzbar gemacht, um Naturstoffe und darauf aufbauend neue Derivate zur Verfügung zu stellen. Im Hinblick auf eine potentielle Markteinführung, wurde dies begleitet durch das Testen relevanter Bioaktivitäten der Verbindungen und durch eine Evaluation der gesellschaftlichen Akzeptanz von Produkten aus synthetisch-biologischen Verfahren. Das aus neun BioSC *Core Groups* bestehende Konsortium hat dieses Gemeinschaftsprojekt in den Jahren 2017-2020 durchgeführt.

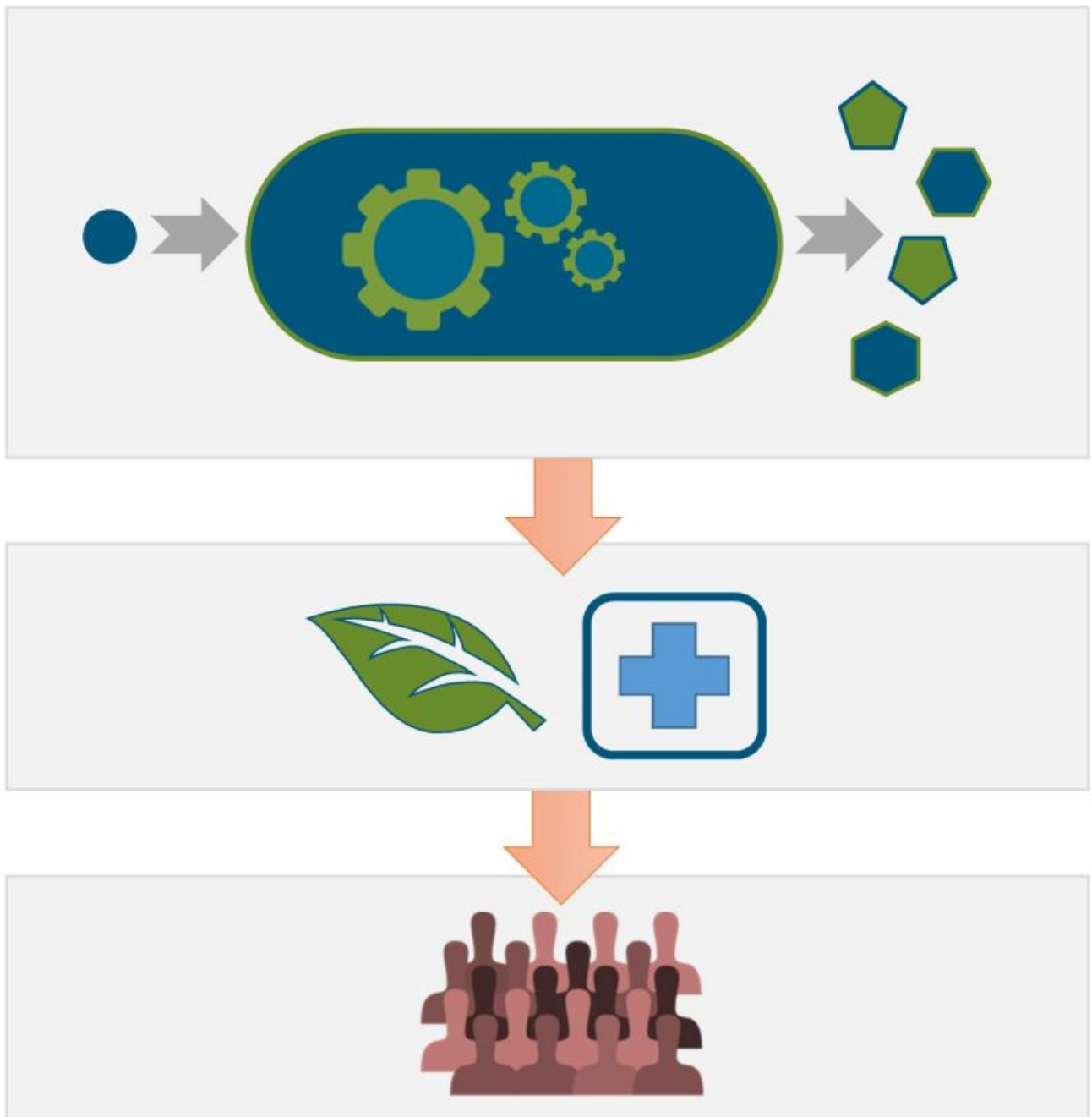


Abb. 1: CombiCom Motivation. Mikrobielle Produktion neuer Naturstoffe für eine biobasierte Ökonomie.

Wir haben eine „synthetisch-biologische Plattform“ aufgebaut mit den Bakterien *Rhodobacter capsulatus* und *Pseudomonas putida*, dem Pilz *Ustilago maydis* und Chlorellaceae-Grünalgen, um spezifische Eigenschaften nicht-photosynthetischer und photosynthetischer Organismen zu nutzen. Die Wirte wurden jeweils gezielt ausgewählt, um sie mit genetischen Modulen zur Produktion von Terpenoiden, Prodiginin, Pyrrol-Alkaloiden und Glykolipiden sowie deren Derivaten auszustatten. Dazu haben wir neuartige Werkzeuge, insbesondere zur genomischen Genintegration, multi-Genexpression, (opto)genetischen Feinjustierung von Genexpression und zur Syntheseweg-spezifischen Vorstufen-Produktion entwickelt und kombiniert. Die Anwendung dieser Werkzeuge hat zusammen mit der chemischen Modifikation von Vorstufen und Enzym-*Engineering* die Produktion von über 50 Biochemikalien ermöglicht, die vormals nur schwer zugänglich waren. Für besonders vielversprechende mikrobielle Stämme sowie Vertreter der Chlorellaceae-Mikroalgen haben wir außerdem auch maßgeschneiderte Bioprozess-Verfahren für die mikrobielle Feinchemikalienproduktion und die Extraktion entwickelt.

Hier hat zum Beispiel eine neue online-Messmethode die Optimierung der *P. putida*-basierten Prodigiosinproduktion ermöglicht. Entscheidende Wachstums- und Produktionscharakteristika lieferten die Grundlage für Bioreaktor-Produktionen im Test-Maßstab. Die Terpenoidproduktion war besonders erfolgreich mit *R. capsulatus* und *U. maydis*, wobei mit letzterem ebenfalls große Mengen an Glykolipiden hergestellt werden können. Durch Nutzung des *P. putida*-Chassis und mit einer Kombination von synthetischer Biologie und Synthesechemie konnten viele unterschiedliche Prodiginin-Derivate erhalten werden. Für die grüne Mikroalge *Parachlorella kessleri* wurde zudem eine Methodik zur Zellwand-Permeabilisierung entwickelt, die die Produktextraktion sowie molekulargenetische Manipulationen ermöglicht. Die Erkenntnisse aus dem Projekt CombiCom ermöglichen es, bekannte, aber auch neue Naturstoffe effizient herzustellen, die dann für eine Vielzahl unterschiedlicher Anwendungen getestet werden können.

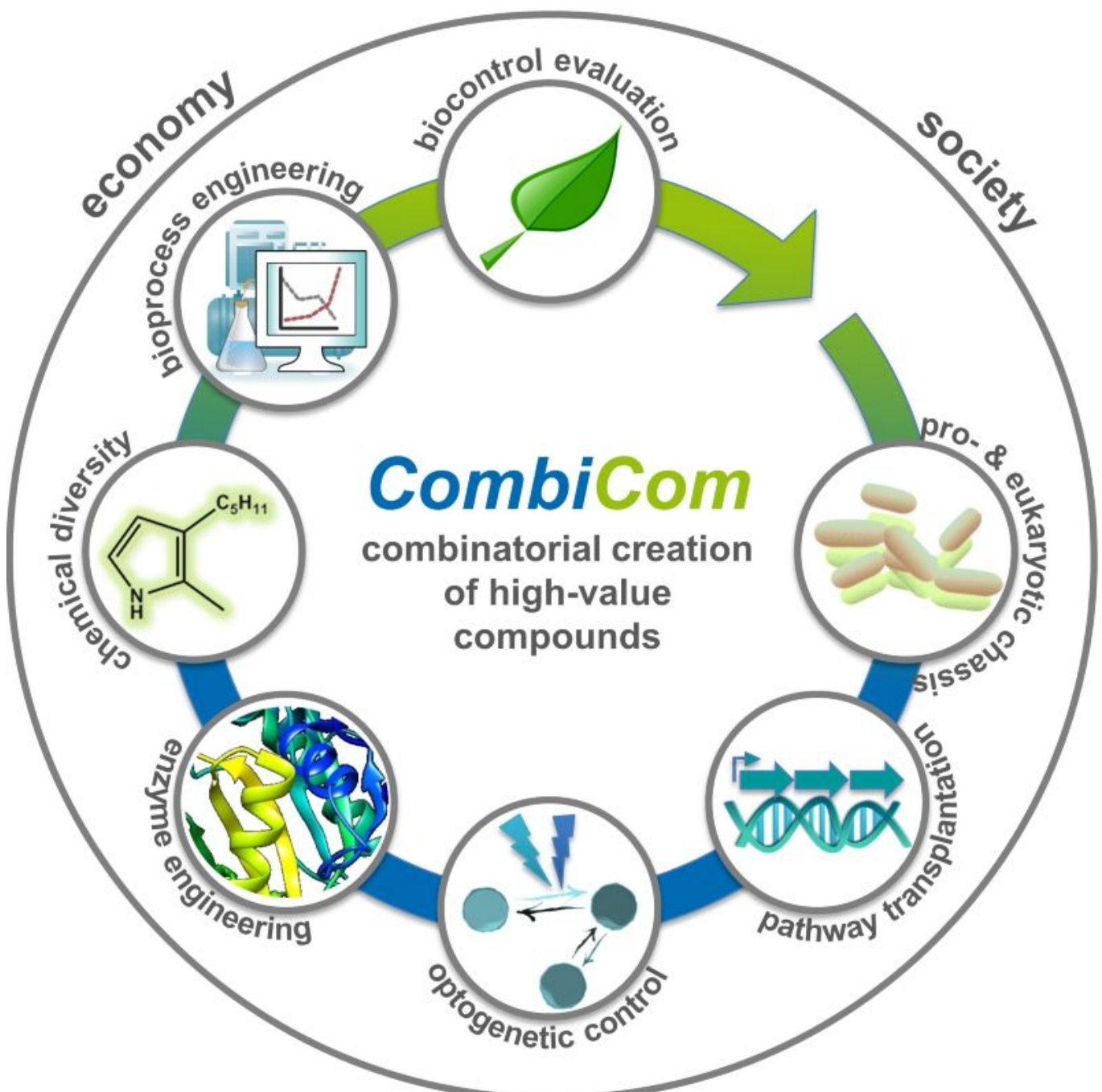


Abb. 2: CombiCom Forschungsnetzwerk.

Die *CombiCom*-Verbindungen wurden im Hinblick auf etwaige pflanzenprotektive oder pharmakologisch relevante Aktivitäten getestet. Dabei wurden einige vielversprechende „Treffer“ identifiziert, die das Potential haben, als Mittel gegen Phytopathogene entwickelt zu werden. Beispielsweise wurde festgestellt, dass unter den Terpenoiden Nootkaton ein Inhibitor für den Pflanzen-parasitischen Nematoden *Heterodera schachtii* ist, der durch Aktivierung der Pflanzenabwehr wirkt und, dass β -Caryophyllen das Wachstum Pflanzen-pathogener Pilze inhibiert. Bestimmte Prodiginine zeigten ausgeprägte Aktivität gegen Pilze, Nematoden sowie cytostatische Aktivität bei Brustkrebs-Zellen.

[Mehr Informationen: Kombinatorische Synthese bioaktiver Prodiginine](#)

[Mehr Informationen: Mikrobielle Produktion bioaktiver Terpene](#)

Anwendungsmöglichkeiten und gesellschaftliche Akzeptanz der Synthetischen Biologie

Schließlich haben wir entscheidende Barrieren und Erfolgsfaktoren für die Kommerzialisierung solcher Produkte betrachtet. Wir konnten aufzeigen, wie unterschiedlich die Einflussfaktoren für das Aufkommen der synthetischen Biologie von verschiedenen Interessengruppen in einem „Innovations-Ökosystem“ gesehen werden, was am Beispiel der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf untersucht wurde. Eine weitere Schlüsselerkenntnis hinsichtlich der Akzeptanz neuer Technologien, die ein maßgeblicher Faktor für eine erfolgreiche Markteinführung ist, betrifft die entscheidende Rolle der Kommunikation. Wichtig scheint hier die Verdeutlichung des potentiellen Nutzens für den Konsumenten, insbesondere auch kommuniziert durch bestimmte Akteure entlang der Wertschöpfungskette und über verschiedene Bereiche des aufkommenden Innovations-Ökosystems hinweg.

[Mehr Informationen: Synthetische Biologie – Anwendungen und sozioökonomische Implikationen](#)

Das FocusLab CombiCom hat wichtige Ergebnisse erbracht, die eine effiziente mikrobielle Produktion bekannter und neuer werthaltiger Naturstoffe ermöglichen, welche dann für eine Vielzahl von Anwendungen getestet und verwendet werden können.

[CombiCom Publikationen](#)

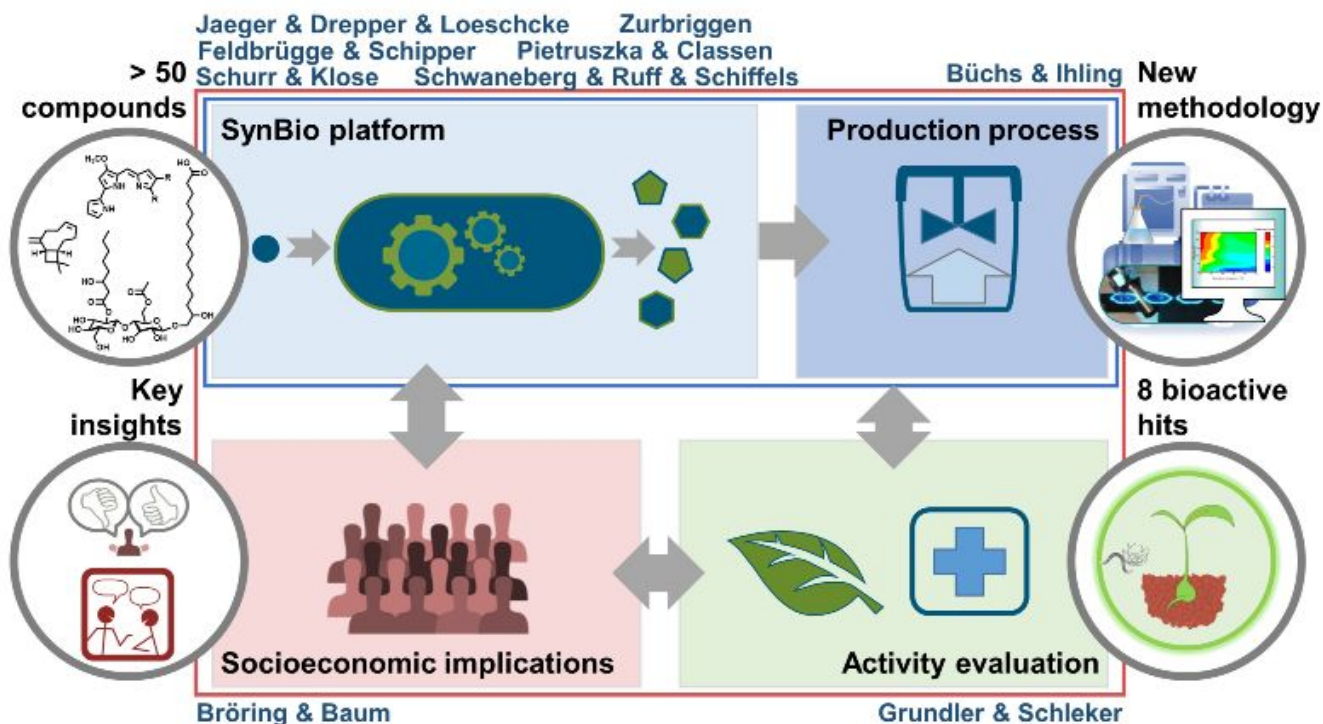


Abb. 3: Von den Projektpartnern erzielter Output von CombiCom.

Projektleiterin



Dr. Anita Loeschcke

Institut für Molekulare Enzymtechnologie, HHU Düsseldorf

[E-Mail](#)

Beteiligte Core Groups

Prof. Dr. Karl-Erich Jaeger, Dr. Anita Loeschcke, Dr. Thomas Drepper, Robin Weihmann, Fabienne Hilgers

Institut für Molekulare Enzymtechnologie, HHU Düsseldorf

Prof. Dr. Michael Feldbrügge, Dr. Kerstin Schipper, Jungho Lee, Peter Stoffels

Institut für Mikrobiologie, HHU Düsseldorf

Prof. Dr. Matias Zurbriggen, Nicole Heucken, Lisa Hüsemann

Institut für Synthetische Biologie, HHU Düsseldorf

Prof. Dr. Jörg Pietruszka, Dr. Thomas Classen, Jan Gebauer, Hannah Brass

Institut für Bioorganische Chemie, HHU Düsseldorf

Prof. Dr. Ulrich Schwaneberg, Dr. Anna Joëlle Ruff, Dr. Johannes Schiffels, Stefanie Brands

ABBT – Biotechnologie, RWTH Aachen

Prof. Dr.-Ing. Jochen Büchs, Dr. Nina Ihling, Carl Brehl

AVT – Bioverfahrenstechnik, RWTH Aachen

Prof. Dr. Florian Grundler, Dr. Sylvia Schleker, Dr. Samer Habash

INRES – Molekulare Phytomedizin, Universität Bonn

Prof. Dr. Ulrich Schurr, Dr. Holger Klose, Dr. Diana Reinecke-Levi

IBG-2 Pflanzenwissenschaften, Forschungszentrum Jülich

Prof. Dr. Stefanie Bröring, Dr. Chad M. Baum

ILR – Technologie-, Innovationsmanagement und Entrepreneurship, Universität Bonn

Projektlaufzeit

01.05.2017 – 31.12.2020

Förderung

Das Gesamtbudget von CombiCom betrug 2.392.370 €. CombiCom ist Teil des NRW-Strategieprojekts BioSC und gefördert vom Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen.

greenRelease für die Pflanzengesundheit



Das übergeordnete Ziel des FocusLabs *greenRelease* war es, eine Technologie zu entwickeln, welche es erlaubt, den Einsatz von Fungiziden und Herbiziden signifikant zu reduzieren und damit einen Beitrag zu einer nachhaltigen Landwirtschaft und Bioökonomie zu leisten. Im Laufe des Projekts haben wir die *greenRelease*-Technologie (initiiert in den BioSC-Projekten *GreenGel*, *RIPE* und *BiFuProts*) zu einer robusten und im Feld validierten Plattformtechnologie für den Pflanzenschutz entwickelt. Sie wurde in Feldversuchen, die unabhängig von der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen im Jahr 2020 durchgeführt wurden, eingesetzt und bewertet. Wir erzielten den gleichen Schutz gegen die Apfelschorfkrankheit mit einem 3-fach reduzierten Fungizideinsatz im Vergleich zu kommerziellen Produkten. Parallel dazu wurde eine regulatorische und wirtschaftliche Bewertung durchgeführt, um das Technologietransferpotenzial der *greenRelease*-Technologie zu evaluieren.

Viele Pestizide haben eine inhärente Schwäche: Die Wirkstoffe haften nicht ausreichend an den zu schützenden Pflanzen und werden durch Regen in den Boden sowie in das Grundwasser ausgewaschen. Genau diese Herausforderungen werden durch die *greenRelease*-Technologie angegangen. Ihre einzigartigen anwendungstechnischen Eigenschaften basieren auf der Kombination von biokompatiblen Mikrogelbehältern (100 nm bis 10 µm) und Ankerpeptiden. Mikrogele sind weiche, poröse Polymerkolloide, die mit Wirkstoffen beladen werden und durch maßgeschneiderte Ankerpeptide auf Pflanzenblättern bei Umgebungstemperatur durch einfache Sprühanwendungen anhaften. Die Hauptvorteile der *greenRelease*-Technologie gegenüber bestehenden Freisetzungstechnologien sind die kontrollierte, induzierte Freisetzung von Wirkstoffen über Wochen oder auch Monate hinweg, minimierte Verluste durch eine hohe Regenfestigkeit, eine sehr gute Pflanzenverträglichkeit und vor allem eine einstellbare biologische Abbaubarkeit.

Im FocusLab *greenRelease* arbeiteten Biotechnologen, Polymerchemiker, Pflanzenwissenschaftler, Mikrobiologen und Ökonomen zusammen, um eine im Feld validierte Freisetzungstechnologie zu entwickeln, die eine deutliche Reduzierung des Pestizideinsatzes ermöglicht. Die Entwicklung und Herstellung von Mikrogelen, die Wirkstoffe freisetzen, sowie die Identifizierung von blattbindenden

Ankerpeptiden, die an die ausgewählten Zielpflanzen binden, wurde 2018 erreicht. Dabei stand die Beladung und Freisetzung von Kupfer als Fungizid im Vordergrund. Weitere Schwerpunkte lagen auf ersten Anwendungstests von Mikrogelen, Ankerpeptiden und Ankerpeptid-Mikrogel-Hybriden, um Nachweis- und Validierungssysteme zu etablieren und Anwendungs-, Degradations- sowie mikrobielle Reaktionstests mit der entwickelten Formulierung durchzuführen. Im Jahr 2019 wurde die Produktion hochskaliert, um die Anforderungen (120 L Formulierung) für die Feldversuche bei der Landwirtschaftskammer zu erfüllen, die 2020 durchgeführt wurden.

Die *greenRelease*-Technologie lieferte unter kontrollierten Bedingungen einen regenfesten Schutz für Zuckerrüben und Äpfel mit 40-fach reduzierten Kupfermengen im Vergleich zu kommerziellen Formulierungen. *greenRelease* zeigte keinen negativen Einfluss auf das Pflanzenwachstum und es wurden Mikroorganismen identifiziert, die die Mikrogele potenziell abbauen können (weitere Untersuchungen werden noch durchgeführt). Schließlich wurde die Technologie in Feldversuchen, die von der Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen in einer Apfelplantage durchgeführt wurden, validiert. Dabei konnte gezeigt werden, dass eine 3-fache Reduktion von Kupfer im Vergleich zur kommerziellen Formulierung ausreicht, um die Apfelschorfkrankheit erfolgreich zu bekämpfen.

[Mehr Informationen: Entwicklung von Mikrogelen und Identifizierung von Ankerpeptiden](#)

[Mehr Informationen: Biologische Abbaubarkeit](#)

[Mehr Informationen: Validierung an Nutzpflanzen](#)

Basierend auf verschiedenen Workshops und Experteninterviews wurde ein Businessplan entwickelt, mit welchem wir an dem Biogründer-Wettbewerb der Biosecurity GmbH teilnahmen. Hier konnte die *greenRelease*-Technologie die Jury vollständig überzeugen und belegte den 1. Platz. Die erzielten Ergebnisse, das Feedback aus den Workshops sowie den Experteninterviews und der Befragung von Landwirten belegen das hohe Transferpotenzial der *greenRelease*-Technologie.

[Mehr Informationen: Technologietransfer und Marktpotenzial](#)

Das postulierte Ziel, eine feldvalidierte Freisetzungstechnologie zu entwickeln, wurde von den Partnern erfolgreich erreicht und die *greenRelease*-Technologie ist nun bereit für Innovationen und Folgeprojekte für eine nachhaltige Landwirtschaft.

[greenRelease Publikationen](#)



Abb. 1: greenRelease-Team beim KickOff-Meeting 2018

Projektleiter



Dr. Felix Jakob

ABBt - Biotechnologie, RWTH Aachen

[E-Mail](#)

Beteiligte Core Groups

Prof. Dr. Ulrich Schwaneberg, Dr. Felix Jakob, Christin Brethauer, Liudmyla Goncharenko

ABBt - Biotechnologie, RWTH Aachen

Prof. Dr. Uwe Conrath, Dr. Caspar Langenbach, Patrick Schwinges

ABBt - Pflanzenphysiologie, RWTH Aachen

Prof. Dr. Andrij Pich, Alexander Töpel, Tim Sassmann, Xu Wenjing

ITMC - Funktionale und interaktive Polymere, RWTH Aachen

Prof. Dr. Stefanie Bröring, Dr. Michael Wustmans

ILR - Technologie-, Innovationsmanagement und Entrepreneurship,

Universität Bonn

Prof. Dr. Georg Groth, Dr. Alexander Hofmann

Institut für Biochemische Pflanzenphysiologie, HHU Düsseldorf

Prof. Dr. Holger Gohlke, Jonas Dittrich

Institut für Pharmazeutische und Medizinische Chemie, HHU Düsseldorf

Prof. Dr. Georg Noga, Dr. Shyam Pariyar

INRES – Gartenbauwissenschaften, Universität Bonn

Prof. Dr. Claudia Knief, Janina Zierul, Romy Geer

INRES – Molekularbiologie der Rhizosphäre, Universität Bonn

Prof. Dr. Ulrich Schurr, Dr. Fabio Fiorani, Dr. Henning Lenz

IBG-2 Pflanzenwissenschaften, Forschungszentrum Jülich

Projektlaufzeit

01.01.2018 – 30.06.2021

Förderung

Das Gesamtbudget von *greenRelease* betrug 2.337.095,00 €. *greenRelease* ist Teil des NRW-Strategieprojekts BioSC und gefördert vom Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen.

Integrated Transformation Processes and Their Regional Implementations: Structural Change from Fossil Economy to Bioeconomy

Transform 2BIO

Das Rheinische Revier wird sich in den nächsten Jahren sehr verändern und soll zu einer Modellregion für eine nachhaltige Bioökonomie werden. Diese gesamtgesellschaftliche Aufgabe ermöglicht seltene Einblicke in die Art und Weise, wie derartige Transformationsprozesse funktionieren. Doch nicht nur das - es lässt sich auch wertvolles Wissen für die Zukunft gewinnen.



Abb. 1: Quelle: Forschungszentrum Jülich/Sascha Kreklau

Das *Rheinische Revier* ist das größte zusammenhängende Braunkohleabbaugebiet Europas. Genau hier soll in den nächsten Jahren eine [Modellregion für eine nachhaltige Bioökonomie](#) entstehen. Ein regionaler

Wandel dieser Größenordnung ist damit nicht nur eine technologische und ökonomische Herausforderung, sondern bringt auch gesellschaftlich vielschichtige Herausforderungen mit sich.

Im Kompetenzplattform-Projekt *Transform2Bio* interessiert uns, wie so ein gesellschaftlicher Transformationsprozess funktioniert – und was wir daraus lernen können. Denn auch wenn das *Rheinische Revier* als Modellregion in einen besonders spannenden und dynamischen Kontext eingebettet ist, sind einige Rahmenbedingungen und Prozesse keineswegs nur auf die Region selbst beschränkt und können damit wertvolle Erkenntnisse weit über das *Rheinische Revier* hinaus ermöglichen. Denn vergleichbare regionale Transformationen finden auf der ganzen Welt statt – von der Lausitz bis nach Neuseeland.

Zu unseren Forschungsfragen gehört daher, wie es gelingen kann, divergierende Interessen verschiedener gesellschaftlicher Gruppen zusammenzubringen. Perspektiven, beispielsweise zwischen Unternehmen, Landwirten und Bürgerverbänden, können sich fundamental unterscheiden. Um jedoch erfolgreich und gemeinschaftlich Transformationsprozesse mitzugestalten, benötigen wir inklusive Prozesse und neue Ideen, um einen gesamtgesellschaftlichen Konsens zu finden.



Abb. 2: Quelle: Forschungszentrum Jülich/Sascha Kreklau

Daran schließen sich auch direkt Fragen nach der [Einbindung der verschiedenen gesellschaftlichen Gruppen](#) an. Denn die bloße Kenntnis verschiedener Perspektiven führt noch nicht zu einer ausgewogenen Berücksichtigung. Aus Erfahrungen, unter anderem mit der Energiewende in Deutschland, wissen wir, dass einige Formen der Teilhabe an Entscheidungsprozessen vielversprechend sind – andere jedoch nicht. Im ungünstigsten Fall kann eine fehlgeleitete (oder ausbleibende) Einbindung der beteiligten Akteure dazu führen, dass sich gesellschaftliche Gruppen von der Umgestaltung ihrer Region abwenden oder diese sogar blockieren. Daher forschen wir im Projekt nach Möglichkeiten und Wegen, wie die Implementierung einer nachhaltigen Bioökonomie gemeinsam gelingen kann.

Ein spannendes Beispiel findet sich in der Landwirtschaft, die mit den Landwirten als Rohstofflieferanten in der Region einen zentralen Akteur für das Gelingen einer nachhaltigen Bioökonomie darstellt. Landwirte stehen regelmäßig vor komplexen Entscheidungen und müssen oft viele Jahre im Voraus planen, denn der Anbau bestimmter Pflanzen kann die Böden für Jahre prägen. Hinzu kommen veränderte Anforderungen an Mensch und Natur durch die Auswirkungen des Klimawandels – aber auch spannende Chancen durch neue Technologien oder übergreifende Trends wie die Digitalisierung. Außerdem spielen gesellschaftliche Anforderungen an eine nachhaltige Anbauform und resiliente Lieferketten in den letzten Jahren eine zunehmend wichtigere Rolle, die Ausdruck in Reformen des komplexen politischen Rahmenwerks finden. Daher ist es notwendig zu verstehen, welche Faktoren für Landwirte im Mittelpunkt stehen und aufgrund welcher Überlegungen sie Entscheidungen treffen. Ebenso wichtig ist, wie die produzierte Biomasse anschließend verwendet wird. Der einzelne Landwirt wünscht eine gewisse Vorhersehbarkeit, dass die von ihm bereitgestellten Erzeugnisse von Konsumenten und Industrie entsprechend nachgefragt werden. Aber zugleich muss auch die Industrie die entsprechenden Voraussetzungen vorfinden, innovative und gleichzeitig nachhaltige Produkte zu produzieren.

Transform



Abb. 3: Wordcloud basierend auf dem Wirtschafts- und Strukturprogramm für das Rheinische Zukunftsrevier 1.0 / Quelle: Zukunftsagentur Rheinisches Revier / Sandra Venghaus und Florian Siekmann

Wie eingangs erwähnt, müssen also eine Vielzahl von Interessen und wechselseitigen Abhängigkeiten berücksichtigt werden, damit Entscheidungen im Sinne der Allgemeinheit nachvollziehbar und transparent getroffen werden können. Um Entscheidungsträger bei derart komplexen Entscheidungen zu unterstützen, bündeln wir das gemeinschaftliche Wissen der Akteure und nutzen eine multikriterielle Entscheidungsanalyse als methodischen Ansatz. Dadurch können wir verstehen und berücksichtigen, welche Entscheidungskriterien für unterschiedliche Akteure von besonders großer Bedeutung sind, und wie diese Präferenzen die Findung gemeinsamer Kompromisse beeinflussen.

Das daraus gewonnene Wissen ist zentral, damit wir als Gesellschaft auch in der Zukunft unsere gemeinsamen Ziele erreichen. Daher hoffen wir, dass die Projektergebnisse auch bei zukünftigen Transformationsprozessen in anderen Regionen zum Erfolg beitragen können.

Vom *Rheinischen Revier* in die ferne (und nahe) Welt.

[Transform2Bio Publikationen und Arbeitspapiere](#)

Weiterführende Informationen

BioökonomieREVIEW - Modellregion für nachhaltige Bioökonomie im Rheinischen Revier

Projektleiterin



Prof. Dr. Sandra Venghaus

IEK-STE Systemforschung und Technologische Entwicklung (IEK-STE)
Forschungszentrum Jülich

[E-Mail](#)

Beteiligte Core Groups

Dr. Wilhelm Kuckshinrichs, Prof. Dr. Sandra Venghaus, Mirko Dallendörfer, Sophia Dieken, Florian Siekmann

IEK-STE Systemforschung und Technologische Entwicklung, Forschungszentrum Jülich

Prof. Dr. Jan Börner, Dr. Sascha Stark

ILR – Ökonomik nachhaltiger Landnutzung und Bioökonomie, Universität Bonn

Prof. Dr. Joachim von Braun

ZEF – Ökonomischer und technologischer Wandel, Universität Bonn

PD Dr. Wolfgang Britz, Dr. Till Kuhn

ILR – Ökonomische Modellierung von Agrarsystemen, Universität Bonn

Prof. Dr. Stefanie Bröring, Simon Ohlert, Anna Waßenhoven

ILR – Technologie-, Innovationsmanagement und Entrepreneurship, Universität Bonn

Prof. Dr. Monika Hartmann, Janine Macht, Jeanette Klink-Lehmann

ILR – Marktforschung der Agrar- und Ernährungswirtschaft, Universität Bonn

Prof. Dr. Thomas Heckeley, Dr. Yaghoob Jafari

ILR – Wirtschafts- und Agrarpolitik, Universität Bonn

Prof. Dr. Silke Hüttel, Dr. Stefan Seifert

ILR – Produktionsökonomik, Universität Bonn

Prof. Dr. Ulrich Schurr, Dr. Leonie Göbel

IBG-2 Pflanzenwissenschaften, Forschungszentrum Jülich

Prof. Dr. Grit Walther, Ali Abdelshafy

Lehrstuhl für Operations Management, RWTH Aachen

Projektlaufzeit

01.09.2019 – 31.08.2022

Förderung

Das Gesamtbudget von Transform2Bio beträgt 2.399.949 €. Transform2Bio ist Teil des NRW-Strategieprojekts BioSC und gefördert vom Ministerium für Kultur und Wissenschaft des Landes Nordrhein-Westfalen.

Termine und Ausschreibungen

MS Wissenschaft - Die Tour 2021

Die schwimmende Ausstellung zum Wissenschaftsjahr Bioökonomie 2020/21 ist am 5. Juni in Hamburg erneut gestartet. Auch auf der Tour 2021 ist das Exponat „Algenflipper“ an Bord, an dem das BioSC beteiligt ist.

In NRW legt die MS Wissenschaft zu folgenden Terminen an:

16.-19. August in Krefeld-Uerdingen

20.-23. August in Düsseldorf

24.-27. August in Monheim

28.-31. August in Wesseling

1.-3. September in Königswinter

Den gesamten Tourplan und weitere Informationen finden Sie unter <https://ms-wissenschaft.de/de/>.

Veranstaltungen (Auswahl)

CLIB International Conference 2021 Event Series: Final Event, virtuell

29. Juni 2021

[Weitere Informationen](#)

MECP 2020 - Multistep Enzyme Catalyzed Processes, Aachen

13.-16. September 2021

[Weitere Informationen](#)

NRW-Doktorandentag "Future Bioeconomy", virtuell "Future Food - Sustainable and efficient production"

28. September 2021

[Weitere Informationen](#)

Bioökonomie-Camp, Berlin

30. September - 1. Oktober 2021

[Weitere Informationen](#)

EFIB - European Forum for Industrial Biotechnology & the Bioeconomy, Wien

6.-7. Oktober 2021

[Weitere Informationen](#)

Calls (Auswahl)

Innovationspreis 2021 der BioRegionen in Deutschland

27. Juni 2021

[Weitere Informationen](#)

Call for Papers: Special Issue on promises of growth and sustainability in the bioeconomy

30. Juni 2021

[Weitere Informationen](#)

Kreativer Nachwuchs forscht für die Bioökonomie

15. Juli 2021

[Weitere Informationen](#)

INTERREG-Projekt Circular-BIO

Max. Projektdauer 6 Monate; Projektende spätestens 31. März 2022

[Weitere Informationen](#)

Acker, Algen, Algorithmen - Der Lyrik- und Poetrywettbewerb im Wissenschaftsjahr Bioökonomie

28. September 2021

[Weitere Informationen](#)