



NewFoodSystems
Neue Lebensmittelsysteme

Wir bringen Bioökonomie auf den Teller!

**Ergebnisbericht zu 6 Jahren
Innovationsforschung und Wissenschaftstransfer im
Innovationsraum NewFoodSystems – Neue Lebensmittelsysteme**

Impressum

Herausgeber

Innovationsraum NewFoodSystems/ Der vorliegende Bericht wurde im Rahmen der Förderung des Innovationsraums NewFoodSystems mit dem Ziel der Ergebnissicherung erstellt.

Laufzeit

01.12.2019-30.06.2026

Autorinnen

Janina Horn, Dr. Leonie Fink, Prof. Dr. Ute Weisz, Prof. Dr. Sabine Kulling *

Bildquellen

Die Bildrechte aller Abbildungen liegen beim Max Rubner-Institut (NewFoodSystems/ brennraum.design); mit folgenden Ausnahmen: S. 7: Prof. Dr. Ute Weisz; S. 19/ 39: Hochschule Osnabrück/ Prof. Dr. Andreas Ulbrich; S. 22: Kalle GmbH; S. 23: Kalle GmbH/ Dr. Birgit Menne; S. 27/ 71: Dr.-Ing. Felix Krujatz; S. 34: Volker Lannert/ Universität Bonn; S. 35: Prof. Dr. Sarah Egert; S. 36/ 37: Volker Lannert/ Universität Bonn; S. 38: Pixabay.com/ manseok_Kim; S. 40: Adobe Stock/ Liliia; S. 41: Adobe Stock/ nsit0108; S. 42: Signature Products GmbH; S. 44: Adobe Stock/ jchizhe; S. 46: Pixabay.com/ Holger Langmaier; S. 48: Adobe Stock/ Alexander Rath; S. 49: Adobe Stock/ A Stock Studio; S. 50: Adobe Stock/ 575704741; S. 54/ 56: TU München/ Prof. Dr. Marius Henkel; S. 55: TU München/ Astrid Eckert; S. 58: Symrise AG; S. 59: Dr. Lars Milke; S. 60: Symrise AG; S. 62: iStock.com/ luamduan; S. 63: Dr. Sebastian Soukup; S. 64: MRI/ PD Dr. Markus Schmidt-Heydt; S. 66: Pixabay.com/ manfredrichter; S. 67: Dr. Oliver S. Dörr; S. 68: ROKO Farming/ manfredrichter; S. 70: TU Dresden; S. 73: FH Münster/ Dzemila Muratovic; S. 74: Shutterstock.com/ Viktor Kochetkov; S. 75/ 79: Deutsches Museum Nürnberg, S. 96: BIOCOM AG; S. 105 ff.: verwendete Portraitfotos wurden ohne Quellenangabe zur Verfügung gestellt, oder stammen von NewFoodSystems.

Gender-Hinweis

Aus Gründen der Lesbarkeit wird in dem vorliegenden Bericht auf die gleichzeitige Verwendung der Sprachformen männlich, weiblich und divers (m/w/d) verzichtet. Selbstverständlich impliziert dies keine Benachteiligung anderer Geschlechter oder Identitäten, sondern soll im Sinne der sprachlichen Vereinfachung als geschlechtsneutral zu verstehen sein.

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Koordinatorinnen, Prof. Dr. Sabine Kulling/ Max Rubner-Institut und Prof. Dr. Ute Weisz/ TU München. *

Karlsruhe/ München, Juni 2026

*Die inhaltlichen Beiträge zu den FuEul-Projekten basieren auf Autorenschaft der jeweiligen Projektkonsortien.

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Forschung, Technologie
und Raumfahrt

Inhalt

Innovationsräume Bioökonomie 1

Der Innovationsraum NewFoodSystems 1

Gesamtziel von NewFoodSystems1

Steuerungs- und Management-Struktur von NewFoodSystems 2

 Die Koordination 2

 Der Lenkungsausschuss 3

 Der Innovationsrat 3

 Das Konsortium 3

Forschungs- und Entwicklungs- und Innovationsprojekte von NewFoodSystems 5

 Nachhaltige Proteinzutaten 7

 In4Food 11

 reKultH4Food 15

 SustainVanil 19

 Proteinschichten 23

 ALGAE-MODULE 4.0 27

 Pr:Ins – Ganzheitliche Bewertung 31

 AIProPlant 35

 IKARUS 39

 Hemp4Food 43

 Grassessentials 47

 LacOat4Fungi 51

 PERFEG-MEAT 55

 BCFF 59

 FoxyVanil 63

 HELP 67

 ENABLE 71

 Ernährungsinnovationen 75

 EDiBLe 79

Ergebnisverwertung des Innovationsraums NewFoodSystems 82

 Wissenschaftliche Verwertung 82

 Publikationsreihe 83

 Wissenschaftliche Konferenz 84

 Wirtschaftliche Verwertung 85

 Patente 86

 Workshopreihe „Zukunft is(s)t jetzt“ 86

Transfer in die Öffentlichkeit 88

 Webseite 88

 Social Media 88

 Interviewreihe „Im Dialog“ 89

 Infofilm 89

 Strategische Visualisierung 89

 Projektflyer und Poster 90

 Veranstaltungen und Sichtbarkeit nach außen 90

 Präsenz auf der MS Wissenschaft 90

 Stand auf der VertiFarm 91

 Bundesgartenschau Mannheim – BUGA 2023 92

 Schaufenster Bioökonomie auf der HANNOVER MESSE 94

 Zusammenarbeit mit dem Deutschen Museum 94

 Öffentliche Auftritte auf externen Veranstaltungen 96

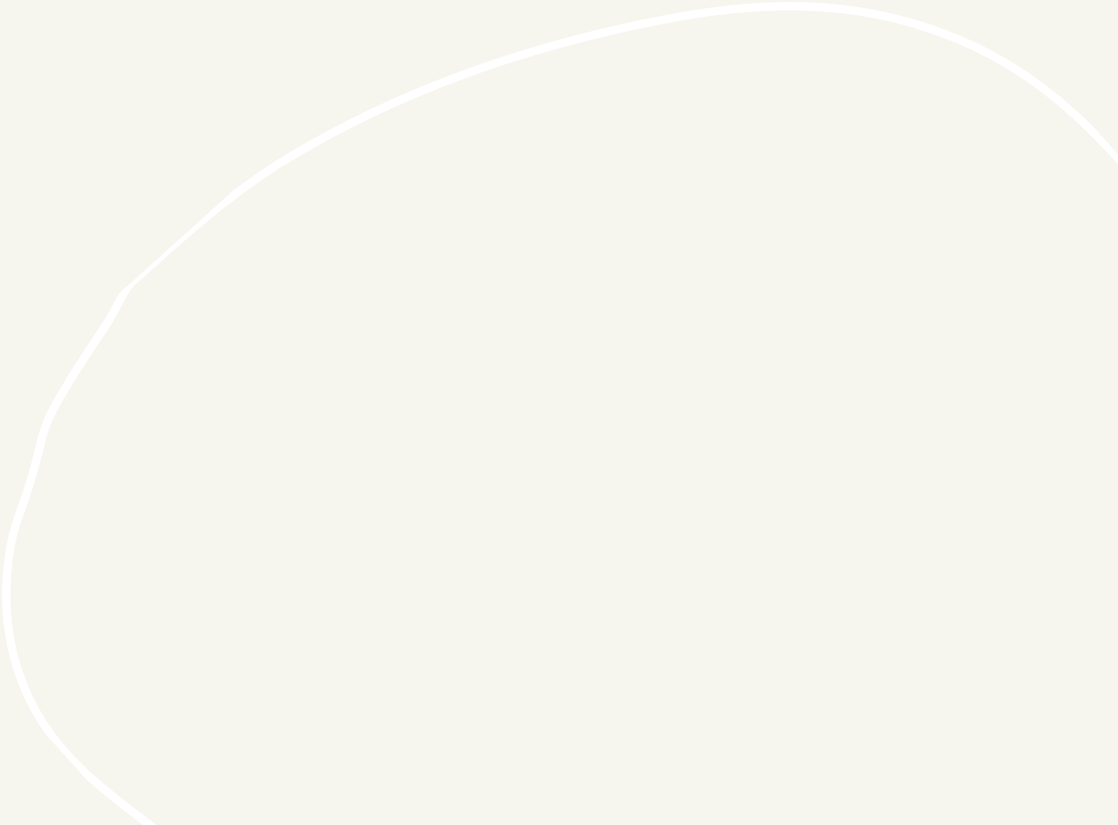
Zusammenarbeit der vier Innovationsräume 101

Abschlussveranstaltung Innovationsräume Bioökonomie 102

Fazit und Ausblick 103

Stimmen aus dem Konsortium 104

Anhänge 1-4



Vorwort



Die Transformation unserer Ernährungs- und Lebensmittelsysteme ist eine zentrale Herausforderung unserer Zeit und bereits Realität. Globale Krisen haben in den vergangenen Jahren deutlich gemacht, wie fragil bestehende Strukturen sind und unterstreichen die Notwendigkeit, diese nachhaltiger und resilienter zu gestalten. Fragen der Ernährungssicherheit, Ressourcenschonung und Gesundheit erfordern ein gemeinsames Handeln über Disziplinen und Sektoren hinweg.

Der Innovationsraum NewFoodSystems, gefördert vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt im Rahmen der Nationalen Forschungsstrategie Bioökonomie, hat sich in den vergangenen Jahren dieser Aufgabe gestellt. Ziel war es, unterschiedliche Akteure aus Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft zusammenzubringen, um neue Wege für die Ernährung von morgen zu entwickeln und zu erproben.

Dieser Bericht gibt Einblicke in die Ergebnisse aus sechs Jahren gemeinsamer Forschungs- und Entwicklungsarbeit. Er zeigt die Vielfalt der bearbeiteten Themen – von neuen Rohstoffquellen und Produktionssystemen über innovative Lebensmittelzutaten bis hin zu Fragen der Systemintegration, Nachhaltigkeitsbewertung und gesellschaftlichen Akzeptanz. Die Projekte verdeutlichen, dass die Transformation unserer Ernährungs- und Lebensmittelsysteme nicht durch einzelne Lösungen gelingt, sondern durch das Zusammenspiel technologischer, ökologischer, ökonomischer, rechtlicher und sozialer Perspektiven.

NewFoodSystems hat sich dabei als ein lebendiger Innovationsraum etabliert, in dem neue Ideen entstanden, weiterentwickelt und in konkrete Anwendungen überführt werden konnten. Begleitend dazu wurden die Themen aktiv in die Öffentlichkeit getragen – durch Beiträge zu Veranstaltungen und Messen sowie den kontinuierlichen Dialog mit unterschiedlichen gesellschaftlichen Akteuren. Die Zusammenarbeit der Partner war dabei geprägt von Offenheit, gegenseitigem Vertrauen und dem gemeinsamen Anspruch, wissenschaftliche Erkenntnisse in die Praxis zu überführen.

Die in diesem Heft vorgestellten Arbeiten sind gleichzeitig Bilanz und Ausgangspunkt: wir präsentieren zentrale Ergebnisse und zeigen zugleich, wo ein weiterer Bedarf für Forschung, Innovation und Transfer besteht.

Wir laden Sie ein, diesen Bericht als Inspiration und Anregung zu nutzen – für neue Kooperationen, weiterführende Ideen und konkrete Schritte hin zu nachhaltigeren und resilienteren Ernährungs- und Lebensmittelsystemen.

Ihre

S. Kulling



Prof. Dr. Sabine E. Kulling
Max Rubner-Institut

Ute Weisz



Prof. Dr. Ute Weisz
TU München

Innovationsräume Bioökonomie

Mit dem Förderprogramm „Innovationsräume Bio-ökonomie“ unterstützte das Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) im Rahmen der „Nationalen Forschungsstrategie Bio-Ökonomie 2030“ die Entwicklung bioökonomischer Innovationen als Treiber für eine nachhaltige, bio-basierte Wirtschaft. In den Innovationsräumen sollten Forschungsergebnisse umfassender als bisher genutzt und Prozesse angestoßen werden, die zu Bausteinen eines gesamtgesellschaftlichen Veränderungsprozesses im Sinne der Bioökonomie werden. Die wissenschaftlichen Voraussetzungen hierfür sind in Deutschland hervorragend und es gibt nach wie vor großes Potenzial für kontinuierlich neue Ideen. In den Innovationsräumen kamen Akteure aus Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft zusammen, um diese Ideen aufzugreifen und für branchenübergreifende Innovationen nutzbar zu machen. Die vier ausgewählten Innovationsräume Bioökonomie waren in den Themenbereichen Ernährung, Textilien, urbane Bioökonomie und marine Bioökonomie angesiedelt und wurden in diesen erfolgreich ausgestaltet.

Der Innovationsraum NewFoodSystems

Das an die Ausschreibung angegliederte mehrstufige Auswahl- und Förderverfahren, welches sich in eine Skizzen-, Konzeptions- und Umsetzungsphase¹ unterteilt(e), wurde vom Innovationsraum NewFoodSystems (NFS) erfolgreich durchlaufen. Somit startete die Umsetzungsphase für NFS am 01.12.2019 und wurde bis zum 30.06.2026 mit bis zu 20 Mio. Euro Fördermitteln unterstützt. Dem Start des Innovationsraums ging eine 1-jährige geförderte Konzeptphase voraus, in der sich das Konsortium auf Basis der gewählten Themenschwerpunkte formierte. Bereits vor offiziellem Beginn der Förderphase fand am 08.12.2019 als Ergebnis einer intensiven Konzeptphase das Kick-off-Treffen des sich formierenden Konsortiums mit über 60 Teilnehmenden am Max Rubner-Institut (MRI) in Karlsruhe statt. Der Innovationsraum

startete dann am 01.12.2019 und damit kurz vor dem Ausbruch der COVID-19-Pandemie im März 2020, was besonders die Umsetzung der geplanten Startprojekte deutlich verzögerte und eingeplante finanzielle Mittel durch Unternehmensbeteiligungen wegfallen ließ. Trotz dieser Schwierigkeiten gelang es, NFS recht schnell zu einem vitalen Innovationsraum zu entwickeln und als „Marke“ zu etablieren. Vital, da ein großer Teil der Partner aktiv und engagiert dabei war, sei es bei den jährlichen Konsortialtreffen, oder bei den zahlreichen öffentlichen Veranstaltungen im Rahmen der Wissenschaftskommunikation. Vital auch, da sich über die Jahre zwischen den Partnern innerhalb der Forschungs- und Entwicklungs- und Innovationsprojekte (FuEul-Projekte) und auch projektübergreifend eine offene Diskussionskultur als Basis einer vertrauensvollen Zusammenarbeit entwickelte.

Gesamtziel von NewFoodSystems

In den Innovationsräumen sollte eine Innovationskultur entwickelt werden, die kreative Forschungs- und Entwicklungsarbeit zwischen Unternehmen und wissenschaftlichen Einrichtungen im Feld der Bioökonomie fördert. Ziel war es, die Forschungsergebnisse umfassend für branchenübergreifende Innovationen zu nutzen. NFS hatte sich dazu das Gesamtziel gesetzt, zukunftsfähige Ansätze für die Ernährung von morgen zu entwickeln. Damit verbunden war die Sicherung der Ernährung, die nachhaltige Gestaltung von Produktionssystemen, die Erzeugung sicherer und gesunder Lebensmittel sowie die Förderung der Bioökonomie. NFS verstand sich als Inkubator neuer Ideen für Produkte, Prozesse und Dienstleistungen in Ernährungs- und Lebensmittel-systemen und deren Umsetzung in FuEul-Projekten. Für die Verbundprojekte wurden gezielt Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft gesucht, deren Expertisen und Verwertungsziele sich ergänzten. In den FuEul-Projekten erforschte und entwickelte NFS neue Produktions- und Anbauverfahren für die Lebensmittelproduktion, neue Rohstoffe und Rohstoffquellen sowie neue Ansätze zur Systemintegration und Wertschöpfung aus Nebenströmen. Schwerpunkte waren dabei die Controlled Environment Cultivation (Pflanzen, Algen, Insekten, Fische oder andere Organismen) und die Herstellung und Applikation nachhaltiger Lebensmittelzutaten. Ein ganzheitlicher

¹ Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR), 2016. Bekanntmachung: Richtlinie zur Fördermaßnahme „Innovationsräume Bioökonomie“ im Rahmen der „Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“. Bundesanzeiger 2016. Online unter: https://www.bmftr.bund.de/SharedDocs/Bekanntmachungen/DE/2016/09/1250_bekanntmachung.html

Bewertungsansatz begleitete die Projekte und berücksichtigte neben Qualität und Sicherheit auch Verbraucherakzeptanz, Wirtschaftlichkeit, Marktfähigkeit und Nachhaltigkeit als grundlegende Faktoren für einen Erfolg im Markt.

Das Gesamtziel war in die übergeordneten Ziele des Innovationsraums eingebettet, die einen direkten Bezug zu den in der „Nationalen Forschungsstrategie BioÖkonomie 2030“ formulierten Handlungsfeldern und Leitlinien aufwiesen:

- Ernährung sichern
- Produktionssysteme nachhaltig gestalten
- Sichere und gesunde Lebensmittel erzeugen
- Nachwachsende Rohstoffe industriell nutzen
- Wertschöpfung erhöhen
- Bioökonomie leben, entwickeln und kommunizieren

Darüber hinaus bestand die Ambition, die Forschungsaktivitäten und das Partnernetzwerk von NFS auch über die offizielle Förderphase hinaus zu erhalten und als erfolgreiches Netzwerk in der Forschungslandschaft der Bioökonomie zu etablieren.

DIE VISION

NewFoodSystems hat sich als vitaler Innovationsraum besonderer Prägung etabliert, in dem den Herausforderungen der globalen Lebensmittelversorgung im Schulterschluss von Wissenschaft, Industrie und Gesellschaft mit neuen Ideen, Konzepten, Verfahren, Produkten und Dienstleistungen begegnet wird.

DIE MISSION

NewFoodSystems agierte als kontinuierlicher Inkubator für die Exploration, Entwicklung und Evaluation neuartiger, qualitativ hochwertiger und umweltschonender Produktionssysteme für Futter- und Lebensmittel im offenen Dialog mit der Gesellschaft.

Steuerungs- und Management-Struktur von NewFoodSystems

Die Koordination

Der Innovationsraum wurde gemeinsam vom MRI und der Technischen Universität München (TU München) koordiniert. Vom 01.12.2019 bis 31.12.2022 erfolgte die Koordination seitens des MRI in Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung (IVV). Ab dem 01.01.2023 erfolgte zunächst eine Zusammenarbeit mit der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, bis hier ein Wechsel der verantwortlichen Personen an die TU München erfolgte (ab dem 01.03.2024). Die hauptverantwortlichen Personen waren Prof. Dr. Sabine Kulling (Kordinatorin; MRI), Prof. Dr. Ute Weisz (Ko-Kordinatorin; TU München) und Prof. em. Dr. Hannelore Daniel (Botschafterin; Emerita TU München). Mitinitiator Prof. Dr. Peter Eisner (Innovationstreiber, IVV) hatte seine aktive Mitarbeit im Innovationsraum aufgrund des Ausscheidens des IVV aus der Koordinationstätigkeit beendet, war NFS jedoch weiterhin verbunden.

Um die tägliche Arbeits- und Funktionsfähigkeit des Innovationsraums gewährleisten zu können, wurde am MRI das NFS-Koordinationsbüro eingerichtet. Mit dem Hinzukommen der Rheinischen Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn in die Koordination wurde 2023 eine Zweigstelle des Koordinationsbüros etabliert. Für eine regelmäßige Abstimmung aller internen (z. B. Sitzungen des Lenkungsausschusses) und externen (z. B. Workshops und Webinare) Aktivitäten fand wöchentlich ein interner Jour fixe des „Kernteams“ statt. Diese intensive Kommunikationsstruktur gewährleistete ein effizientes Projektmanagement sowie eine kooperative und erfolgreiche Zusammenarbeit der beiden Koordinationsbüros. Alle koordinativen und administrativen Aufgaben wurden seitens der Koordinationsbüros bearbeitet. Dazu zählten bspw. der Austausch mit dem Projektträger, die Organisation und Unterstützung der Arbeit und Treffen der Gremien (Lenkungsausschuss, Innovationsrat, Konsortialtreffen), die Pflege und Förderung des Austauschs mit den Partnern, die Beratung und Begleitung der Partner bei der Antragstellung von FuEul-Projekten sowie die Finanzplanung und das Monitoring des Innovationsraums und seiner FuEul-Projekte. Zudem diente das Koordinationsbüro während der Projektlaufzeit als Kontaktstelle für potenzielle neue Partner,

externe Anfragen und die Öffentlichkeit. Auch die Öffentlichkeitsarbeit für den Innovationsraum sowie Webinare, Workshops und weitere Veranstaltungen wurden von hier aus initiiert und durchgeführt.

Der Lenkungsausschuss

Die zentrale Steuerungseinheit des Innovationsraums war der Lenkungsausschuss. Er setzte sich aus einem permanentem Ausschuss von fünf Mitgliedern und aus mehreren temporären Mitgliedern zusammen. Ständige Mitglieder waren neben den drei Initiatoren des Innovationsraums (Prof. Dr. Sabine Kulling, Prof. Dr. Hannelore Daniel und Prof. Dr. Peter Eisner) Prof. Dr. Ulrich Hamm (Emeritus Universität Kassel) und Dr. Alexis Katechakis (damals fors.earth GmbH). Die temporären Mitglieder setzten sich aus einer gewählten Industrievertretung sowie den aktuellen Projektleitungen der geförderten FuEul-Projekte zusammen. Laut Konsortialvertrag sollte sich der Lenkungsausschuss alle sechs Monate zusammenfinden, bei Bedarf auch häufiger. Er entschied über die Aufnahme neuer Partner, die Einreichung von Projektanträgen und die strategische Ausrichtung des Innovationsraums. Abstimmungsrunden wurden neben den offiziellen Sitzungen auch kurzfristig per Mail einberufen, um eine schnelle Handlungsfähigkeit hinsichtlich neuer Projektinitiativen zu ermöglichen. Dies erfolgte vor allem in den Phasen der vermehrten Skizzen-/ Antragseinreichungen für neue FuEul-Projekte. Dem Lenkungsausschuss stand ein Innovationsrat beratend zur Seite.

Der Innovationsrat

Der Innovationsrat diente vor allem in den ersten Jahren dazu, dem Lenkungsausschuss Impulse für neue Themen, auch im Hinblick auf den Ausbau und die Fortschreibung des Innovationsraums, zu geben. Er vermittelte Kontakte zu Unternehmen und anderen Einrichtungen, beriet die Entscheidungsträger von NFS bei der strategischen Ausrichtung des Innovationsraums und seiner Positionierung als sichtbarer Katalysator für neue Ernährungs- und Lebensmittelsysteme in Deutschland (und Europa). Impulse und Vorschläge des Innovationsrates, der in der Regel einmal jährlich zu einer Sitzung zusammenkam, wurden schriftlich festgehalten und an den Lenkungsausschuss übermittelt. Dem Innovationsrat gehörten fünf Persönlichkeiten an, die alle in ihren Bereichen viel Erfahrung mitgebracht haben (Prof. Dr. Gunther

Hirschfelder, Universität Regensburg, Institut für Information und Medien, Sprache und Kultur, Professur für Vergleichende Kulturwissenschaft; Dr. Wolfgang Kraus, Südzucker AG, Zentralabteilung Forschung, Entwicklung und Services; Dr. Gerhard Schmid, ehemals Wacker Chemie AG; Prof. Dr. Wilhelm Windisch, TU München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan, Lehrstuhl für Tierernährung und Dr. Holger Zinke, ehemals Gründer und CEO der B.R.A.I.N. AG, Zwingenberg).



Das Konsortium

Das Konsortium von NFS war sehr breit aufgestellt und deckte nahezu alle Kompetenzbereiche und Facetten von Ernährungs- und Lebensmittelsystemen ab. Diese reichten vom Anbau und der Erzeugung von Rohstoffen über die Konzeption und den Bau von Anlagen, der Herstellung und Verarbeitung von Zutaten für Lebens- und Futtermittel sowie deren Applikation bis hin zum Handel. Aus dem Bereich der Industrie waren sowohl Start-ups, KMU, Mittelstand als auch Großunternehmen vertreten. Beteiligte Forschungseinrichtungen waren Universitäten, Fachhochschulen, Hochschulen, Fraunhofer-Institute, Leibniz-Institute sowie Bundesforschungseinrichtungen. Das Konsortium bestand zum Ende der Laufzeit aus 73 Partnern, die den gemeinsamen Konsortialvertrag (Innovationsbündnis) unterzeichnet hatten. Dieser bildete den rechtlichen Rahmen für die Zusammenarbeit der Partner und deren Förderfähigkeit innerhalb von NFS. Vertreter der Partner kamen einmal im Jahr im Rahmen des Konsortialtreffens (Bündnisversammlung) zusammen. Dort wurde über

den in den Projekten erreichten Fortschritt und über die (aktualisierte) strategische Ausrichtung zum Erhalt und zur Verstetigung des Innovationsraums berichtet und diskutiert.



Konsortium NFS, Stand 2026

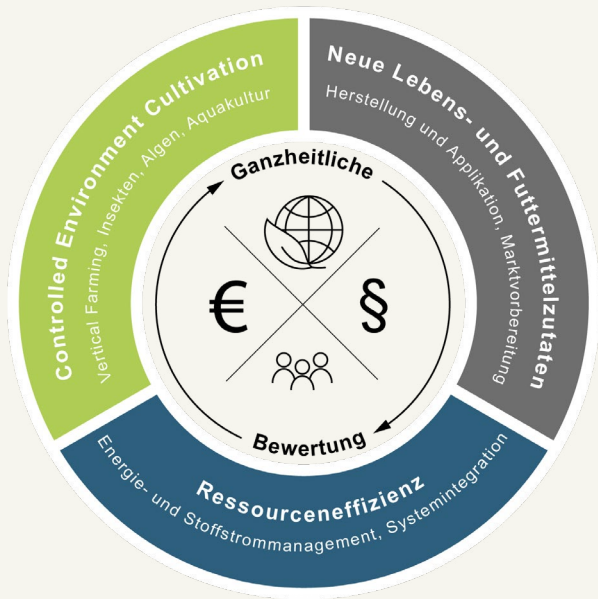
Forschungs- und Entwicklungs- und Innovationsprojekte von NewFoodSystems

Die thematische Ausrichtung des Innovationsraums wurde durch die drei Innovationsfelder „Controlled Environment Cultivation“, „Herstellung und Applikation neuer Lebens- und Futtermittelzutaten“ sowie „Ressourceneffizientes Energie- und Stoffstrommanagement und Systemintegration“ charakterisiert. Die FuEuI-Projekte von NFS waren dabei einzelnen Innovationsfeldern zugeordnet, oder teilweise feldübergreifend angelegt.

Im Zentrum des **Innovationsfeldes I („Controlled Environment Cultivation“)** stand die Kultivierung von Organismen wie Pflanzen, Pilzen, Mikroalgen und Insekten in geschlossenen und kontrollierbaren Produktionssystemen. Diese Form der Erzeugung kann Bestandteil flächen- und ressourcenschonender Produktionskonzepte sein, in denen unabhängig von natürlichen Umwelteinflüssen lokal, ganzjährig und mit gleichbleibender Qualität produziert werden kann.

Das **Innovationsfeld II („Herstellung und Applikation neuer Lebens- und Futtermittelzutaten“)** zielte darauf ab, neue nachhaltige Lebensmittel- und Futtermittelzutaten zu entwickeln und deren Anwendung zu untersuchen. Vor dem Hintergrund, den Konsum tierischer Produkte langfristig zu reduzieren und nachhaltige Alternativen zu stärken, lag der Schwerpunkt auf der Herstellung, Weiterverarbeitung und Charakterisierung alternativer Proteinquellen sowie weiterer funktionaler Zutaten und deren Einsatz in Lebens- und Futtermitteln.

Im **Innovationsfeld III („Ressourceneffizientes Energie- und Stoffstrommanagement, Systemintegration“)** wurde insbesondere die Verknüpfung verschiedener Produktionssysteme untersucht. Durch die Kombination von Anbausystemen für Pflanzen, Mikroalgen, Insekten oder Aquakulturen sollte eine möglichst effiziente Nutzung von Stoffströmen erreicht werden, im Idealfall mit dem Ziel einer weitgehend CO₂-neutralen Produktion. Ein weiterer wichtiger Aspekt war die Nutzung und Aufwertung von Nebenströmen aus der Lebensmittelverarbeitung.



Neue FuEuI-Projekte durchliefen in NFS ein vorgegebenes Begutachtungsverfahren. Neben der Bewertung der eingereichten Skizzen durch den Lenkungsausschuss wurde immer auch ein externes Fachgutachten eingeholt, das mit in die abschließende Bewertung einfließt. Anschließend wurden die förderfähigen Skizzen von den Antragsstellern bei Bedarf überarbeitet und in offizielle Antragsunterlagen ausgearbeitet („Von der Idee zum FuEuI-Projekt“, Anhang 1). In Abstimmung mit dem Konsortium und auf Beschluss des Lenkungsausschusses wurden seitens der Koordination zwei Ausschreibungen zu den Themenfeldern „Edible Coating“ und „Pilze“ veröffentlicht, um FuEuI-Projekte in diesen Themenfeldern zu akquirieren, was beim Thema Pilze auch erfolgreich war.

Bereits in der Konzeptionsphase wurden fünf sogenannte „Startprojekte“ zu den Themen Vertical Farming, Mikroalgen, Insekten, nachhaltige Proteinzutaten und einer ganzheitlichen Bewertung initiiert. Im weiteren Verlauf des Innovationsraums konnten insgesamt 18 FuEuI-Projekte initiiert werden. Ergänzend dazu wurden zwei Projekte des Deutschen Museums Nürnberg realisiert, die der Wissenschaftskommunikation und dem Austausch mit der breiten Öffentlichkeit – insbesondere mit Schulklassen – dienten.

Im Folgenden sind die einzelnen Projekte mitsamt ihren wichtigsten Ergebnissen dargestellt. Für detaillierte Informationen zu den einzelnen FuEuI-Projekten verweisen wir auf die aufgeführten Publikationen (siehe Anhang 2) und offiziellen Zwischen- und Abschlussberichte der Fördervorhaben.



Nachhaltige Proteinzutaten

Laufzeit:

01.10.2020 – 31.03.2024

Projektpartner:

Agravis Raiffeisen AG, Döhler GmbH, endori food GmbH & Co. KG, Fraunhofer IVV, HAW Hamburg, Hydrosol GmbH & Co. KG, ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH, Kalle Management GmbH, Planteneers GmbH, Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn, Scheid AG & Co. KG, Südzucker AG, VAN HEES GmbH, Zentis Fruchtwelt GmbH & Co. KG



Nach mehr als 20 Jahren Erfahrung bei der Bearbeitung von Forschungsprojekten kann ich sagen, dass die Zusammenarbeit in diesem Projektkonsortium aufgrund des hohen Engagements unserer Konsortialpartner eine wirkliche Freude war und sich gezeigt hat, dass im Bereich der pflanzlichen Proteine noch viel zu tun ist.

PROF. DR. UTE WEISZ
TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN/ PROJEKTKOORDINATION

Projektziele

- Entwicklung einer umfassenden Protein-datenbank als Grundlage für die kenngrößen-spezifische Auswahl von Proteinen oder Proteinkombinationen für bestimmte Verwendungs-zwecke
- Gezielter Einsatz der Proteine zur Herstellung von innovativen Lebens- und Futtermitteln
- Vernetzung unserer Partner aus der Lebens-mittelindustrie und -forschung für den Auf-bau zukünftiger Kooperationen

Output auf einem Blick

- Proteindatenbank mit Daten zur Zusammen-setzung, sensorischen und funktionellen Eigenschaften von 91 verschiedenen alter-nativen Proteinzutaten und Molkenprotei-nen sowie Nachhaltigkeitssteckbriefen
- Herstellung und Weiterentwicklung innova-tiver, proteinbasierter Lebensmittel wie z. B. proteinangereicherte Fruchtzubereitungen, pflanzenbasierte schnittfähige Käsealterna-tiven, Hackfleischalternativen, proteinange-reicherte Pflanzendrinks
- Optimierung von Herstellungsprozessen für Proteinzutaten, wie z. B. Ressourcenscho-nender Prozess zur Herstellung von Sonnen-blumenproteinkonzentrat für den Einsatz in Backwaren, Weiterentwicklung des Pro-zesses zur Anwendung von Lupinenprotein in Milchproduktalternativen, Herstellung pflanzlicher Texturen
- Verbesserung proteinbasierter Zutatenmi-schungen für den Einsatz in Lebensmitteln
- Herstellung und Weiterentwicklung von Fut-termitteln auf Basis alternativer Proteine

Hintergrund & Zielsetzung

Der weltweite Bedarf an Proteinen wird mit dem Wachstum der Weltbevölkerung weiter steigen. Gleichzeitig ist die Produktion tierischer Eiweißquellen – insbesondere von Rindfleisch – mit erheblichen Umwelt- und Klimabelastungen verbunden. Eine nachhaltige Sicherung der globalen Proteinversorgung erfordert daher die gezielte Erschließung alternativer Quellen wie pflanzlicher Proteine, Insekten oder Mikroalgen.

Am Markt waren und sind eine Vielzahl pflanzlicher Proteinpräparate verfügbar. Bei diesen sind funktionelle Eigenschaften, sensorische Qualitäten und spezifische Einsatzmöglichkeiten nur unzureichend systematisch erfasst. Für Lebensmittel- und Futtermittelhersteller erschwert dies die Auswahl geeigneter Proteine für konkrete Anwendungen erheblich. Gleichzeitig befinden sich neuartige Proteinquellen – etwa aus Insekten oder Mikroalgen – vielfach noch in frühen Entwicklungsstadien und sind entweder nicht kommerziell verfügbar oder vergleichsweise teuer.

Vor diesem Hintergrund verfolgte das Projekt „Nachhaltige Proteinzutaten“ zwei übergeordnete Ziele: Zum einen sollte eine umfassende, wissenschaftlich fundierte Proteindatenbank entwickelt und aufgebaut werden, die relevante Kenngrößen verschiedenster Proteinpräparate systematisch erfasst und damit eine anwendungsspezifische Auswahl sowie gezielte Proteinkombinationen ermöglicht. Zum anderen zielte das Projekt darauf ab, auf Basis dieser Daten innovative Lebens- und Futtermittel zu entwickeln und die identifizierten Proteine funktional optimal einzusetzen.

Insgesamt zielte das Projekt darauf ab, durch die enge Zusammenarbeit von Forschungseinrichtungen und Industriepartnern eine belastbare Entscheidungsgrundlage für die Produktentwicklung zu schaffen und zugleich die Marktfähigkeit nachhaltiger Proteinquellen zu stärken. Langfristig soll damit ein Beitrag zur Transformation hin zu einer ressourcenschonenden und zukunftsfähigen Versorgung mit hochwertigen Proteinen geleistet werden.

Ergebnisse

Im Projekt „Nachhaltige Proteinzutaten“ wurde durch den Aufbau einer strukturierten, standardisierten Proteindatenbank eine umfassende wissenschaftliche Grundlage für die gezielte Auswahl und (Weiter-)

Entwicklung pflanzlicher Proteinzutaten geschaffen. Im Zentrum stand dabei die systematische Charakterisierung chemischer, physikalisch-chemischer und funktioneller Eigenschaften von insgesamt 91 Proteinpräparaten unterschiedlicher Herkunft – darunter Proteine aus Leguminosen, Algen, Insekten sowie Molkenproteine als Referenzsysteme.

Um die Eigenschaften der verschiedenen Proteinpräparate systematisch zu erfassen, wurden dafür insgesamt über 16.000 Einzelmessungen durchgeführt. Für eine verlässliche Datengrundlage kamen standardisierte Vorgehensweisen zum Einsatz – darunter standortübergreifende Methodenvergleiche und -validierungen, Qualitätsregel- und Kontrollkarten sowie detaillierte Standard Operating Procedures (SOPs). So konnte eine einheitliche und vergleichbare Erhebung aller Messergebnisse sichergestellt werden. Die erzielten Messergebnisse zeigen deutlich, dass die Funktionalität pflanzlicher Proteinzutaten stark von Rohstofftyp, Herstellungsverfahren, Verarbeitungsgrad und Analysebedingungen abhängt. Selbst Proteinpräparate aus identischen Quellen wiesen teilweise erhebliche Unterschiede in Löslichkeit, Gelbildungsvermögen, Schaumeigenschaften oder Texturverhalten auf. Besonders deutlich beeinflussten technologische Modifikationen wie enzymatische Hydrolyse oder Fermentation die funktionellen und sensorischen Eigenschaften, welche hierdurch gezielt verbessert werden konnten. Weitere zentrale Erkenntnisse aus den Messungen zeigten, dass sich die Proteinlöslichkeit, die Benetzbarkeit der Pulver, die Farbe und die Partikelgröße als wichtige Schlüsselkriterien zur Unterscheidung von Soja-, Erbsen- und Ackerbohnenproteinen erwiesen haben. Außerdem zeigte die Kombination unterschiedlicher Proteinzutaten positive Effekte auf die Schaum- und Gelbildung sowie auf die Gesamtproteinqualität wie z. B. den Aminosäureindex.



Ergänzend zu den chemischen, physikalisch-chemischen und funktionellen Eigenschaften wurden sensorische Analysen durchgeführt. Dabei wurden kommerziell erhältliche Proteinzutaten unterschiedlicher Quellen sowohl in wässriger Lösung als auch in Emulsion untersucht. Mithilfe sogenannter RATA-Analysen (Rate-All-That-Apply) wurden insgesamt 56 Proteinzutaten in wässriger Dispersion und 59 Proteinpräparate in Emulsion anhand eines speziell entwickelten Attribute-Lexikons mit 77 Merkmalseigenschaften charakterisiert. Die untersuchten Präparate deckten ein breites Spektrum von Proteinmehlen über -konzentrate bis hin zu -isolaten mit Proteingehalten zwischen 36 und 99,6 % ab und stammten aus 13 unterschiedlichen Rohstoffgruppen, insbesondere Erbse, Ackerbohne und Soja. Die Auswertung mittels Hauptkomponentenanalyse zeigte, dass sich vor allem Kartoffel-, Insekten- und Reisproteine sensorisch deutlich von den anderen Gruppen sowie voneinander abgrenzten, sowohl in wässriger Suspension als auch in Emulsion. Insgesamt wurde deutlich, dass sowohl der Rohstofftyp als auch die verwendeten Fett- und Ölkonzentrate das sensorische Profil maßgeblich beeinflussten. Darüber hinaus wurden Applikationsversuche durchgeführt, um die Eignung ausgewählter Proteinpräparate für verschiedene Produktgruppen zu bewerten. Hierzu wurden u. a. Käsealternativen, Barista-Haferdrinks, Hackfleischalternativen sowie proteinangereicherte Fruchtzubereitungen sensorisch analysiert. Auf Basis von Varianz- und Hauptkomponentenanalysen konnten gezielt vielversprechende Proteinpräparate für den jeweiligen Einsatz identifiziert werden.

Zudem wurden in Zusammenarbeit mit dem Projekt „Pr:Ins“ (siehe S. 31) verschiedene Nachhaltigkeitsaspekte der Proteinzutaten betrachtet. So wurden für alle in der Proteindatenbank enthaltenen alternativen Proteinquellen Umweltfußabdrücke in Form von Nachhaltigkeitssteckbriefen erstellt, die ökologische Kenngrößen systematisch erfassen. Die Bewertung erfolgt nach LCA-Standards (ISO 14040/44) im Cradle-to-Gate-Ansatz und berücksichtigte zentrale Wirkungskategorien wie Klimawandel, Eutrophierung, Versauerung und Ressourcenverbrauch. Ergänzend wurden potenzielle soziale Risiken mithilfe der Social Hotspot Database analysiert. Dadurch können neben technofunktionellen Eigenschaften künftig auch ökologische und soziale Gesichtspunkte in Entscheidungsprozesse für die Auswahl von Proteinzutaten

und deren Anwendungen einbezogen werden.

Im Rahmen von Applikationsuntersuchungen wurden zudem 15 Proteintexturate und 13 Proteinpräparate in Modellprodukten getestet. Auf Basis definierter Standardrezepturen entstanden u. a. Burger-Patties und Scheibenkäsealternativen. Die verwendeten Proteintexturate zeigten keinen signifikanten Einfluss auf die Festigkeit und das Bissverhalten der Burger-Patties. Bei den Käsealternativen beeinflussten die eingesetzten pflanzlichen Proteine deutlich deren Farbe, Textur und Geschmack. Leguminosenproteine erwiesen sich insgesamt als besonders geeignet für proteinangereicherte Käsealternativen, wobei Ackerbohnenprotein dabei die höchste Festigkeit bei gleichzeitig akzeptabler Elastizität erreichte. So sind die gewonnenen Erkenntnisse bereits in praxisnahe Entwicklungen eingeflossen – konkret in die Herstellung und Optimierung proteinbasierter Lebensmittel, in die Weiterentwicklung von Herstellungsverfahren zur Erweiterung der Einsatzmöglichkeiten pflanzlicher Proteinpräparate (bspw. für ressourcenschonende Prozesse zur Gewinnung von Proteinkonzentraten, die Optimierung der Funktionalität von Lupinen- und Sonnenblumenproteinen und die Herstellung pflanzlicher Proteintexturate) sowie in die Produktion von Futtermitteln mit alternativen Proteinquellen.

Insgesamt stellt die entwickelte Proteindatenbank mit komfortablen Suchfunktionen, integrierten Berechnungstools und grafischen Auswertungen ein leistungsfähiges Werkzeug für Forschung und Entwicklung im Bereich alternativer Proteine dar. Es wurde damit ein praxisnahes Werkzeug geschaffen, welches es Unternehmen der Lebensmittel- und Futtermittelindustrie ermöglicht, geeignete Proteine gezielter auszuwählen, Kombinationen effizienter zu entwickeln und Produktentwicklungsprozesse zu beschleunigen. Die enge Einbindung des Industriekonsortiums stellte dabei sicher, dass die wissenschaftlichen Erkenntnisse unmittelbar anwendungsorientiert bewertet und marktnah weiterentwickelt werden konnten.





In4Food: Controlled Environment-Produktion und Verarbeitung von hochqualitativen pflanzlichen Rohstoffen zur Verwendung in Lebensmitteln

Laufzeit:

01.01.2021 – 31.12.2024

Projektpartner:

Fraunhofer IME, Julius Kühn-Institut, Max Rubner-Institut, nadicom Gesellschaft für angewandte Mikrobiologie GmbH, Symrise AG



Das Besondere an der Bearbeitung von „In4Food“ war für mich die enge Zusammenarbeit zwischen Partnern aus Wissenschaft und Industrie. Das Einbringen der unterschiedlichen Expertisen hat dabei den Erfolg des Projekts ermöglicht. Zudem konnten wertvolle Kontakte geknüpft werden, die uns auch in zukünftigen Projekten bereichern werden!

DR. MELANIE HUCH
MAX RUBNER-INSTITUT/ PROJEKTKOORDINATION

Projektziele

- Indoor-Kultivierung ausgewählter Kräuter und Spezialkulturen
- Optimierung der Indoor-Anbaubedingungen (Licht, Nährstoffe, Umweltfaktoren) zur gezielten Steigerung wertgebender Inhaltsstoffe und Minimierung unerwünschter Metabolite
- Entwicklung und Anwendung moderner Analytikmethoden zur Sicherstellung von Qualität und Lebensmittelsicherheit der Pflanzen
- Reduktion des Düngemitelesatzes durch Bioeffektoren zur Steigerung der Nachhaltigkeit der Produktionssysteme

Output auf einem Blick

- Ein Großteil der in Borretsch vorkommenden PA ist nicht durch die Verordnung (EU) 2023/915 reguliert
- PA-Gehalte in Borretsch sinken deutlich mit zunehmendem Pflanzenalter
- Sehr hohe PA-Gehalte in Borretsch-Microgreens – Verkehrsfähigkeit ist daher kritisch zu prüfen
- Oregano konnte erfolgreich indoor kultiviert werden; Anbaubedingungen steuern Biomasse, Metabolom und Ölgehalt
- Parakresse konnte erfolgreich indoor kultiviert werden; energieeffiziente Licht- und Düngekonzepte; Blüten mit höherem Spilantholgehalt als Blätter
- Rubus konnte erfolgreich aeroponisch indoor kultiviert werden; erhöhte Biomasse und Inhaltsstoffe durch optimierte Licht- und Nährstoffbedingungen
- 131 charakterisierte Rhizosphären-Bakterienstämme als Bioressource für wachstumsstimulierende Mikroorganismengemische verfügbar

Hintergrund & Zielsetzung

Die Controlled-Environment-Kultivierung von Pflanzen – insbesondere in Form von Vertical-Farming-Systemen – gilt als vielversprechender Ansatz für eine ressourcen- und flächenschonende, ganzjährig verfügbare und qualitätsgesicherte Pflanzenproduktion. Trotz ihres hohen Potenzials für die Bioökonomie besteht insbesondere im industriellen Maßstab noch erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf, u. a. in Bezug auf Energieeffizienz, Automatisierung, Pflanzenqualität, Umwelt-Pflanze-Wechselwirkungen sowie Wirtschaftlichkeit.

Vor diesem Hintergrund setzte das Projekt „In4Food“ an der gezielten Indoor-Kultivierung ausgewählter Kräuter und Spezialkulturen zur Aromatisierung von Lebensmitteln an. Im Fokus standen dabei Oregano, Parakresse, Borretsch und Rubus. Ziel war es, die wissenschaftlichen Grundlagen für einen nachhaltigen und wirtschaftlichen Indoor-Anbau dieser Rohstoffpflanzen zu erarbeiten und deren Potenziale systematisch auszuschöpfen. Im Mittelpunkt stand dabei die Optimierung der Anbaubedingungen, insbesondere von Licht, Nährstoffversorgung und weiteren Umweltparametern, um wertgebende Inhaltsstoffe wie ätherische Öle gezielt zu steigern oder unerwünschte oder gesundheitlich bedenkliche Pflanzenmetaboliten, etwa Pyrrolizidinalkaloide (PA) in Borretsch, zu minimieren.

Ein weiteres Ziel bestand darin, moderne Analytikmethoden zur Erfassung von Qualität und Sicherheit der Pflanzen zu entwickeln und anzuwenden. Perspektivisch zielte das Projekt darüber hinaus darauf ab, schnellere und einfachere Verfahren – u. a. auf Basis geeigneter Sensorsysteme und hyperspektraler Techniken – zu etablieren, um eine leistungsfähige Qualitätskontrolle direkt im Indoor-Anbausystem zu ermöglichen.

Ergänzend untersuchte das Projekt den Einsatz wachstumsfördernder Bakterien (Bioeffektoren), um den Bedarf an mineralischen Düngemitteln zu reduzieren und die Nachhaltigkeit der Produktionssysteme weiter zu erhöhen. Abschließend sollten die gewonnenen Daten genutzt werden, um die ökologische und ökonomische Tragfähigkeit eines Indoor-Anbaus der ausgewählten Spezialkulturen zu bewerten und mit konventionellen Anbausystemen zu vergleichen.

Insgesamt verfolgte „In4Food“ das Ziel, belastbare wissenschaftliche und technisch-ökonomische

Grundlagen für den industriellen Indoor-Anbau hochwertiger Rohstoffpflanzen zu schaffen und damit neue Wertschöpfungsperspektiven für innovative Lebensmittelzutaten zu eröffnen.



Ergebnisse

Im Projekt „In4Food“ wurden wissenschaftliche und technologische Grundlagen für die Indoor-Kultivierung ausgewählter Spezialkulturen mit besonderem Inhaltsstoffprofil erarbeitet. Ein zentraler Schwerpunkt lag auf Borretsch, einem Küchenkraut und Bestandteil der „Frankfurter Grünen Soße“, der natürlicherweise PA enthält. Diese Stoffgruppe kann – abhängig von Art und Menge – gesundheitliche Risiken bergen. Im Projekt wurde eine spezifische UHPLC-MS/MS-Methode entwickelt und validiert, mit der die in Borretsch vorkommenden PA selektiv und reproduzierbar quantifiziert werden können. Auf dieser Basis wurden Borretsch-Microgreens sowie Blatt- und Blütenproben aus gewerblichem Anbau und Heimgärten in einem Screening umfassend analysiert.

Die Ergebnisse zeigten, dass die untersuchten Borretsch-Microgreens extrem hohe PA-Gehalte aufweisen, die den gesetzlichen Höchstgehalt um ein Vielfaches überschritten. Auch ein Großteil der Blattproben von Pflanzen vor der Blüte lag über dem gesetzlichen Grenzwert, während blühende oder verblühte Pflanzen deutlich geringere Gehalte zeigten. Insgesamt nahm der PA-Gehalt mit zunehmendem Pflanzenalter ab. Zudem wurde deutlich, dass ein erheblicher Teil der toxikologisch relevanten PA bis-

lang nicht durch die bestehende EU-Regulierung abgedeckt ist. Die Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit eines konsequenten Monitorings, optimierter Anbaubedingungen sowie einer möglichen regulatorischen Neubewertung bestimmter PA-Verbindungen. Insbesondere die sehr hohen Gehalte in Microgreens werfen Fragen hinsichtlich ihrer grundsätzlichen Eignung als Lebensmittel auf. In ergänzenden Indoor-Versuchen wurden Lichtintensitäten, Lichtspektren und Erntezeitpunkte gezielt variiert, um Einflussfaktoren auf die PA-Gehalte zu identifizieren. Dabei zeigte sich, dass Blattgröße beziehungsweise Blattalter den stärksten Einfluss ausüben. Unterschiedliche Lichtregime beeinflussten sowohl PA-Gehalte als auch Trockenmassebildung, wobei Pflanzen je nach Entwicklungsstadium unterschiedlich reagierten. Diese Erkenntnisse liefern wichtige Ansatzpunkte zur gezielten Reduktion unerwünschter Inhaltsstoffe durch kultivierungstechnische Maßnahmen.

Neben der Risikominimierung bei Borretsch stand die Anreicherung wertgebender Inhaltsstoffe bei Oregano, Spilanthus und Rubus im Mittelpunkt. Oregano, ein weiteres beliebtes Küchengewürz, ist aufgrund seines Gehalts an ätherischen Ölen wie Carvacrol und Thymol auch von medizinischer und kosmetischer Bedeutung und konnte ebenfalls erfolgreich hydroponisch und aeroponisch kultiviert werden. Varietäten unterschieden sich deutlich in Biomasseertrag und Ölgehalt. Durch gezielte Anpassung der Lichtspektren ließen sich Krautbiomasse und Ölzusammensetzung steuern. Bestimmte Akzessionen erreichten sehr hohe Ölgehalte und zeigen züchterisches Potenzial für eine qualitativ hochwertige Indoor-Produktion. Zudem beeinflussten Lichtregime und Trocknungsverfahren das Metabolom maßgeblich und ermöglichen eine gezielte Qualitätssteuerung.

Parakresse, auch Spilanthus oder „Toothache“ Pflanze genannt, enthält Spilanthol. Spilanthol hinterlässt auf der Zunge ein kribbelndes, betäubendes Gefühl, wirkt entzündungshemmend und antimikrobiell und wird auch in Kosmetik-Produkten als „Bio-Botox“ beworben. Auch Spilanthus wurde erfolgreich in hydroponischen und aeroponischen Systemen etabliert und in Pilotanlagen skaliert. Der Spilantholgehalt war in den Blüten deutlich höher als in den Blättern, zudem unterschieden sich beide deutlich im Gesamt-Metabolom. Mehrere aufeinanderfolgende Ernteschnitte waren möglich, wobei spätere Schnitte eine

erhöhte Biomasseleistung zeigten. Die Ergebnisse tragen zur gezielten Optimierung von Ertrag und Qualität für die Spilantholproduktion bei.

Rubus konnte ebenfalls erfolgreich im Indoor-Anbau kultiviert werden. Dabei wurde eine besonders effiziente aeroponische Anbaumethode etabliert, die eine regelmäßige Triebspitzenenernte ermöglicht. Bestimmte Licht- und Nährstoffkombinationen steigerten Biomassebildung und Inhaltsstoffgehalt signifikant und schaffen eine Grundlage für eine standardisierte Indoor-Produktion.

Ein weiterer Schwerpunkt lag auf der Charakterisierung der Rhizosphären-Mikrobiota. Es zeigte sich, dass jede Pflanzenart eine spezifische mikrobielle Gemeinschaft aufweist. Insgesamt wurden 131 bakterielle Isolate aus der Rhizosphäre von Oregano, Rubus und Spilanthus gewonnen, mindestens bis auf Gattungsebene identifiziert und kryokonserviert. Diese stehen als Bioressource für die Entwicklung wachstumsstimulierender Mikroorganismengemische zur Verfügung. Kulturunabhängige Analysen bestätigten deutliche Unterschiede in den Wurzelmikrobiomen und identifizierten überwiegend potenziell pflanzenwachstumsfördernde Arten.

Insgesamt belegt das Projekt die technische Machbarkeit einer kontrollierten Indoor-Kultivierung hochwertiger Spezialkulturen mit gezielter Steuerung ihrer Inhaltsstoffe. Gleichzeitig wurden sicherheitsrelevante Fragestellungen, insbesondere Borretsch betreffend, wissenschaftlich fundiert aufgearbeitet. Die Ergebnisse liefern eine belastbare Grundlage für nachhaltige Produktionssysteme im Controlled-Environment-Agriculture-Bereich und eröffnen neue Perspektiven für eine qualitätsgesicherte, ressourceneffiziente Bereitstellung pflanzlicher Rohstoffe für die Lebensmittel- und Inhaltsstoffindustrie.





reKult4Food: Nachhaltige und resiliente Kultivierung von Insekten für den innovativen Einsatz in der Futter- und Lebensmittelherstellung

Laufzeit:

01.11.2021 – 30.04.2025

Projektpartner:

Agravis Raiffeisen AG, Evonik Industries, FiBL Deutschland e.V., Hermetia Baruth GmbH, Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V. (ATB), Oceanloop Management GmbH, Südzucker AG



Im Projekt „reKult4Food“ konnten wir die Nutzung von Insekten als Futtermittel entlang der gesamten Wertschöpfungskette abbilden. Dies startete mit der Bestimmung des Aminosäurebedarfs frisch geschlüpfter Larven der Schwarzen Soldatenfliege, über die Nutzung von Rest- und Nebenströmen aus der Lebensmittel- und Futtermittelherstellung als Futtersubstrat in der Insektenmast bis dann schließlich der Einsatz von Insekten als Futter in der Aquakultur bei Garnelen getestet wurde.

DR. CHRISTIAN LAMBERTZ
FiBL DEUTSCHLAND E.V. / PROJEKTKOORDINATION

Projektziele

- Ein besseres Verständnis der Nährstoffverwertung und Nährstoffbedürfnisse der Insektenlarven erlangen
- Die Verbesserung einer nachhaltigen Insektenproduktion durch die Verwertung von Neben- und Restströmen der Lebensmittelproduktion
- Detaillierte Erkenntnisse zu mikrobiologischen Kenngrößen gewinnen, die im Rahmen der Produktion von Insektenprotein für Verbraucher und Behörden relevant sind
- Die Evaluation des Einsatzes von Insektenprotein in einem innovativen Praxisversuch zur Fütterung in der Aquakultur (Garnelen)

Output auf einem Blick

- Lysin als erstlimitierende Aminosäure für Larven der Schwarzen Soldatenfliege identifiziert – Grundlage für optimierte Starterfütterformulierungen
- Gezielte Aminosäureoptimierung verbessert Wachstum und Futterverwertung der Larven
- Nebenströme der Lebensmittel- und Futtermittelproduktion als geeignete Futtersubstrate für die Larvenmast identifiziert
- Kombination verschiedener Nebenprodukte entscheidend für stabile Larvenentwicklung und effiziente Nährstoffverwertung
- *Hermetia*-Larvenmehl erfolgreich als nachhaltige Alternative zu Fischmehl in der Aquakultur getestet (10 % Substitution)
- Keine negativen Effekte auf Wachstum, Futterverwertung oder Mortalität bei Weißbeingarnelen, jedoch höhere Erntegewichte und verbesserte Aminosäureprofile

Hintergrund & Zielsetzung

Die Sicherstellung einer nachhaltigen Proteinversorgung für die Nutztierhaltung und Aquakultur stellt eine zentrale Herausforderung für die globale Lebensmittel- und Futtermittelproduktion dar. Hochwertige tierische Proteine wie Fischmehl sind in der Schweine- und Geflügelfütterung sowie insbesondere in der Aquakultur technologisch und ernährungsphysiologisch nur begrenzt durch pflanzliche Alternativen ersetzbar. Gleichzeitig stehen konventionelle Proteinquellen aufgrund ökologischer Belastungen, begrenzter Ressourcen und globaler Nutzungskonkurrenzen zunehmend in der Kritik. Insektenprotein gilt in diesem Kontext als vielversprechende Alternative. Insbesondere die Schwarze Soldatenfliege (*Hermetia illucens*) bietet aufgrund ihrer hohen Futterverwertungseffizienz, ihres günstigen Aminosäureprofils und ihrer Fähigkeit zur Nutzung organischer Neben- und Restströme ein erhebliches Potenzial zur Schließung von Nährstoffkreisläufen. Wird die Insektenproduktion konsequent in bestehende Stoffströme der Lebensmittelwirtschaft integriert, könnten ökologische Vorteile mit einer verbesserten Ressourceneffizienz verbunden werden. Allerdings war die wirtschaftliche Produktion von Insektenprotein bislang mit erheblichen Herausforderungen verbunden. Produktions- und Aufbereitungsverfahren konnten noch nicht mit etablierten Proteinfuttermitteln wie Soja oder Fischmehl konkurrieren. Zudem blieb das Potenzial wertgebender Inhaltsstoffe der Insekten, etwa funktionseller Komponenten über den reinen Proteingehalt hinaus, bisher weitgehend unerschlossen.

Vor diesem Hintergrund verfolgte das Projekt „reKult4Food“ das Ziel, wissenschaftliche Grundlagen für eine nachhaltigere und wirtschaftlich tragfähige Insektenproteinproduktion zu erarbeiten. Im Mittelpunkt stand dabei die Schwarze Soldatenfliege als besonders geeignete Spezies für Futter- und perspektivisch auch Lebensmittelanwendungen.

Konkret diente das Projekt zur Erarbeitung eines vertieften Verständnisses der Nährstoffverwertung und -bedürfnisse der Insektenlarven, um Produktionsprozesse gezielt optimieren zu können. Zudem wurde untersucht, wie Neben- und Restströme aus der Lebensmittelproduktion effizient in die Insektenaufzucht integriert werden können, um Stoffkreisläufe zu schließen und die Nachhaltigkeit der Produktion zu erhöhen. Auch das systematische Erfassen mikrobiologischer Kenngrößen, wie die Belastung mit

Salmonella oder *E. coli*-Keimen, war Bestandteil des Projektes, um Fragen der Lebensmittelsicherheit und regulatorischen Bewertung fundiert adressieren zu können. Abschließend wurde der Einsatz von Insektenprotein in einem praxisnahen Fütterungsversuch in der Aquakultur – am Beispiel von Weißbeingarnelen – evaluiert, um die Leistungsfähigkeit und Anwendbarkeit unter realen Produktionsbedingungen zu prüfen.

Insgesamt zielte das Projekt somit darauf ab, Proteindefiziten in der Nutztierfütterung durch innovative Kreislaufösungen entgegenzuwirken, ökologische Potenziale der Insektenproduktion zu erschließen und gleichzeitig die wirtschaftliche Rentabilität dieser Proteinquelle zu verbessern.



Ergebnisse

Im Projekt „reKult4Food“ wurden wissenschaftliche Grundlagen für eine nachhaltige und wirtschaftlich tragfähige Insektenproduktion am Beispiel der Schwarzen Soldatenfliege erarbeitet. Ein zentraler Schwerpunkt lag auf der Erforschung der bedarfsgerechten Nährstoffversorgung frisch geschlüpfter Larven. In systematischen Versuchsreihen wurde die Aminosäureversorgung gezielt variiert, um limitierende Faktoren für Wachstum, Vitalität und Futterverwertung zu identifizieren. Die Ergebnisse zeigen, dass insbesondere Lysin die am stärksten limitierende Aminosäure in frühen Entwicklungsstadien ist. Während Arginin, Isoleucin und Tryptophan ebenfalls limitierend wirken, zeigten Methionin und Threonin hingegen keine wachstumsbegrenzende Wirkung.

Supplementiertes Tryptophan beeinflusste zudem das Aktivitätsverhalten der Larven. Analysen deuten zudem darauf hin, dass mikrobiell vermittelte Syntheseprozesse im Substrat – insbesondere für Lysin – Aminosäuredefizite teilweise kompensieren können. Die gewonnenen Daten ermöglichen eine präzisere Bilanzierung einzelner Aminosäuren und bilden die Grundlage für eine optimierte Fütterungsstrategie im Sinne von Effizienz, Tiergesundheit und Ressourcenschonung. Die Ergebnisse wurden bereits in die praktische Futterformulierung überführt und führten zu einer verbesserten Futterverwertung und zu gesteigerten Wachstumsraten im Produktionsbetrieb.

Ein zweiter Schwerpunkt lag auf der nachhaltigen Nutzung von Nebenströmen der Lebensmittel- und Futtermittelproduktion. Verschiedene Substrate – darunter Apfeltrester, ProtiGrain und Rübenmelasse – wurden im Labor- und Industriemaßstab hinsichtlich ihrer Eignung für die Larvenmast geprüft. Die Versuche zeigten, dass die ausschließliche Nutzung einzelner Nebenprodukte in hohen Anteilen das Wachstum limitieren können, ausgewogene Mischungen jedoch stabile Entwicklungsparameter ermöglichen. Entscheidend ist dabei nicht allein der Rohproteingehalt des Substrats, sondern auch das Aminosäureprofil und die physikalische Struktur. Auf Basis der Screening-Ergebnisse wurden vielversprechende Rationen für Praxistests im industriellen Maßstab entwickelt. Die Ergebnisse zeigen das Potenzial der Insektenzucht zur Verwertung landwirtschaftlicher Nebenströme im Sinne einer zirkulären Bioökonomie auf.

Parallel dazu erfolgte im Projekt eine umfassende mikrobiologische Charakterisierung von Substraten, Larven, Präpuppen und Larvenkot über verschiedene Entwicklungsstadien hinweg. Mittels kulturbasierter Verfahren (Plattenzählung, MALDI-ToF) sowie molekularbiologischer Analysen (DNA-Extraktion, Sequenzierung) wurde die Dynamik des larvenassoziierten Mikrobioms untersucht. Die Analysen zeigten, dass frisch geerntete Larven unabhängig vom Aufzuchtsubstrat hohe Keimzahlen aufweisen, jedoch keine pathogenen Mikroorganismen nachgewiesen wurden, wenn Nebenstrom-basierte Substrate eingesetzt wurden. Das assoziierte Mikrobiom erwies sich über verschiedene Substrate hinweg als vergleichsweise stabil. Diese Ergebnisse sind von hoher Relevanz für die hygienische Sicherheit, für mögliche Dekontaminationsstrategien sowie für die Weiterentwicklung regulatorischer Rahmenbedingungen zur

Nutzung organischer Reststoffe in der Insektenzucht.

Zudem wurde das Potenzial von Insektenprotein als Futtermittel in der Aquakultur untersucht. In Fütterungsversuchen mit der pazifischen Weißbeingarnele (*Penaeus vannamei*) wurde Fischmehl durch Futtermischungen mit 10 % Larvenmehl der Schwarzen Soldatenfliege ersetzt und unter Praxisbedingungen in einer modernen Kreislaufanlage getestet. Die Substitution zeigte keine negativen Effekte auf Mortalität oder Tiergesundheit. Vielmehr wurden ein signifikant höheres Erntegewicht, eine leicht verbesserte Futterverwertung sowie erhöhte Gehalte wichtiger Aminosäuren wie Lysin, Arginin, Leucin und Glycin im Garnelenkörper festgestellt. Damit wurde die grundsätzliche Eignung von Insektenprotein als nachhaltige Alternative zu Fischmehl unter Praxisbedingungen belegt.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass durch eine gezielte Optimierung der Aminosäureversorgung, die intelligente Kombination von Nebenströmen und eine fundierte mikrobiologische Sicherheitsbewertung eine ressourceneffiziente, sichere und wirtschaftlich attraktive Insektenproduktion realisierbar ist. Das Projekt liefert damit wichtige Grundlagen für die Integration von Insektenprotein in zirkuläre Lebensmittel- und Futtermittelsysteme und trägt zur langfristigen Sicherung alternativer Proteinquellen bei.





SustainVanil: Steigerung und Stabilisierung des Ertragspotentials von Vanille durch innovative Anbautechniken & -systeme

Laufzeit:

01.01.2022 – 28.02.2026

Projektpartner:

Dr. August Oetker Nahrungsmittel KG, Hochschule Osnabrück, Max Rubner-Institut, nadicom Gesellschaft für angewandte Mikrobiologie GmbH, Symrise AG



Die zukünftige Nahrungssicherheit erfordert innovative Ansätze und praxisnahe Forschung. Im Rahmen des Innovationsraums NewFoodSystems realisierte die Forschungsgruppe Growing Knowledge der Hochschule Osnabrück mit dem Projekt „SustainVanil“ einen wissenschaftlichen Beitrag zur nachhaltigen und ressourcenschonenden Vanillekultur in innovativen Anbausystemen, um die Ertragsstabilität unter zunehmenden klimatischen und ökologischen Herausforderungen zu sichern.

PROF. DR. ANDREAS ULBRICH
HOCHSCHULE OSNABRÜCK/ PROJEKTKOORDINATION

Projektziele

- Entwicklung eines Indoor-Kultursystems für die ganzjährige Kultivierung von Vanille
- Erweiterung und Verbesserung der Anbaumethodik im Freilandanbau auf Madagaskar durch einen aktiven Informationsaustausch
- Identifizierung von Mikroorganismen(-gemischen) zur gezielten Unterdrückung von pilzlichen Schaderregern im Vanilleanbau
- Analyse des Metaboloms und des Mikrobioms von Vanillepflanzen und -früchten
- Bewertung von Wirtschaftlichkeit und Nachhaltigkeit indoor-kultivierter Vanille sowie die regulatorische Klärung des innovativen Produkts „Indoor-Vanille“

Output auf einem Blick

- Vanille erfolgreich in substratbasierten und -freien hydroponischen Kultursystemen kultiviert
- Klimatische Anforderungen von Vanille für eine stabile vegetative Entwicklung definiert (ca. 28 °C und ≥ 80 % Luftfeuchtigkeit)
- Einfluss des Nährstoffangebotes unter besonderer Berücksichtigung der Stickstoffform auf die vegetativen Pflanzenentwicklungsprozesse definiert
- Umfassende Charakterisierung des Vanille-Metaboloms (127 identifizierte Metabolite)
- Erarbeitung praxisorientierter Handlungsempfehlungen für den Anbau auf Madagaskar
- Erste erfolgreiche Schotenproduktion von Vanille in einem hydroponischen Kultursystem nachgewiesen
- Potenzial zur Steigerung von Nachhaltigkeit und Wirtschaftlichkeit durch optimierte Anbaubedingungen, ressourceneffiziente Systeme und erhöhte Produktionsstabilität

Hintergrund & Zielsetzung

Vanille zählt zu den weltweit beliebtesten Gewürzen und ist aufgrund ihres charakteristischen Aromas ein zentraler Bestandteil zahlreicher Lebensmittel. Gleichzeitig ist die natürliche Verfügbarkeit echter Vanilleschoten stark begrenzt. Der Anbau ist arbeitsintensiv, klimatisch anspruchsvoll und geografisch auf wenige Anbauregionen – insbesondere Madagaskar – konzentriert. Schwankende Erträge, klimatische Risiken und phytosanitäre Herausforderungen führen regelmäßig zu Engpässen und starken Preisschwankungen auf dem Weltmarkt.

Um die hohe Nachfrage der Lebensmittelindustrie zu decken, wird Vanillin daher überwiegend synthetisch oder biosynthetisch hergestellt. Diese Alternativen können zwar große Mengen bereitstellen, entsprechen jedoch häufig nicht dem wachsenden Verbraucherwunsch nach natürlichen, möglichst unverarbeiteten Zutaten. Vor diesem Hintergrund zeichnete sich ein erheblicher Bedarf an innovativen Ansätzen ab, um die Verfügbarkeit qualitativ hochwertiger, natürlich erzeugter Vanille nachhaltig zu erhöhen und zukünftig zu sichern.

Das Projekt „SustainVanil“ verfolgte daher das Ziel, ein innovatives Indoor-Kultursystem für die Vanilleproduktion zu entwickeln. Kontrollierte Umweltbedingungen dienten dabei nicht nur als Grundlage für eine ressourceneffiziente Kultivierung, sondern gleichzeitig als wissenschaftliches Werkzeug: Durch den weitgehenden Ausschluss unkontrollierter Störfaktoren konnten die Anforderungen von *Vanilla planifolia* an zentrale Wachstumsfaktoren (Temperatur, Luftfeuchte, Nährstoffversorgung und Licht) präzise und reproduzierbar untersucht werden. Das so gewonnene Wissen über den tatsächlichen Bedarf der Pflanze bildet die Grundlage für eine bedarfsgerechte Versorgung und damit für stabile Erträge und gesicherte Qualität. Eine wichtige Grundlage für das Verbundprojekt bildete das Vorprojekt „AKIVa.EK“, ein Einzelprojekt der Hochschule Osnabrück. In diesem Projekt wurde zunächst eine Modellkultur von Vanille in einem kontrollierten Anbausystem etabliert und langfristig erhalten. Erste Versuche zur Bestimmung geeigneter Kultivierungsparameter zeigten, dass Vanille erfolgreich in hydroponischen Systemen kultiviert werden kann. Die Pflanzen entwickelten sich vegetativ stabil und wiesen keine Anzeichen von Mangelerscheinungen oder Wachstumsstörungen auf. Zudem erwies sich Perlit als ge-

eignetes Kultursubstrat. Die im Vorprojekt gewonnenen Erkenntnisse bildeten damit eine wichtige Grundlage für die weiterführenden Untersuchungen und die Entwicklung innovativer Anbausysteme im Verbundprojekt „SustainVanil“.

Das Projekt verfolgte ergänzend dazu das Ziel, Lösungsansätze für bestehende Herausforderungen im traditionellen Vanilleanbau – insbesondere auf Madagaskar – zu erarbeiten. Hierzu wurden pflanzenphysiologische Wachstums- und Entwicklungsprozesse detailliert untersucht und Veränderungen im Metabolom, also im Profil wertgebender Inhaltsstoffe, analysiert. Ein weiterer Schwerpunkt lag auf der Erforschung neuer biologischer Pflanzenschutzstrategien, um Ertragsausfälle zu reduzieren und die Nachhaltigkeit des Anbaus zu verbessern.

Insgesamt zielte das Projekt darauf ab, die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse sowohl zur Optimierung bestehender Anbausysteme in den traditionellen Herkunftsregionen zu nutzen, als auch die Grundlage für ergänzende Produktionssysteme in neuen, kontrollierten Kulturräumen zu schaffen. Damit verfolgte „SustainVanil“ das Ziel, die Versorgung mit natürlicher Vanille langfristig zu stabilisieren, ihre Qualität zu sichern und nachhaltige Wertschöpfungsperspektiven entlang der gesamten Produktionskette zu eröffnen.



Ergebnisse

Das Projekt „SustainVanil“ verfolgte das Ziel, die Produktionssicherheit und Qualität von Vanille langfristig zu verbessern. Im Projekt wurde Vanille (*Vanilla planifolia*) erstmals umfassend als Nutzpflanze wissenschaftlich untersucht und es wurden neue Anbauverfahren für geschützte Kultursysteme entwickelt.

Ein Schwerpunkt lag dabei auf der Analyse der Wachstumsbedingungen von *Vanilla planifolia* in geschützten Kultursystemen. Im Rahmen einer zweijährigen Pilotkultivierung im Gewächshaus wurden kontinuierlich Wachstumsdaten erfasst und Klimaparameter dokumentiert. Auf dieser Grundlage konnten die klimatischen Anforderungen von *Vanilla planifolia* für eine stabile vegetative Entwicklung definiert werden. Die Ergebnisse zeigen, dass konstante Temperaturen um etwa 28 °C bei hoher Luftfeuchtigkeit von mindestens 80 % ein besonders günstiges Umfeld für die vegetative Entwicklung darstellen und gleichzeitig das Risiko von Pflanzenausfällen reduzieren. Ein wichtiger Meilenstein des Projekts war zudem der erstmalige Nachweis der Schotenproduktion von *Vanilla planifolia* in einem hydroponischen Kultursystem.

Darüber hinaus wurde die Eignung verschiedener Kultursysteme für den Vanilleanbau untersucht. Neben der Nutzung von Perlit als Kultursubstrat, sowohl in Reinform als auch in Kombination mit Orchideensubstrat wurde die Kultivierbarkeit der Pflanzen in unterschiedlichen hydroponischen, substratfreien Systemen geprüft. Dazu zählten u. a. Nährstofffilm-, Deepflow-, Aeroponik- und Fogponik-Systeme. Die Ergebnisse zeigen, dass Vanille grundsätzlich mit hydroponischen Anbaumethoden kompatibel ist. Gleichzeitig konnten systemspezifische Unterschiede hinsichtlich Pflanzenentwicklung und Stoffwechselprofilen festgestellt werden, ohne dass ein eindeutig überlegenes System identifiziert wurde.

Ein weiterer Fokus lag in der Ermittlung des Nährstoffbedarfes für eine optimierte Pflanzenentwicklung. Untersuchungen zur Zusammensetzung von Nährlösungen zeigten, dass insbesondere die Stickstoffform einen entscheidenden Einfluss auf das Pflanzenwachstum hat. Eine nitratbetonte Versorgung fördert die vegetative Entwicklung, während erhöhte Ammoniumanteile Stressreaktionen auslösen können. Entscheidend für eine stabile Pflanzenentwicklung ist daher die abgestimmte Kombination aus pH-Wert, Gesamtnährstoffkonzentration sowie dem Verhältnis von Nitrat zu Ammonium. Ergänzend wurden der Einfluss von Umweltfaktoren wie Temperatur, Trockenheit und Lichtintensität sowie der Einsatz verschiedener Phytohormone auf die vegetative und generative Pflanzenentwicklung untersucht.

Zur Vertiefung des Verständnisses pflanzlicher Entwicklungsprozesse wurden umfangreiche Metabo-

lomanalysen durchgeführt. Dabei konnten insgesamt 127 Metabolite in Vanillepflanzen identifiziert werden: darunter Zucker, Aminosäuren, Fettsäuren sowie sekundäre Pflanzenstoffe wie Vanillin-Derivate, Flavonoide und Terpenoide. Die Analysen zeigen deutliche Unterschiede zwischen verschiedenen Pflanzenorganen – etwa zwischen Blättern, Sprossachsen und Luftwurzeln – und liefern wichtige Hinweise auf deren funktionelle Rolle im pflanzlichen Stoffwechsel.

Ein weiterer Fokus lag auf der Pflanzengesundheit und dem biologischen Pflanzenschutz. Dabei wurden antagonistische Mikroorganismen identifiziert, die das Wachstum phytopathogener Pilze der Gattung *Fusarium* hemmen können, einem der wichtigsten Krankheitserreger im Vanilleanbau. Ergänzend wurden molekularbiologische Verfahren entwickelt, um *Fusarium*-Infektionen frühzeitig nachweisen zu können. Zusätzlich wurde das Potenzial pflanzenwachstumsfördernder Mikroorganismen zur Verbesserung der Bewurzelung und der vegetativen Vermehrung untersucht.

Neben den experimentellen Arbeiten spielten auch der Wissenstransfer und die internationale Zusammenarbeit eine wichtige Rolle. In enger Kooperation mit Partnern in Madagaskar wurden lokale Anbaubedingungen analysiert und mit den Forschungsergebnissen aus Deutschland abgeglichen, um praxisnahe Empfehlungen für nachhaltigere Kultursysteme zu entwickeln. Ergänzend wurden Nachhaltigkeitsaspekte, wie bspw. das Erfassen des Energie- und Ressourceneinsatzes im Gewächshausanbau, untersucht und Analysen zur Verbraucherbewertung von Gewürzen aus hydroponischen Kultursystemen durchgeführt. Die Erarbeitung praxisorientierter Handlungsempfehlungen für Anbauer stellt dabei einen zentralen Output des Projekts dar. Ziel war es, auf Basis der gewonnenen Erkenntnisse wissenschaftlich fundierte Maßnahmen zur Optimierung bestehender Anbausysteme sowie zur Entwicklung neuer Kultursysteme zu formulieren. Besonders relevant ist dabei, dass viele der gewonnenen Ergebnisse grundlegende Anforderungen der Vanillepflanze betreffen und daher unabhängig von spezifischen Anbauumgebungen anwendbar sind. Damit leisten die Projektergebnisse einen wichtigen Beitrag zur Weiterentwicklung nachhaltiger, resilienter und langfristig stabiler Produktionssysteme im Vanilleanbau.



Proteinschichten: Entwicklung proteinbasierter Schichtsysteme für essbare Verpackungskonzepte in der Lebensmittelindustrie

Laufzeit:

01.01.2022 – 30.09.2024

Projektpartner:

Kalle Management GmbH, Fraunhofer IVV



Durch die Vernetzung von Wissenschaft und Wirtschaft sowie mit anderen Projekten im Innovationsraum NewFoodSystems werden aus bisherigen Insellösungen innovative Prototypen, die die Transformation der Ernährung der Zukunft vorantreiben.

DR. BIRGIT MENNE
KALLE MANAGEMENT GMBH/ PROJEKTKOORDINATION

Projektziele

- Entwicklung essbarer Nahrungsmittelhüllen auf Basis alternativer Proteine
- Nachbildung kollagenähnlicher Strukturen zur Verbesserung von Sensorik, insbesondere Elastizität und „Knackigkeit“
- Optimierung der Verarbeitungseigenschaften (z. B. Thermoformbarkeit und Extrudierbarkeit) für industrielle Herstellungsverfahren
- Steigerung der mechanischen Stabilität und Funktionalität der Hüllen während Produktion, Füllung und Weiterverarbeitung

Output auf einem Blick

- Charakterisierung und Identifizierung geeigneter Proteinrohstoffe und Rezepturformulierungen für Nahrungsmittelhüllen auf Basis pflanzlicher Proteine
- Entwicklung eines neuartigen Herstellungsprozesses für Nahrungsmittelhüllen auf Basis pflanzlicher Proteine
- Gewinnung von Erkenntnissen zur Funktionalisierung pflanzlicher Proteine zur Entwicklung ressourcenschonender Lebensmittelverpackungen und -verarbeitung

Hintergrund & Zielsetzung

Um der gestiegenen Verbrauchernachfrage nach nicht-tierischen Lebensmitteln nachzukommen, werden immer mehr pflanzliche Alternativen zu Lebensmitteln tierischen Ursprungs entwickelt. Für Fleischersatzprodukte wie vegetarische oder vegane Wurstalternativen eingesetzte Nahrungsmittelhüllen basieren meist auf Cellulose oder Alginat. Diese Hüllen haben jedoch entscheidende Nachteile.

Cellulosehüllen sind in der Regel nicht essbar. Sie dienen lediglich als technologisches Hilfsmittel, indem sie dem Füllgut während des Produktionsprozesses Form und Stabilität verleihen. Da sie vor dem Verzehr des Endprodukts entfernt werden, mangelt es diesem an einer ansprechenden Produkthanmutung und einer überzeugenden Textur – insbesondere an der für klassische Würste typischen Knackigkeit.

Alginathüllen haben, im Vergleich zum Naturdarm oder Kollagenhüllen, Defizite in der mechanischen Stabilität und Festigkeit, wodurch ihre Funktionalität deutlich hinter dem tierischen Produkt zurückbleibt. Zusätzlich kann es bei hoher Wasseraktivität des pflanzlichen Füllguts zu einem Aufquellen der Alginathülle kommen, was eine unerwünscht schmierige Oberfläche der Wurstalternative zur Folge haben kann.

Der fehlende bzw. deutlich geringere „Knack“ beim Beißen wird von vielen Verbrauchern als negativ bewertet und führt insgesamt zu einer eingeschränkten Akzeptanz der pflanzlichen Wurstalternativen.

Vor diesem Hintergrund bestand das Ziel darin, essbare Nahrungsmittelhüllen auf Basis alternativer Proteine zu entwickeln, die eine mit kollagenbasierten Systemen vergleichbare Sensorik aufweisen. Kollagen, welches bei der Fleischverarbeitung als Nebenprodukt anfällt, ist das häufigste Strukturprotein im tierischen Körper und vor allem in Bindegewebe, Sehnen und Haut zu finden. Natives Kollagen verleiht dem tierischen Gewebe seine Elastizität und Widerstandsfähigkeit und zeichnet sich durch seine charakteristische fibrilläre, helikale Struktur aus. Mittels chemischer und thermo-physikalischer Methoden sollte daher eine Ausrichtung der ursprünglich globulären pflanzlichen Proteine in fibrilläre Strukturen, ähnlich zu Kollagen, erreicht werden.

Kollagenbasierte Nahrungsmittelhüllen werden durch Extrusion hergestellt. Dabei wird natives Kol-

lagen thermomechanisch verarbeitet und anschließend über eine Ringdüse zu einer dünnen, schlauchförmigen Hülle geformt. Die neu entwickelten Rezepturen sollten daher ebenfalls durch einen Extruder thermoformbar sein. Als ein weiterer Teil des Produktkonzepts sollte mittels des Verfahrens auch eine stärkere Vernetzung und dadurch mehr Biss erzeugt werden.

Einer mechanischen Festigkeit bedarf es allerdings nicht nur bei der Herstellung der Hüllen, sondern auch bei deren maschineller Füllung und der darauffolgenden Weiterverarbeitung (z. B. Brühen, Braten). Aus diesem Grund waren, als Proof-of-Principle-Tests für eine industrielle Anwendung, Füll- und Bratversuche mit den entwickelten Rezepturen geplant.

Insgesamt war das Ziel des Projektes „Proteinschichten“ daher, neue Formulierungen für die Substitution tierischer Komponenten in Nahrungsmittelhüllen zu entwickeln und deren Anwendungseignung, z. B. für pflanzliche Wurstalternativen, ganzheitlich zu bewerten.



Ergebnisse

Zu Beginn des Projekts wurden verschiedene Benchmarkprodukte (u. a. Kollagenhüllen) untersucht und anhand der Ergebnisse ein Anforderungskatalog erstellt. Darauf basierend wurde eine Vorauswahl an theoretisch geeigneten Proteinen getroffen. Kenngrößen waren hierbei deren Zusammensetzung sowie deren funktionelle Eigenschaften wie Denaturierungsverhalten, Proteinlöslichkeit, Wasserbinde-

kapazität und Gelbildervermögen. Im Verlauf der Versuche stellten sich vor allem Soja- und Erbsenproteinisolate als besonders geeignet für die Entwicklung proteinbasierter Filme heraus.

In der ersten Entwicklungsphase wurden im Labormaßstab Gießfilme zur Bewertung der Filmbildungseigenschaften hergestellt. Daraus resultierte u. a. die Aufgabe zur Verbesserung der Filmstabilität. Dafür kamen verschiedene Möglichkeiten der Quervernetzung (z. B. Flüssigrauch) und Nachvernetzung (z. B. Salzbäder) infrage. Die am stärksten vernetzten und wasserunlöslichsten Filme entstanden durch den Einsatz von Salzbädern. Allerdings hatte dies ein Herauswaschen des zugegebenen Weichmachers und somit eine Versprödung der Filme zur Folge.

Die auf Basis der Gießfilm-Versuche entwickelten Formulierungen dienten als Grundlage für die Entwicklung extrudierter Proteinfilme. Bei der Extrusion stellte die Steuerung des Vernetzungsgrades eine Herausforderung dar: Eine zu starke Vernetzung führte zu inhomogenen Filmen, eine zu schwache Vernetzung zu mechanisch instabilen Filmen mit geringer Zugfestigkeit und Bruchdehnung. Durch Zugabe von Polysacchariden (z. B. Stärke) konnte die thermoplastische Verarbeitung der pflanzlichen Proteine und damit die Homogenität und mechanische Stabilität der Filme verbessert werden.

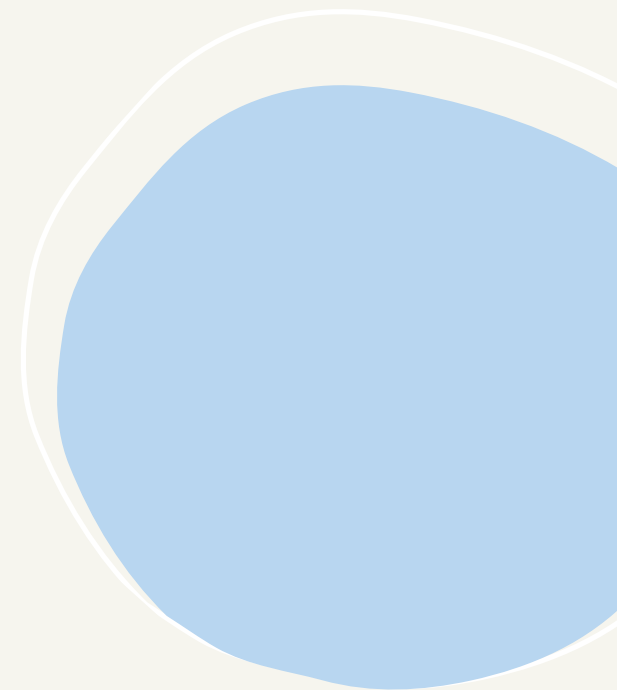
Im Rahmen der Extrusionsversuche zeigte sich, dass die mechanischen Eigenschaften der extrudierten Filme sowohl von der Formulierung als auch von den Prozessparametern abhängen. So führte z. B. eine höhere Schneckendrehzahl zu einer Abnahme der Bruchdehnung und somit zu instabileren Filmen bzw. einem geringeren Knack/Biss.

Im nächsten Schritt wurde getestet, inwieweit durch physikochemische (z. B. Temperatur, pH-Wert) und enzymatische Vorbehandlungen (z. B. Proteinase) die Filmeigenschaften weiter optimiert werden können. Lediglich die thermische Vorbehandlung der Rohstoffe ergab hier eine deutliche Steigerung der Zugfestigkeit der Proteinfilme. Im Vergleich zu kommerziellen Wursthüllen auf Kollagenbasis war deren mechanische Stabilität jedoch immer noch deutlich geringer.

Die Hüllen-Prototypen wurden im Rahmen erster Anwendungstests mit dem ebenfalls im Projekt entwickelten veganen Brät auf Basis texturierter Erbsenproteinisolate befüllt. Die als Proof-of-Principle-Test für

die spätere industrielle Anwendung anzusehenden Füll- und Bratversuche ergaben, dass die Produkteigenschaften der pflanzlichen Proteinfilme durch die geschilderten Rezepturmodifikationen und die gezielten Anpassungen der Prozessparameter optimiert werden konnten, die Hüllen aber im Hinblick auf die Zielsetzung keine ausreichende mechanische Stabilität aufwiesen.

Ausblick: Durch weitere Arbeiten in diesem Bereich könnte die thermoplastische Verarbeitung weiter verbessert werden. Eine Anwendung z. B. im Bereich plastikfreier Verpackung wäre dann denkbar.





ALGAE-MODULE 4.0: Verfahrensentwicklung zum Aufbau einer modularen Produktionsanlage für algenbasierte Lebensmittel

Laufzeit:

01.07.2022 – 31.08.2024

Projektpartner:

Algenium GmbH & Co. KG, Cultinova c/o Exporio Microtech GmbH, DH Licht GmbH, Elea Technology GmbH, endori food GmbH & Co. KG, Technische Universität Berlin, Technische Universität Dresden



Der Innovationsraum NewFoodSystems hat es geschafft, Wirtschaft und Wissenschaft mit einer gemeinsamen Vision eines nachhaltigen und gesunden Ernährungssystems zusammenzubringen und dieses Bild mit innovativen Formaten auch in die Öffentlichkeit zu transportieren.

DR.-ING. FELIX KRUAJATZ,
TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ/ PROJEKTKOORDINATION

Projektziele

- Entwicklung modularer, dezentraler Produktionseinheiten für Mikroalgen zur kontinuierlichen Mikroalgenproduktion
- Gezielte Steuerung von Wachstum und Inhaltsstoffen durch spektral variable LED-Beleuchtung
- Integration moderner Prozessanalytik und digitaler Qualitätssicherung zur stabilen und kontrollierten Prozessführung
- Entwicklung effizienter Aufarbeitungs- und Extraktionsverfahren zur Gewinnung definierter Protein- und Wertstofffraktionen

Output auf einem Blick

- Modulare Prozesskette für Produktion und Aufarbeitung frischer Mikroalgenbiomasse entwickelt
- Spektral steuerbare LED-Beleuchtung ermöglicht gezielte Steuerung von Wachstum und Wertstoffbildung
- Kontinuierliche Kultivierung steigert Raum-Zeit-Ausbeute um 25–30 % und stabilisiert die Biomassequalität
- Echtzeit-Qualitätsanalytik mittels Nahinfrarotspektroskopie (NIR) reduziert Analysezeit von Tagen auf wenige Minuten
- Schonende Wertstoffgewinnung durch Pulsed-Electric-Field-Technologie (PEF)
- 200-L-Demonstratoranlage und Patent zur kontinuierlichen Algenproduktion

Hintergrund & Zielsetzung

Mikroalgen gelten als vielversprechende Rohstoffquelle für die nachhaltige Lebensmittelproduktion. Sie liefern hochwertige Proteine, natürliche Farbstoffe sowie weitere funktionelle Inhaltsstoffe und können vergleichsweise ressourcen- und flächenschonend kultiviert werden. Dennoch ist ihr breiter Einsatz in der deutschen Lebensmittelwirtschaft bislang stark eingeschränkt. Eine zentrale Ursache liegt in der begrenzten Verfügbarkeit qualitativ hochwertiger Mikroalgenbiomasse in ausreichender Menge und mit konstant definierten Eigenschaften. Zudem führen Trocknung, Lagerung und Transport häufig zu Qualitätseinbußen und erhöhtem Energiebedarf.

Vor diesem Hintergrund verfolgte das Projekt „ALGAE-MODULE 4.0“ das Ziel, modulare Produktionseinheiten für Mikroalgen zu entwickeln, die im industriellen Umfeld und möglichst am Ort der Biomassennutzung betrieben werden können. Durch eine dezentrale, bedarfsgerechte Herstellung kann frische Biomasse mit gezielt einstellbaren Eigenschaften für lokale Wertschöpfungsketten bereitgestellt werden. Mit diesem Ansatz zielte das Projekt darauf ab, zu zeigen, dass über verfahrenstechnische Innovationen eine kontinuierliche Produktion und Verarbeitung von Mikroalgen mit konstant hoher Qualität realisierbar ist.

Im Fokus standen zwei Modellorganismen: das Cyanobakterium *Limnospira maxima* (Spirulina) sowie die Mikroalge *Chlorella zofingiensis*. Während *Limnospira maxima* insbesondere für die Produktion von Proteinen und Farbstoffen wie Phycocyanin geeignet ist, liefert *Chromochloris zofingiensis* neben Proteinen auch relevante Mengen an Lipiden und Carotinoiden. Ziel war es, den Übergang vom klassischen diskontinuierlichen Satzbetrieb hin zu einer kontinuierlichen Produktionsweise zu entwickeln. Durch den Einsatz spektral variabler LED-Beleuchtung sollten Wachstumsprozesse sowie die Bildung wertgebender Inhaltsstoffe gezielt gesteuert werden können.

Ein weiterer Schwerpunkt lag auf der Integration moderner Prozessanalytik und digitaler Qualitätssicherung. Mittels Nahinfrarot-Spektroskopie, optischer Zelldichtemessung, Echtzeiterkennung möglicher Kontaminationen sowie eines digitalen Qualitätsmanagementsystems verfolgte das Projekt die Gewährleistung einer stabilen und kontrollierten Prozessführung. Ergänzend wurde ein innovativer

Aufarbeitungsprozess etabliert, der durch die Kombination moderner Technologien – u. a. PEF und neuartiger Lösungsmittelsysteme – die Gewinnung definierter Produktfraktionen ermöglichte. Ziel war die Bereitstellung einer Proteinfraction sowie hochwertiger wasser- oder fettlöslicher Inhaltsstoffe wie Phycocyanin und Carotinoiden. Die erzeugte frische Biomasse und die funktionellen Extrakte zielten darauf ab, projektintern für die Entwicklung von Fleischalternativen genutzt zu werden.

Insgesamt zielte das Projekt darauf ab, technologische und wirtschaftliche Grundlagen für eine flexible, energieeffiziente und qualitätsgesicherte Mikroalgenproduktion zu schaffen und damit die Integration dieser Rohstoffquelle in innovative und nachhaltige Lebensmittelkonzepte zu fördern.



Ergebnisse

Im Projekt „ALGAE-MODULE 4.0“ wurden wissenschaftliche und technologische Grundlagen für eine modulare, ressourceneffiziente Produktion von Mikroalgen mit definierten Produkteigenschaften geschaffen.

Ein zentraler Schwerpunkt lag auf der gezielten Steuerung der Kultivierungsbedingungen und der Bildung wertgebender Inhaltsstoffe. Hierfür wurde ein Screening-Setup mit neun parallelen Kulturen etabliert, welches eine Variation der Lichtbedingungen über acht spektrale Kanäle erlaubte. Die Experimente zeigten, dass ein Breitbandlichtspektrum (Weißlicht) das Biomassewachstum im Vergleich zu

monochromatischen Lichtbedingungen um bis zu 30 % steigern kann. Gleichzeitig beeinflussen spezifische Wellenlängen gezielt die Stoffbildung: Grünes Licht stimuliert insbesondere primäre Pigmente, während blaues Licht die Akkumulation sekundärer Carotinoide fördert. Daraus wurde eine zweiphasige Kultivierungsstrategie abgeleitet, bei der zunächst Biomasse aufgebaut und anschließend gezielt die Produktion wertgebender Inhaltsstoffe induziert wird.

Parallel dazu wurden sensorbasierte Monitoring- und Analysensysteme entwickelt, um Produktionsprozesse in Echtzeit überwachen zu können. Ein multispektrales Sensorsystem ermöglicht die optische Bestimmung der Biomassekonzentration im Bereich von 0,4–2,0 g L⁻¹ sowie die frühzeitige Erkennung von Kontaminationen. Ergänzend wurde ein optischer Multiparameter-Bypassensor etabliert, der in unterschiedliche Kultivierungssysteme integriert werden kann. Mithilfe von NIR konnte die makromolekulare Zusammensetzung der Biomasse – etwa Protein-, Fett-, Kohlenhydrat-, Mineralstoff- und Wassergehalt – innerhalb von etwa fünf Minuten bestimmt werden. Zur Auswertung der Spektraldaten wurden chemometrische Modelle entwickelt, die eine quantitative Bestimmung der makromolekularen Biomassezusammensetzung frischer Mikroalgen slurries ermöglichen. Damit reduziert sich der Analyseaufwand gegenüber klassischer nasschemischer Analytik von mehreren Tagen auf wenige Minuten.

Ein weiterer Schwerpunkt lag auf der Prozessintensivierung durch kontinuierliche Kultivierung. Für beide untersuchten Mikroalgenarten konnte die Raum-Zeit-Ausbeute im Vergleich zur klassischen Satzkultivierung um etwa 25–30 % gesteigert werden. Gleichzeitig führt der Betrieb im Fließgleichgewicht zu stabileren Produktionsbedingungen und einer konstanten Biomassequalität. Ergänzend wurden modulare LED-Beleuchtungssysteme entwickelt, die eine spektral dimmbare und modellbasierte Anpassung von Lichtintensität und -spektrum ermöglichen. Die wassergekühlten LED-Systeme erlauben zudem eine Rückgewinnung von Abwärme, wodurch Energieeinsparungen von bis zu 80 % im Beleuchtungssystem möglich sind. In den Pilotanlagen konnte dadurch eine bis zu fünffach gesteigerte Biomasseproduktivität gegenüber bisherigen Referenzsystemen erreicht werden.

Auch im Bereich der Aufarbeitung und Fraktionierung der Algenbiomasse wurden neue Prozessansät-

ze untersucht. Mehrphasige Extraktionssysteme auf Basis von Emulsionen oder Tensiden erwiesen sich zwar technisch als umsetzbar, jedoch aufgrund von Material- und Energieaufwand als derzeit nicht wirtschaftlich skalierbar. Robustere Ergebnisse lieferten konventionelle Extraktionsverfahren mit geeigneten Lösungsmitteln. Ergänzend wurden unterschiedliche Zellaufschlussverfahren untersucht. Besonders vielversprechend erwies sich der Einsatz gepulster elektrischer Felder, mit denen Zellmembranen schonend permeabilisiert und wertgebende Inhaltsstoffe effizient extrahiert werden können – insbesondere für *Limnospira maxima*, da sich damit Phycocyanin effizient aus der frischen Biomasse freisetzen lässt. Im Vergleich zu Ultraschallbehandlungen konnten teilweise höhere Reinheiten der Extrakte erzielt werden.

Im Demonstratormaßstab von 200 L wurden die entwickelten Technologien schließlich zu einer integrierten modularen Produktionsplattform zusammengeführt. Dabei kamen automatisierte Monitoring- und Steuerungssysteme, spektral steuerbare LED-Beleuchtung sowie kontinuierliche Kultivierungsstrategien zum Einsatz. Ergänzend wurde gezeigt, dass frische Mikroalgenbiomasse auch für lebensmitteltechnologische Anwendungen geeignet ist. In Versuchen zur Nassextrusion konnte Spirulina-Biomasse erfolgreich in proteinbasierte Extrudate integriert werden, ohne die Verarbeitbarkeit der Grundrezeptur zu beeinträchtigen. Zudem zeigte die Biomasse eine stabile Farberhaltung bei Extrusionstemperaturen von etwa 110 °C.

Insgesamt zeigt das Projekt, dass sich durch die Kombination aus präziser Lichtsteuerung, automatisierter Prozessanalytik, kontinuierlicher Kultivierung und schonenden Aufarbeitungstechnologien eine modulare und skalierbare Produktionsplattform für Mikroalgen realisieren lässt. Damit wurden wichtige Grundlagen für eine ressourceneffiziente regionale Produktion mikroalgenbasierter Lebensmittelzutaten geschaffen. Die entwickelten Konzepte zur kontinuierlichen Algenproduktion wurden zudem in einem Patent zur „Vorrichtung und Verfahren zur kontinuierlichen Algenproduktion“ (EP24173843A1 / DE102023111197) geschützt.





Pr:Ins: Ganzheitliche Bewertung von alternativen Proteinquellen unter besonderer Berücksichtigung von Insekten

Laufzeit:

01.07.2022 – 31.10.2025

Projektpartner:

ifeu – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg gGmbH, Max Rubner-Institut, Südzucker AG/ BENEÖ GmbH, Universität Kassel



In einem tollen interdisziplinären Team und unterstützt durch unsere Praxispartner ist das „Pr:Ins“-Projekt tief in die Welt der insektenbasierten Lebensmittel eingetaucht, um vernetztes Wissen mit großer Relevanz für Wissenschaft und Praxis zu gestalten.

DR. BENEDIKT JAHNKE
UNIVERSITÄT KASSEL/ PROJEKTKOORDINATION

Projektziele

- Erarbeitung einer um sozio-ökonomische und wirtschaftliche Faktoren erweiterte Toolbox zur einheitlichen und vergleichbaren ökologischen Nachhaltigkeitsbewertung von lebensmittelbezogenen Innovationen
- Ökobilanzielle Bewertung verschiedener Insektenproteinzutaten auf Produktebene sowie im Gesamtsystem der Futtermittel- bzw. Lebensmittelerzeugung
- Untersuchung von Kaufmotiven bzw. -hindernissen von Verbrauchern für Insekten in verschiedenen Verarbeitungsstufen und Anwendungsbereichen
- Durchführung von Verkaufstests im Handel mit insektenbasierten Lebensmitteln
- Analyse des Einflusses unterschiedlicher Substrate und Larvenstadien auf die Qualität und Sicherheit von Mehlkäferlarven als Lebensmittel
- Rechtliche Betrachtung zur Herstellung und Vermarktung insektenbasierter Futter- und Lebensmittel

Output auf einem Blick

- Entwicklung einer Toolbox zur ganzheitlichen Nachhaltigkeitsbewertung von Lebensmittelinnovationen
- Ökobilanzielle Bewertung der Mehlwurmproduktion mit deutlich geringerem CO₂-Fußabdruck als Schweine- und Rindfleisch
- Nachhaltigkeitssteckbriefe für alternative Proteinzutaten (auch zur Erweiterung der NFS-Proteindatenbank)
- Umfassende Verbraucherbeforschung mit Befragungen, Fokusgruppen sowie Online- und In-Store-Verkaufstests
- 44 % der Verbraucher grundsätzlich offen für insektenbasierte Lebensmittel, jedoch bestehende Intention-Verhaltens-Lücke
- Fütterungsversuche zeigten, wie die spätere Produktqualität von Futtermitteln und das Entgegewicht beeinflusst werden kann
- Hohe Proteinverdaulichkeit und günstiges Aminosäureprofil von Mehlwürmern für die menschliche Ernährung (unabhängig vom Futtermittel und Entgegewicht) bestätigt

Hintergrund & Zielsetzung

NFS verfolgt das Ziel, innovative und nachhaltige Systeme zur Versorgung mit Lebens- und Futtermitteln zu entwickeln und damit neue Ansätze für die Ernährung von morgen zu erschließen. Damit solche Innovationen langfristig erfolgreich sein können, genügt jedoch nicht allein ihre technologische Machbarkeit. Entscheidend ist vielmehr, dass neue Produkte und Produktionsverfahren ökologisch tragfähig, wirtschaftlich realisierbar, rechtlich abgesichert sowie gesellschaftlich akzeptiert sind. Eine isolierte Betrachtung einzelner Bewertungsdimensionen greift dabei zu kurz, da Nachhaltigkeit, Wirtschaftlichkeit, Qualität, Sicherheit und Verbraucherakzeptanz eng miteinander verknüpft sind.

Vor diesem Hintergrund setzte das Projekt „Pr:Ins – Ganzheitliche Bewertung“ auf konzeptioneller Ebene an. Ziel war es, eine integrierte wissenschaftliche Methodik zu entwickeln, die unterschiedliche Bewertungsansätze systematisch zusammenführt und in Beziehung setzt. Hierzu war vorgesehen, Analysen zur ökologischen Nachhaltigkeit, zur ökonomischen Tragfähigkeit, zur Verbraucherakzeptanz, zu Qualitäts- und Sicherheitsaspekten sowie zum geltenden Rechtsrahmen zu bündeln und in einem übergreifenden Bewertungsansatz zu integrieren. Auf dieser Grundlage sollte eine umfassende Einschätzung der Erfolgsaussichten neuer Produkte und Verfahren ermöglicht werden.

Als Anwendungsbeispiel dienten innovative insektenbasierte Lebensmittel, anhand dessen die einzelnen Analyseschritte exemplarisch durchgeführt, methodisch aufeinander abgestimmt und hinsichtlich ihrer Eignung für eine ganzheitliche Bewertung geprüft wurden.

Insgesamt war das Ziel, eine übertragbare Grundlage zu schaffen, mit der zukünftige Produkt- und Verfahreninnovationen systematisch, transparent und multidimensional bewertet werden können, um ihre Markt- und Zukunftsfähigkeit frühzeitig fundiert einschätzen zu können.



Ergebnisse

Im Projekt „Pr:Ins – Ganzheitliche Bewertung“ wurden am praktischen Fallbeispiel insektenbasierter Lebensmittel die entwickelten Analyseansätze entlang der gesamten Wertschöpfungskette erprobt.

Ein zentraler Schwerpunkt lag auf der Entwicklung einer Toolbox zur Nachhaltigkeitsbewertung von proteinhaltigen Lebensmittelinnovationen (<https://www.ifeu.de/projekt/arbeitspaket-1-prins-nachhaltigkeitsbewertung>). Diese bündelt verschiedene Analyseinstrumente, die sowohl für wissenschaftliche Bewertungen als auch für frühe Phasen der Produkt- und Verfahrensentwicklung im Unternehmenskontext genutzt werden können. Dazu gehören u. a. ein Hotspot-Tool zur Identifikation zentraler Nachhaltigkeitswirkungen entlang der Wertschöpfungskette, Instrumente zur Wesentlichkeits- und Risikoanalyse sowie Leitfäden zur Marktpotenzialanalyse und zur wirtschaftlichen Bewertung. Ergänzend wurden Ansätze zur True-Cost-Bewertung entwickelt, mit denen Umweltwirkungen monetär dargestellt werden können. Die Toolbox umfasst außerdem Methoden zur ökologischen und sozialen Lebenszyklusanalyse sowie Leitfäden zur Ökobilanzierung innovativer Lebensmittel. Ein Diät-Szenario-Tool liefert zusätzlich Datenpunkte, die zur Bewertung verschiedener Ernährungsweisen hinsichtlich Proteinkonsum, Aminosäureversorgung und Umweltwirkungen verwendet werden können. Die einzelnen Bausteine sind über ein Decision Support System miteinander verknüpft, das Anwender durch die Bewertung neuer Lebensmittelinnovationen führt.

Auf dieser Grundlage wurden ökobilanzielle Modellierungen der Mehlwurmproduktion (*Tenebrio molitor*) durchgeführt (<https://www.ifeu.de/projekt/arbeitspaket-2-prins-umweltbilanz-insektenproteine>). Dabei zeigte sich, dass insbesondere die Futtermittelproduktion und der Energieverbrauch während der Aufzucht die größten Umweltwirkungen verursachen. Gleichzeitig ist der CO₂-Fußabdruck von Mehlwurmprodukten – bezogen auf den Proteingehalt – deutlich niedriger als der von Schweine- und Rindfleisch und vergleichbar mit Hähnchenfleisch oder Eiern. Pflanzliche Proteinquellen weisen jedoch weiterhin die geringsten Treibhausgasemissionen auf. Rund 50 % des CO₂-Fußabdrucks der Mehlwurmzucht entstehen durch die Futtermittelproduktion. Die Ergebnisse zeigen zudem, dass die Kombination von Insektenproteinen mit pflanzlichen Proteinen das Potenzial

hat, Umweltwirkungen der Ernährung zu reduzieren und gleichzeitig eine hohe Proteinqualität zu gewährleisten. Ergänzend zu den durchgeführten Analysen zur Nachhaltigkeitsbewertung wurden Nachhaltigkeitssteckbriefe für verschiedene alternative Proteinzutaten aus Pflanzen, Insekten und Mikroalgen erstellt (<https://www.ifeu.de/projekt/arbeitspaket-3-prins-nachhaltigkeitssteckbriefen-proteinzutaten>). Diese erweitern die im Projekt „Nachhaltige Proteinzutaten“ (siehe S. 7) entwickelte Proteindatenbank um ökologische Bewertungsdaten auf Basis von Ökobilanzen nach ISO 14040/44. Neben Klimawirkungen werden weitere Umweltindikatoren sowie potenzielle soziale Risiken entlang der Lieferketten berücksichtigt und als Entscheidungsgrundlage für die Auswahl nachhaltiger Proteinzutaten bereitgestellt.

Ein weiterer Schwerpunkt des Projektes lag auf der Analyse der Verbraucherakzeptanz insektenbasierter Lebensmittel. Hierfür wurden Literaturanalysen, Experteninterviews, Fokusgruppen, Verbraucherbefragungen sowie Verkaufs- und Verkostungstests durchgeführt. Die Ergebnisse zeigen weiterhin deutliche Akzeptanzbarrieren, insbesondere Ekel, Lebensmittelneophobie, etablierte Ernährungsgewohnheiten, hohe Preise und eine begrenzte Verfügbarkeit. Gleichzeitig zeigt sich aber auch ein Marktpotenzial: Rund 44 % der Verbraucher in Deutschland sind grundsätzlich bereit, insektenbasierte Lebensmittel zu probieren, während etwa 25–30 % bereits erste Erfahrungen mit solchen Produkten gemacht haben, die überwiegend positiv bewertet wurden. Allerdings besteht eine deutliche Intention-Verhaltens-Lücke zwischen Interesse und tatsächlichem Kauf.

Ergänzend wurden Markt- und Wettbewerbsanalysen durchgeführt, die umfassende Verbrauchersforschung mit Befragungen, Fokusgruppen sowie Online- und In-Store-Verkaufstests beinhalten. Diese zeigen, dass insbesondere snackartige Produkte wie Proteinriegel oder Cracker international zu den dynamischsten Produktsegmenten zählen und Hersteller ihre Kommunikation zunehmend auf Nachhaltigkeit, Proteingehalt sowie moderne Gesundheits- und Lifestyleaspekte ausrichten. Im Projekt wurden zudem zwei Produkt- und Verpackungskonzepte (Snack-Bällchen und „NutriCrunch“-Cracker) entwickelt und empirisch getestet. Die Ergebnisse bestätigen, dass Verbraucher positiv auf eine klare, aber dezente Kennzeichnung reagieren und dass Aspekte wie Natürlichkeit und Geschmack häufig stärker prä-

feriert werden als reine Nachhaltigkeitsargumente. Gleichzeitig zeigte sich eine höhere Kaufbereitschaft für snackartige Produkte wie Cracker im Vergleich zu fleischähnlichen Alternativen. Als potenzielle Zielgruppen wurden insbesondere junge, urbane Konsumenten sowie sportlich aktive Personen mit erhöhtem Proteinbedarf identifiziert. Besonders wirksam zur Förderung der Akzeptanz erwiesen sich Produktverkostungen, da sie Einstellungen und Kaufbereitschaft gegenüber insektenbasierten Lebensmitteln deutlich verbessern können.

Im dritten Teilbereich wurden Qualitäts- und Sicherheitsaspekte von eigens angezüchteten Mehlwürmern und daraus hergestellten Modelllebensmitteln untersucht. Durch den gewählten Versuchsansatz ließen sich die Nährstoffprofile und Gehalte an Minor Komponenten erheblich beeinflussen. Dabei war die Proteinqualität durchgehend hoch und zeichnete sich durch ein ausgewogenes Aminosäureprofil und eine hohe Verdaulichkeit aus. Die Unterschiede in der Zusammensetzung der Mehlwürmer führten zu signifikanten Unterschieden in Qualitätsparametern der Mehlwürmer nach der Trocknung bzw. der daraus hergestellten Modelllebensmittel, darunter das Profil an flüchtigen Verbindungen, sensorische Eigenschaften und die Lagerstabilität. Die chemischen und mikrobiologischen Analysen ergaben, dass unter allen gewählten Versuchsbedingungen weder bei Mykotoxinen, Schwermetallen, Pestizidrückständen oder Pathogenen bzw. Sporenbildnern Grenzwerte erreicht oder überschritten wurden und somit in dieser Hinsicht die Lebensmittelsicherheit gewährleistet war.

In der Gesamtschau zeigen die erzielten Ergebnisse Ansätze auf, um auch bei schwankender Futtermittelqualität eine einheitliche Produktqualität zu gewährleisten. Andererseits zeigen die Ergebnisse, dass sich durch eine gezielte Wahl von Futtermittel und Erntegewicht besondere Produkteigenschaften erzielen lassen.

Insgesamt liefert das Projekt wichtige Grundlagen für die ganzheitliche Bewertung alternativer Proteinquellen und schafft eine methodische Basis, um ökologische, ökonomische, ernährungsphysiologische und gesellschaftliche Aspekte systematisch in der Entwicklung neuartiger Lebensmittel zu berücksichtigen.



AIProPlant: Ernährungsphysiologische Evaluierung pflanzlicher Proteine und Proteinzutaten im Rahmen von Ernährungsinterventionsstudien

Laufzeit:

01.01.2023 – 30.06.2026 [Das Projekt war zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch nicht final abgeschlossen.]

Projektpartner:

Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn



Der Innovationsraum NewFoodSystems hat einen wichtigen Beitrag zur Förderung innovativer und interdisziplinärer Ernährungsforschung geleistet. Im Rahmen des „AIProPlant“-Projekts konnten wir in einer fruchtbaren und bereichernden Zusammenarbeit zwischen Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften relevante und interessante Daten zur gesundheitlichen Bewertung „alternativer Proteine“ generieren, die zudem viel Potential für das Anstoßen neuer Forschungs- und Projektideen bieten.

PROF. DR. SARAH EGERT
RHEINISCHE FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT BONN/ PROJEKTKOORDINATION

Projektziele

- Aussagen zur „Verdaulichkeit“ und Bioverfügbarkeit verschiedener pflanzlicher Proteinzutaten in Abhängigkeit vom Verarbeitungsgrad
- Vergleich der physiologischen und biofunktionellen Wirkungen von Nahrungsproteinen pflanzlicher und tierischer Herkunft

Output auf einem Blick

- Zwei Humanstudien zur postprandialen Stoffwechselantwort auf pflanzliche Proteine und Fleischalternativen
- Geringerer postprandialer Anstieg unentbehrlicher Aminosäuren nach Erbsenprotein im Vergleich zu Molkenprotein
- Verzögerte Aminosäurenverfügbarkeit nach Verzehr von extrudiertem Erbsenprotein
- Pflanzliche Fleischalternativen (Erbsen-, Weizen-, Sojaprotein) zeigen ähnliche Effekte auf Parameter des Glukose- und Lipidstoffwechsels wie Hähnchenfleisch
- Postprandialer Anstieg der Harnsäurekonzentration nach Verzehr von Erbsenprotein (Studie 1 und 2) und Hähnchenfleisch (Studie 2), Senkung der Harnsäurespiegel nach Aufnahmen von Molkenprotein (Studie 1), Weizen- und Sojaprotein (Studie 2)

Hintergrund & Zielsetzung

Vor dem Hintergrund der planetaren Grenzen, der veränderten Verzehrsgewohnheiten (z. B. vegane Ernährung) und einer stetig wachsenden Weltbevölkerung ist der Ersatz tierischer Proteine durch Proteine auf Basis von Pflanzen aktuell eines der wichtigsten Forschungsthemen für die Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften. Um den Proteinbedarf der Weltbevölkerung langfristig adäquat bzw. bedarfsgerecht zu decken, ist eine nachhaltige Produktion bestehender, tierischer Proteinquellen ebenso essentiell wie die Förderung alternativer Proteinquellen pflanzlichen Ursprungs. Auch wenn bereits eine Vielzahl an pflanzlichen Proteinpräparaten auf dem Markt verfügbar ist, so fehlen dennoch häufig detaillierte Informationen zu Eigenschaften, Applikationsmöglichkeiten und insbesondere der ernährungsphysiologischen Bewertung der jeweiligen Proteine für den Menschen.

Die Proteinqualität eines Lebensmittels bzw. einer Zutat wird maßgeblich durch den Gehalt an unentbehrlichen Aminosäuren, die Verdaulichkeit des Proteins sowie die Verfügbarkeit der freigesetzten Aminosäuren bestimmt. Die Proteinqualität wird in Humanstudien häufig anhand der Plasmakinetik von Aminosäuren nach dem Proteinverzehr bewertet. Pflanzliche Proteinquellen weisen im Vergleich zu tierischen Lebensmitteln in der Regel eine geringere Proteinqualität auf. In welchem Umfang unterschiedlich stark verarbeitete pflanzliche Proteinzutaten zur adäquaten Proteinversorgung des Menschen beitragen können und wie sie sich physiologisch verhalten, ist bislang nicht ausreichend untersucht.

Vor diesem Hintergrund war das Ziel des Forschungsvorhabens „AIProPlant“ (Alternative Proteins of Plant Origin), die physiologischen und biofunktionellen Wirkungen verschiedener pflanzlicher Proteine und Proteinzutaten bei stoffwechselgesunden Erwachsenen zu evaluieren und mit tierischen Proteinquellen zu vergleichen, um ein besseres Verständnis für die ernährungsphysiologischen und gesundheitlichen Wirkungen nachhaltiger pflanzlicher Proteinquellen zu schaffen.

Ergebnisse

Das Forschungsprogramm umfasste zwei kontrollierte Ernährungsstudien mit jungen, normalgewichtigen Frauen und Männern, die im Schulterchluss der bei-

den Disziplinen Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften konzipiert und durchgeführt wurden.

In Humanstudie 1 wurden zunächst die Verdaulichkeit und Verfügbarkeit (u. a. Plasma-Profile der einzelnen Aminosäuren) pflanzlicher Proteinzutaten unterschiedlichen Verarbeitungsgrads miteinander verglichen und Molkenprotein gegenübergestellt. Als Beispiel wurde hierbei die Erbse herausgegriffen, da Erbsenproteinzutaten in den letzten Jahren stark an Bedeutung gewonnen haben. Zudem stehen bei der Erbse sowohl industrielle Proteinisolate und -konzentrate als auch Trocken- und Nassextrudate zur Verfügung, da sie bereits als Proteinzutaten in einer Vielzahl von Produkten, insbesondere in Fleischersatzprodukten eingesetzt werden. In Humanstudie 2 wurden physiologische und biofunktionelle Wirkungen des Erbsenproteins mit weiteren Proteinen (Weizen, Soja, Hähnchen) verglichen. In beiden Humanstudien wurden die Zielgrößen in einem randomisierten Crossover-Design nüchtern und über einen postprandialen Zeitraum von 6 Stunden gemessen. Hierfür wurden venöse Blutproben entnommen und hinsichtlich der Plasma-Profile einzelner Aminosäuren, Harnstoff, Glukose, Insulin und Harnsäure untersucht. Darüber hinaus wurde die Magenentleerrate mittels Paracetamolkinetik bestimmt und die Sättigung anhand visueller Analogskalen erfasst. Zusätzlich wurden in Humanstudie 2 weitere Parameter, u. a. des Lipid- und Glukosestoffwechsels, Hunger- und Sättigungs-assoziierte Hormone, erfasst. Im Sinne eines „ganzheitlichen“ und praxisnahen Forschungsansatzes wurden die Proteinzutaten in beiden Studien in standardisierte Mahlzeiten eingebettet. Diese wurde isonitrogen konzipiert und enthielten 25 g (Studie 1) bzw. 40 g (Studie 2) Studienprotein pro Mahlzeit.



In Studie 1 führte der Verzehr von Erbsenprotein unabhängig vom Verarbeitungsgrad (Konzentrat, Isolat, Extrudat) zu einem geringeren postprandialen Anstieg unentbehrlicher Aminosäuren als Molkenprotein. Dies betraf insbesondere die physiologisch relevanten Aminosäuren Leucin, Lysin und Methionin. Der Vergleich zwischen den Verarbeitungsgraden zeigte eine verzögerte Verfügbarkeit unentbehrlicher Aminosäuren nach dem Verzehr von extrudiertem Erbsenprotein. Dieser Befund zeigte sich besonders bei den Frauen. Darüber hinaus steigerte der Verzehr von Erbsenprotein (purinhaltig) die postprandiale Harnsäurekonzentration, während die Konzentration unter Molkenprotein sank. Hinsichtlich weiterer metabolischer Parameter (z. B. Glukose, Insulin, Harnstoff) und Sättigung zeigten Erbsen- und Molkenprotein ähnliche Effekte.

Bisherige Ergebnisse der zweiten Humanstudie zeigen, dass die untersuchten pflanzlichen Fleischalternativen (Nassextrudate aus Erbsen-, Weizen- oder Sojaprotein) und Hähnchenfleisch die Parameter des Glukose- und Lipidstoffwechsels (u. a. Glukose, Insulin, C-Peptid, Triglyceride, LDL-, HDL- und Ge-

samt-Cholesteroll) ähnlich beeinflussen. Der hohe postprandiale Harnstoffanstieg nach Verzehr von Weizen-Gyros deutet auf eine geringere Proteinqualität des Weizenproteins hin (Lysin als limitierende Aminosäure). Der Verzehr von Erbsenprotein und v. a. von Hähnchenfleisch führte zudem zu einem Anstieg der postprandialen Harnsäurekonzentration, während Weizen- und Sojaprotein die Harnsäurekonzentration senkten. Eine abschließende ernährungsphysiologische Bewertung der vier Proteine ist erst nach Abschluss der noch ausstehenden Laboranalysen (u. a. Plasmakinetik einzelner Aminosäuren, gastrointestinale Hormone) möglich.





IKARUS: Innovative Kultursystementwicklungen und Produktverarbeitung für eine klima-autarke und urbane Sicherung der Lebensmittelproduktion

Laufzeit:

01.07.2023 – 31.12.2025

Projektpartner:

Elea Technology GmbH, Focus Foodlabs GmbH, Hochschule Osnabrück, Venjakob Maschinenbau GmbH & Co. KG



Die Süßkartoffel wird zukünftig nicht nur mit ihren nahrungsreichen Wurzelverdickungen von Bedeutung sein, sondern auch die Blattorgane sind bei bestimmten Sorten als ernährungsrelevantes Blattgemüse zu nutzen.

PROF. DR. ANDREAS ULBRICH
HOCHSCHULE OSNABRÜCK/ PROJEKTKOORDINATION

Projektziele

- Identifizierung von ernährungsphysiologisch besonders wertvollen Süßkartoffelgenotypen sowie Nutzung sämtlicher Biomassebestandteile
- Weiterentwicklung und verstärkte Automatisierung eines bestehenden hydroponischen Kultursystems für Süßkartoffeln
- Erzeugung eines hochwertigen Proteinkonzentrats aus Süßkartoffelblättern
- Weiterverarbeitung der Proteine sowie unbehandelter Blätter zu neuartigen Lebensmitteln
- Energetische Betrachtung des Produktionsprozesses und der gewonnenen Biomassebestandteile

Output auf einem Blick

- Entwicklung eines funktionierenden aeroponisch, hydroponischen Kultursystems für die Süßkartoffelkultivierung
- Identifikation eines Trade-offs zwischen Blatt- und Speicherwurzelproduktion bei 50 % Blattrückschnitt
- Deutlicher Anstieg der Anthocyangehalte in Süßkartoffelblättern durch pflanzliche Erziehungsmaßnahmen
- Ultraschallbasierte Proteinextraktion aus Süßkartoffelblättern mit bis zu 82 % Extraktionsrate
- PEF-Vorbehandlung erhöht Proteinausbeute und ermöglicht schonende Verarbeitung der Blattbiomasse
- Entwicklung erster Lebensmittelanwendungen aus Blattbiomasse, z. B. Süßkartoffelblatt-Pestos

Hintergrund & Zielsetzung

Die pflanzenbauliche Produktion in vollständig kontrollierten Anbausystemen hat sich in den vergangenen Jahren zu einer der technologisch intensivsten Formen landwirtschaftlicher Erzeugung entwickelt. Systeme wie Indoor-Vertical-Farming oder hybride Kombinationen aus Gewächshaus und Indoor-Farm ermöglichen die präzise Steuerung von Umweltparametern wie Licht, Temperatur, Nährstoffversorgung und weiteren Stressoren. Dadurch können die Pflanzenentwicklung und die Ausprägung von äußeren und inneren Qualitätsmerkmalen gezielt beeinflusst werden. Während bislang vor allem Blattgemüse und Kräuter in solchen Systemen kultiviert wurden, rückt zunehmend auch die Produktion von gemüsebaulichen Grundnahrungsmitteln in kontrollierten Umgebungen in den Fokus von Forschung und Praxis.

Vor diesem Hintergrund verfolgte das Projekt „IKARUS“ das Ziel, eine qualitätsoptimierte und weitgehend automatisierte Produktion sowie vollständige Weiterverwertung sämtlicher Pflanzenbestandteile der Süßkartoffel in Controlled-Environment-Agriculture-Systemen (CEA) zu entwickeln. Die Süßkartoffel wurde dabei als vielseitige gemüsebauliche Kulturpflanze ausgewählt, da sie sowohl energiereiche Knollen als auch protein- und nährstoffhaltige Blätter liefert, die bislang jedoch nur begrenzt genutzt werden.

Ein Schwerpunkt lag auf der Identifizierung ernährungsphysiologisch besonders wertvoller Süßkartoffelgenotypen, um diese gezielt vom marktüblichen Freilandanbau abzugrenzen. Parallel dazu wurde ein bestehendes hydroponisches Kultursystem weiterentwickelt und hinsichtlich Substratfreiheit und Automatisierungsgrad optimiert. Ziel war es, eine ressourceneffiziente und skalierbare Produktionsweise zu etablieren.

Darüber hinaus war vorgesehen auch die Blätter der Süßkartoffel, die für die menschliche Ernährung geeignet sind, systematisch zu nutzen. Mittels innovativer Technologien wie PEF und Ultraschallverfahren sollte aus dem Blattmaterial ein hochwertiges Proteinkonzentrat gewonnen werden. Sowohl die isolierten Proteine, als auch die unbehandelten Blätter waren zur Weiterverarbeitung zu neuartigen Lebensmitteln vorgesehen, sodass eine möglichst vollständige Nutzung der erzeugten Biomasse erreicht wird.

Abschließend zielte das Projekt darauf ab, den

gesamten Produktions- und Verarbeitungsprozess energetisch zu bewerten und die erzeugten Biomassefraktionen hinsichtlich ihres ökonomischen und ökologischen Nutzens zu analysieren. Die Analyse diente dazu, eine fundierte Grundlage zu schaffen, um das Potenzial automatisierter CEA-Systeme für die nachhaltige Produktion und ganzheitliche Nutzung von Grundnahrungsmitteln systematisch zu bewerten.

Insgesamt zielte das Projekt darauf ab, innovative, ressourceneffiziente und automatisierbare Produktionssysteme für die ganzheitliche Nutzung von Süßkartoffelpflanzen zu entwickeln und damit einen Beitrag zur nachhaltigen Erzeugung und Verwertung pflanzlicher Grundnahrungsmittel in kontrollierten Anbausystemen zu leisten.



Ergebnisse

Im Projekt „IKARUS“ wurden wissenschaftliche und technologische Grundlagen für die Nutzung der Süßkartoffel als ganzheitlich verwertbare Kulturpflanze in automatisierten CEA-Systemen erarbeitet. Zu Beginn des Projekts wurden fünf besonders nährstoffreiche Süßkartoffelgenotypen identifiziert und charakterisiert: Kaukura, Manihi, Erato Violet, Tahiti und Tatakoto. Diese Genotypen zeichnen sich durch hohe Gehalte an wertgebenden Inhaltsstoffen aus, darunter Anthocyane in Blättern und Wurzeln sowie Beta-Carotin, Kalium und Kohlenhydrate. Anschließend wurden die Pflanzen in einem aeroponisch, hydroponischen System kultiviert, um den Einfluss von Genotyp, Kultivierungsbedingungen und Blattnutzung auf die Pflanzenentwicklung, den Biomasseertrag und das Inhaltsstoffprofil zu untersuchen.

Ein zentraler Versuchsansatz war die Untersuchung der Dualnutzung der Pflanzen, bei der sowohl die

Speicherwurzel, als auch die Blattmasse genutzt werden. In Blattrückschnittversuchen zeigte sich, dass ein regelmäßiger Rückschnitt von 50 % der Blattmasse die kumulative Blattproduktion signifikant erhöhen kann, gleichzeitig jedoch zu reduzierten Speicherwurzelerträgen führt. Damit wurde ein relevanter Zielkonflikt zwischen Blatt- und Wurzelertrag identifiziert. Gleichzeitig konnten Veränderungen im Inhaltsstoffprofil beobachtet werden: Bei mehreren Genotypen führte der Blattrückschnitt zu einem deutlichen Anstieg der Anthocyangehalte in den Blättern, bei der Sorte „Tatakoto“ teilweise um bis zum Vierfachen.

Parallel dazu wurde ein funktionierendes modulares aeroponisch, hydroponisches Kultursystem für die Kultivierung von Süßkartoffeln mit vier unabhängigen Kreisläufen konzipiert, aufgebaut und über mehrere Versuchsdurchgänge hinweg optimiert. Dabei wurden u. a. unterschiedliche Bewässerungstechniken mit Hilfe verschiedener Düsentchnologien, Nährlösungszusammensetzungen sowie Lichtintensitäten untersucht. Als besonders zuverlässig erwies sich eine Bewässerung mittels Regendüsen bei etwa 6 bar Druck. Zudem zeigte sich, dass für aeroponische Systeme eine speziell angepasste Nährlösung erforderlich ist. Ein optimiertes Kalium-Calcium-Verhältnis von 1,5:1 führte zu den höchsten ober- und unterirdischen Biomasseerträgen.

Ein weiterer Schwerpunkt lag auf der Nutzung der Blattbiomasse zur Gewinnung pflanzlicher Proteine. Hierfür wurden innovative Aufschluss- und Extraktionsverfahren untersucht: darunter PEF und eine ultraschallbasierte Proteinextraktion. Die Ultraschallextraktion erreichte unter milden Prozessbedingungen (29 °C, pH 7,6) eine Extraktionsrate von bis zu 82 %. Die Effizienz der Extraktion erwies sich dabei weitgehend unabhängig von der Ultraschallamplitude, was wichtige Hinweise für eine spätere Prozessskalierung liefert. Eine anschließende isoelektrische Fällung bei pH 4 führte zu einem Proteinkonzentrat mit etwa 50 % Proteingehalt. Zusätzlich konnte gezeigt werden, dass eine PEF-Vorbehandlung bei mehreren Süßkartoffelsorten die Proteinausbeute erhöht und auch nach der Sprühtrocknung zu höheren Extraktausbeuten führt. Gleichzeitig wurde bei geeigneten PEF-Einstellungen ein höherer Chlorophyllanteil gemessen, was auf eine vergleichsweise schonende Verarbeitung der Biomasse hinweist. Die beobachteten Effekte waren dabei sowohl abhängig von der Sorte, als auch vom Entwicklungsstadium. Ergänzend wurden

energetische Kennzahlen sowie Investitions- und Betriebskosten der PEF-Technologie erfasst, wodurch eine erste ökonomische Bewertung der Prozessintegration möglich wurde. Darüber hinaus gelang die Herstellung eines teilweise entfärbten Blattproteinextraktes aus Süßkartoffelblättern, wodurch sich neue Einsatzmöglichkeiten als funktionelle pflanzliche Proteinquelle für Lebensmittelanwendungen ergeben.

Neben der Proteingewinnung wurden auch erste lebensmitteltechnologischer Anwendungen der Blattbiomasse erprobt. So konnten auf Basis der frischen Blätter verschiedene Süßkartoffelblatt-Pestos hergestellt werden, die beispielhaft mögliche lebensmitteltechnologischer Anwendungen der Blattbiomasse verdeutlichen.

Insgesamt zeigt das Projekt, dass die Süßkartoffel ein großes Potenzial für eine ganzheitliche Nutzung in kontrollierten Anbausystemen besitzt. Durch die Kombination aus optimierten Kultivierungssystemen, innovativen Extraktionsverfahren und neuen Produktkonzepten konnten wichtige Grundlagen für eine ressourceneffiziente Produktion und Verwertung dieser Kulturpflanze im urbanen Lebensmittelanbau geschaffen werden.





Hemp4Food: Ganzheitliche Nutzung von Hanfsamen

Laufzeit:

01.09.2023 – 30.06.2026 [Das Projekt war zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch nicht final abgeschlossen.]

Projektpartner:

ICL Group, Rügenwalder Mühle Carl Müller GmbH & Co. KG, Signature Products GmbH, Südzucker AG, Technische Universität München



„Hemp4Food“ hat gezeigt, wie schnell sich Hanf als Rohstoff in konkrete Food-Anwendungen überführen lässt, wenn Forschung und Industrie entlang klarer Spezifikationen zusammenarbeiten. Der Innovationsraum NewFoodSystems war dabei ein praxisnaher Katalysator für Transfer Richtung Pilotierung und Verwertung.

FLORIAN PICHLMAIER
SIGNATURE PRODUCTS GMBH

Projektziele

- Herstellung hochwertiger Proteinzutaten aus Hanfsamen
- Nutzung der bei der Gewinnung der Hanfproteinzutaten anfallenden Nebenströme, für die Herstellung von Lebensmitteln
- Ermittlung der Verbraucherakzeptanz von Hanfprotein
- Beitrag zur gesellschaftlichen Akzeptanz von pflanzlichen Proteinen und von Nutzhanf für die menschliche Ernährung

Output auf einem Blick

- Übertragung der nasstechnischen Hanfproteinisolation vom Labor- in den Pilotmaßstab (1500 L)
- Gewinnung hochreiner Hanfproteinisolate (> 90 % Protein) mit hoher Ausbeute und stark reduziertem Phytinsäuregehalt
- Herstellung funktioneller Proteinzutaten mit verbesserter Löslichkeit, Wasserbindung und heller Produktfarbe
- Entwicklung und Testung hanfproteinbasierter Anwendungen (Wurst-, Fleisch- und Seafood-Alternativen) inklusive extrudierter Texturate (Chunks, Granulat)
- Identifikation geeigneter Rohstoff- und Prozessparameter für eine industrielle Skalierung der Hanfprotein-Extraktion
- Bewertung von Nebenströmen und Entwicklung eines ganzheitlichen Wirtschaftlichkeitsmodells zur industriellen Hanfverwertung

Hintergrund & Zielsetzung

Der Anbau von THC-armem Nutzhanf hat in Deutschland in den vergangenen Jahren deutlich zugenommen, wurde jedoch überwiegend zur Gewinnung von Fasern für Textilien, Verbundwerkstoffe oder Papier genutzt. Die Hanfsamen der vielseitigen Kulturpflanze fallen dabei eher als Nebenprodukt an und bleiben in ihrem ernährungsphysiologischen Potenzial weitgehend unerschlossen. Erst in den letzten Jahren rücken sie verstärkt in den Fokus von Wissenschaft und Wirtschaft – insbesondere in der Lebensmittel- und Kosmetikindustrie. Hanfsamen zeichnen sich durch einen hohen Gehalt an hochwertigen Fetten und Proteinen sowie an Ballaststoffen, Vitaminen und Mineralstoffen aus. Während das Hanfsamenöl aufgrund seines günstigen Fettsäuremusters bereits etabliert ist, bietet insbesondere der bei der Ölgewinnung anfallende Presskuchen als protein- und ballaststoffreiche Fraktion großes Potenzial für die Entwicklung pflanzlicher Lebensmittelzutaten.

Vor diesem Hintergrund verfolgte das Projekt „Hemp4Food“ das Ziel, Hanfsamen im Sinne eines ganzheitlichen Nutzungskonzepts vollständig zu verwerten und hochwertige, funktionelle Proteinzutaten sowie weitere wertgebende Nebenströme zu erschließen. Hierzu wurden verschiedene trocken- und nasstechnische Verfahren zur Gewinnung von Proteinkonzentraten und -isolaten aus Hanfsamen bzw. Hanfpresskuchen, untersucht und hinsichtlich ihrer Eignung bewertet. Im Mittelpunkt standen die chemische, physikalisch-chemische und technofunktionelle Charakterisierung der gewonnenen Proteinzutaten, um deren Einsatzmöglichkeiten in unterschiedlichen Lebensmittelapplikationen systematisch zu ermitteln.

Ein zentrales Anliegen des Projekts war es, sämtliche anfallenden Fraktionen zu nutzen. Neben den isolierten Proteinen wurden auch faserreiche Bestandteile und das Hanfsamenöl in die Produktentwicklung integriert. Ziel war die Herstellung von Prototypen für pflanzliche Wurst- und Seafood-Alternativen, um die funktionellen Eigenschaften der Hanfzutaten praxisnah zu demonstrieren. Begleitend wurden sensorische Untersuchungen sowie eine Verbraucherakzeptanzstudie durchgeführt, um die Wahrnehmung und Akzeptanz von Hanf als Lebensmittelzutat systematisch zu erfassen. Darüber hinaus umfasste das Projekt eine Wirtschaftlichkeitsanalyse zur Bewertung der ganzheitlichen Verwertung der Hanfpflanze so-

wie der ökonomischen Perspektiven ihres Anbaus.

Insgesamt zielte das Projekt darauf ab, das Potenzial von Nutzhanf als nachhaltige Proteinquelle zu erschließen, neue Anwendungsfelder für Hanfproteine zu entwickeln und damit einen Beitrag zur gesellschaftlichen Akzeptanz pflanzlicher Proteine in der menschlichen Ernährung zu leisten.



Ergebnisse

Im Projekt konnte die ganzheitliche Nutzung von Hanfsamen und Hanfpresskuchen technologisch und funktional entscheidend vorangebracht werden. Ein zentraler technologischer Fortschritt lag in der Optimierung des Pressvorgangs geschälter Hanfsamen. Es konnte gezeigt werden, dass insbesondere das Rösten vor dem Pressen die Ölausbeute sowie die Eigenschaften des Presskuchens maßgeblich beeinflusst. Dadurch ließ sich ein Presskuchen erzeugen, der für die anschließende Proteingewinnung besonders geeignet ist. Im weiteren Verlauf wurden sowohl trocken- als auch nasstechnische Verfahren zur Proteingewinnung untersucht. Die trockentechnische Verarbeitung durch Feinvermahlung und Sichten führte zwar nicht zu einer signifikanten Proteianreicherung, reduzierte jedoch grobe Schalenpartikel deutlich und verbesserte damit die Produktoptik und das Mundgefühl. Erfolgreicher war die nasstechnische Proteinisolation mittels alkalischer Extraktion und isoelektrischer Fällung: Im Labormaßstab konnten Proteinisolate mit über 90 % Reinheit und Proteinausbeuten von mehr als 70 % erzielt werden. Gleichzeitig wurde der Gehalt an Phytinsäure im Vergleich

zum Ausgangsmaterial um über 90 % reduziert. Die Übertragung dieses Verfahrens in einen semi-kontinuierlichen Pilotmaßstab mit 1500 L Prozessvolumen erwies sich als technisch umsetzbar. Die erzielten Proteingehalte lagen nur geringfügig unter den Laborwerten, was die grundsätzliche Skalierbarkeit des Prozesses bestätigt.

Analytische Untersuchungen zeigten, dass die Prozessparameter der Isolation einen deutlich stärkeren Einfluss auf die funktionellen Eigenschaften hatten, als das gewählte Trocknungsverfahren. Die gewonnenen Hanfproteinzutaten zeigten im Vergleich zum ursprünglichen Presskuchen verbesserte funktionelle Eigenschaften. Dazu zählen eine erhöhte Proteinlöslichkeit im sauren pH-Bereich, eine gesteigerte Wasserbindekapazität sowie eine hellere Farbe. Diese Eigenschaften sind insbesondere für Anwendungen in Fleischalternativen, Backwaren und sauren Getränken relevant. In Applikationsversuchen konnte nachgewiesen werden, dass Hanfproteinisolate grundsätzlich gut für die Verwendung in pflanzlichen Fleischalternativen geeignet sind. Die Herstellung von Trockenextrudaten auf Basis von Hanfprotein-konzentrat und -isolat war erfolgreich. Insbesondere zwei Muster in den Formaten Chunks und Granulat erwiesen sich hierbei als vielversprechend. Die Verarbeitung in veganen Bratwürsten funktionierte problemlos, während die Anwendung in Frikadellen nur eingeschränkt überzeugte. In der Extrusion zeigte sich zudem, dass Hanfprotein besonders in Kombination mit Weizengluten gut verarbeitbar ist. Hanffasern und Hanföl erwiesen sich dagegen aufgrund ihrer technofunktionellen und sensorischen Eigenschaften als weniger geeignet für strukturierte Fleischersatzprodukte.

Neben der technologischen Machbarkeit wurden klare Spezifikationslogiken erarbeitet, die definieren, welche Rohstofffraktionen für bestimmte Food-Anwendungen geeignet sind und welche Qualitätsparameter zwingend erfüllt sein müssen. Es zeigte sich, dass Funktionalität grundsätzlich erreichbar ist, jedoch stark von Fraktionierung, Entfettung und Partikelgrößenprofil abhängt – mit direktem Einfluss auf Textur und Mundgefühl. Sensorische Treiber wie Bitterkeit und grüne Noten wurden identifiziert und gezielte Prozesshebel, wie die Rohstoffauswahl und Entschalung, zur Optimierung abgeleitet.

Auch die Nebenströme der Proteingewinnung wurden untersucht. Der bei der nasstechnischen Isola-

tion anfallende faserhaltige Rückstand weist bspw. Potenzial als funktionelle Zutat zur Anreicherung von Lebensmitteln mit Proteinen, Mineralstoffen und Ballaststoffen auf. Ergänzend wurde ein umfassendes Wirtschaftlichkeitsmodell entwickelt, das Investitions- und Betriebskosten, Energiebedarfe sowie Skalierungsoptionen berücksichtigt. Sie liefert eine belastbare Entscheidungsgrundlage für die industrielle Umsetzung und macht sowohl Potenziale, als auch Risiken einer ganzheitlichen Hanfverwertung transparent. Insgesamt zeigt das Projekt die technologische Umsetzbarkeit, funktionelle Eignung und wirtschaftliche Perspektive von Hanfproteinzutaten für verschiedene Lebensmittelkategorien auf.



Grassessentials: Biotechnologische Gewinnung natürlicher Aromen aus Gräsern/ kommunalem Grünschnitt

Laufzeit:

01.09.2023 – 31.12.2025

Projektpartner:

Döhler GmbH, Justus-Liebig-Universität Gießen



Ein starkes Netzwerk für starke Innovationen: NewFoodSystems verbindet Academia und Wirtschaft auf Augenhöhe und schafft die nötigen Synergien, um den Wandel unserer Food-Systeme aktiv voranzutreiben.

DR. AGOSTINO BIAFORA
DÖHLER GMBH/ PROJEKTKOORDINATION

Projektziele

- Ganzheitliche Verwendung von Gras als Rohstoff für natürliche Aromastoffe, die ohne Einsatz von Gentechnik aus natürlichen Quellen gewonnen werden
- Umfassende Bestimmung der Zusammensetzung der erzeugten Aromaextrakte

Output auf einem Blick

- Entwicklung eines biotechnologischen Verfahrens zur Gewinnung pflanzlicher Grünaromen aus Gräsern
- Untersuchung von 8 Grasarten; Identifikation von zwei besonders geeigneten Gräsern
- Mechanischer Zellaufschluss (Schneiden & Pressen ~200 bar) liefert hohe Grassaftausbeuten
- Etablierung analytischer Methoden (GC-MS) zur Quantifizierung des Zielaromastoffs cis-3-Hexenol
- Optimierte enzymatische Prozessführung mit Ausbeuten bis ca. 100–120 mg/L cis-3-Hexenol
- Erste Skalierungsschritte: Zellaufschluss im Technikumsmaßstab und Prozessübertragung in Bioreaktoren

Hintergrund & Zielsetzung

Der Wunsch vieler Verbraucher nach natürlichen Aromastoffen in Lebensmitteln ist in den vergangenen Jahren deutlich gestiegen. Gleichzeitig steht die Lebensmittelindustrie vor der Herausforderung, entsprechende Rohstoffe in ausreichender Menge und gleichbleibend hoher Qualität bereitzustellen. Globale Krisen, volatile Lieferketten und klimatische Einflüsse können die Verfügbarkeit natürlicher Aromaträger erheblich beeinträchtigen. Vor diesem Hintergrund besteht ein wachsender Bedarf an innovativen Ansätzen zur Erschließung neuer, nachhaltiger Rohstoffquellen.

Ein bislang kaum genutztes Potenzial liegt in der stofflichen Verwertung von Gräsern. Sowohl landwirtschaftliche Dauergrünflächen, als auch kommunaler Grünschnitt weisen derzeit eine vergleichsweise geringe Wertschöpfung auf und werden überwiegend als Futtermittel oder als zu entsorgende Biomasse genutzt. Durch die Entwicklung zusätzlicher Wertschöpfungsstufen könnten diese Rohstoffe jedoch wirtschaftlich und ökologisch deutlich aufgewertet werden.

Vor diesem Hintergrund verfolgte das Projekt „Grassessentials“ das Ziel, ein innovatives Konzept zur ganzheitlichen Nutzung von landwirtschaftlichen Gräsern und kommunalem Grünschnitt zur Gewinnung natürlicher Aroma- und Riechstoffe zu entwickeln. Im Mittelpunkt stand die Kombination mechanischer und enzymatischer Verfahren mit Enzymen aus Ständerpilzen, um „grüne“ Aromastoffe – ohne Einsatz gentechnischer Methoden – industriell nutzbar zu machen.

Zu Beginn des Projekts war die Identifizierung und Auswahl geeigneter Grasarten als Rohmaterial in enger Zusammenarbeit mit landwirtschaftlichen Betrieben und Kommunen vorgesehen. Anschließend wurden unterschiedliche mechanische, enzymatische und alternative Zellaufschlussmethoden – sowohl einzeln als auch in Kombination – untersucht, um pflanzliche Zellstrukturen effizient aufzubrechen und aromarelevante Verbindungen freizusetzen. Eine erste Machbarkeitsstudie zur Aromagewinnung bildete die Grundlage für die sensorische Bewertung der gewonnenen Extrakte durch ein geschultes Panel.

Darauf aufbauend zielte das Projekt auf die Optimierung der Ausbeute, die Standardisierung der Produktqualität sowie die Entwicklung skalierbarer Prozesse

für den industriellen Maßstab ab. Ergänzend wurde untersucht, inwiefern die Zugabe von gefriergetrocknetem Pilzmycel die Aromausbeute weiter steigern kann.

Insgesamt verfolgte „Grassessentials“ das Ziel, Gras als bislang geringwertig genutzten Rohstoff in eine nachhaltige Quelle natürlicher Aromastoffe zu transformieren, neue regionale Wertschöpfungsketten zu etablieren und eine belastbare Grundlage für die industrielle Produktion natürlicher „grüner“ Aromen zu schaffen.



Ergebnisse

Im Projekt „Grassessentials“ wurden wissenschaftliche Grundlagen für die nachhaltige Herstellung grüner Aroma- und Riechstoffe aus pflanzlicher Biomasse erarbeitet. Zu Beginn des Projekts wurden verschiedene landwirtschaftliche Gräser systematisch hinsichtlich ihrer Eignung zur Aromastoffproduktion untersucht. Insgesamt wurden die folgenden acht unterschiedliche Grasarten analysiert: Regenerate, Dipper, Highland, Europitch, Miracle, Joanna, Borluna und deutsches Weidelgras. Dabei wurden insbesondere die Presssaftausbeute, das Fettsäureprofil (besonderer Fokus auf den Gehalt an α -Linolensäure) sowie die enzymatisch gebildeten Abbauprodukte betrachtet. Es zeigte sich eine deutliche Korrelation zwischen dem Gehalt an α -Linolensäure und der Bildung typischer grüner Aromastoffe. Gleichzeitig verlief die Aromastoffbildung sehr selektiv, sodass nur wenige Nebenprodukte beobachtet wurden. Auf Basis dieser Untersuchungen konnten zwei besonders vielversprechende Grasarten identifiziert werden.

Ein zentraler Arbeitsschritt im Projekt war zudem die Entwicklung geeigneter Verfahren zum Zellaufschluss der Grasbiomasse. Hierfür wurden verschiedene mechanische und enzymatische Methoden untersucht. Darunter Pressverfahren, Rotor-Stator-Systeme, enzymatische Aufschlüsse sowie Vermahlung unter flüssigem Stickstoff. Als besonders effektiv erwies sich eine Kombination mechanischer Aufschlussverfahren, insbesondere das Schneiden und anschließende Pressen der Biomasse unter hohem Druck von etwa 200 bar, wodurch zufriedenstellende Grassaftausbeuten erzielt werden konnten.

Parallel dazu wurden analytische Methoden zur Identifikation und Quantifizierung der entstehenden Aromakomponenten etabliert. Hierzu wurden Flüssig-Flüssig-Extraktionsverfahren sowie eine GC-MS-Methode entwickelt, bei der 1-Heptanol als interner Standard eingesetzt wurde. Im Fokus der Analysen stand vor allem der Aromastoff cis-3-Hexenol, ein charakteristischer grüner Duftstoff, der in der Lebensmittel- und Aromaindustrie von großer Bedeutung ist. Im Rahmen der Prozessentwicklung wurden verschiedene enzymatische Reaktionsschritte optimiert. Dabei stellte sich die Lipoxygenase als geschwindigkeitsbestimmendes Enzym für die Bildung der Zielaromastoffe heraus. Zur Bereitstellung geeigneter Substrate wurde Perillaöl als Quelle für α -Linolensäure eingesetzt. Ein entscheidender Faktor für die Bildung von cis-3-Hexenol erwies sich zudem die Zugabe von Hefe als Quelle für Alkoholdehydrogenasen, während der Einsatz von Pilzmycel als zusätzlicher enzymatischer Support keine Steigerung der Ausbeute bewirkte. Durch die gezielte Anpassung der Prozessparameter, insbesondere pH-Wert und Temperatur der enzymatischen Reaktionsschritte, konnte die Ausbeute des Zielaromastoffs cis-3-Hexenol auf etwa 100–120 mg/L gesteigert werden.

Im Projektverlauf wurde außerdem ein Verfahren zur Anpflanzung und Verarbeitung von Gras im Labormaßstab etabliert. Der Zellaufschluss konnte erfolgreich in den Technikumsmaßstab übertragen und erste Prozessschritte in Bioreaktoren erprobt werden. Gleichzeitig zeigten sich methodische Herausforderungen bei der Analyse der enzymatischen Aktivitäten in Graspresssäften, da Matrixeffekte – u. a. durch die grüne Eigenabsorption der Proben – eine zuverlässige Quantifizierung erschwerten. Darüber hinaus erwies sich mindestens eines der beteiligten Enzyme als nicht ausreichend kältestabil. Eine Verarbeitung

eingefrorener Grasproben aufgrund fehlender Enzymaktivität nach dem Auftauen, nicht möglich.

Insgesamt konnte im Projekt gezeigt werden, dass Gräser grundsätzlich eine geeignete Rohstoffquelle für die biotechnologische Herstellung natürlicher grüner Aromastoffe darstellen. Durch die Kombination aus optimiertem Zellaufschluss, enzymatischer Prozessführung und analytischer Prozesskontrolle wurden wichtige Grundlagen für die nachhaltige Nutzung pflanzlicher Restbiomasse zur Produktion wertgebender Aromakomponenten geschaffen.





LacOat4Fungi: Produktion von proteinreichen Myzelien aus Basidiomycota unter Verwertung eines Nebenstroms aus der milchverarbeitenden Industrie und Haferokara

Laufzeit:

01.11.2023 – 31.03.2026

Projektpartner:

Fraunhofer IVV, Handtmann Armaturenfabrik, Handtmann Maschinenfabrik, Justus-Liebig-Universität Gießen, MILEI GmbH



Das Projekt eröffnet der Nahrungsmittelindustrie die Möglichkeit, aus bestehenden Nebenströmen nachhaltige, proteinreiche Zutaten zu gewinnen und so echte Kreislaufwirtschaft in marktfähige Lebensmittel zu übersetzen. Durch Myzelien lassen sich schmackhafte, moderne Alternativen entwickeln, die Verbraucher sensorisch überzeugen dürften.

DR. DANIEL BAKONYI
MILEI GMBH/ PROJEKTKOORDINATION

Projektziele

- Verwertung von Nebenströmen durch Pilze
- Nutzbarmachung der löslichen als auch unlöslichen Bestandteile des Pilzmyzels
- Entwicklung von Lebensmittelprototypen (wie z. B. veganen und vegetarischen Burger Patties, Brühwurst und Joghurtalternativen)

Output auf einem Blick

- Kombination der Nebenströme ermöglicht eine effiziente Kultivierung von Pilzmyzelien
- Einfluss von Substratzusammensetzung und Kultivierungsbedingungen auf Morphologie, Proteinqualität und Nährwert der Biomasse
- Ultraviolett-Bestrahlung erhöht den Vitamin-D2-Gehalt der Pilzmyzelien
- Entwicklung geeigneter Zellaufschlussverfahren (Kolloidmühle, Hochdruckhomogenisierung) zur Freisetzung von Myzelproteinen
- Gewinnung einer löslichen Proteinfraction mit etwa 50 % Proteingehalt sowie einer unlöslichen Fraktion für alternative Lebensmittel
- Maßstabsvergrößerung der Kultivierung bis zum 1000-Liter-Fermenter

Hintergrund & Zielsetzung

In der industriellen Lebensmittelproduktion fallen neben den eigentlichen Zielprodukten erhebliche Mengen sogenannter Nebenströme an. Diese Nebenprodukte werden bislang häufig nur geringwertig genutzt oder nicht für die menschliche Ernährung erschlossen, obwohl sie wertvolle Nährstoffquellen darstellen. Vor dem Hintergrund einer nachhaltigen Transformation von Ernährungs- und Lebensmittelsystemen gewinnt die stoffliche Nutzung solcher Nebenströme zunehmend an Bedeutung. Insbesondere fermentative Prozesse bieten das Potenzial, diese Rohstoffe in hochwertige Lebensmittelzutaten zu überführen und so bestehende Wertschöpfungsketten zu erweitern.

Vor diesem Hintergrund verfolgte das Projekt „LacOat4Fungi“ das Ziel, neue Lebensmittel wie Fleisch-, Wurst- und Joghurtalternativen auf Basis von Pilzbestandteilen zu entwickeln. Im Zentrum stand die Nutzung zweier bislang wenig erschlossener Nebenströme in Lebensmittelqualität: ein Nebenstrom aus der milchverarbeitenden Industrie sowie Haferokara, ein Reststoff aus der Haferdrink-Produktion. Diese Substrate waren als Kohlenstoff- und Stickstoffquelle für die Kultivierung von Myzelien ausgewählter Ständerpilze (Basidiomycota) vorgesehen.

Ein wesentliches Ziel bestand darin, geeignete Pilz-Substrat-Kombinationen zu identifizieren, die kurze Kultivierungszeiten ermöglichen und Myzelien mit hohem Proteingehalt hervorbringen. Darauf aufbauend verfolgte das Projekt die Entwicklung eines skalierbaren Gesamtprozesses, der die Produktion und Weiterverarbeitung der Pilzbiomasse in einem integrierten Verfahren abbildet. Die gewonnenen Myzelien wurden dabei in lösliche und unlösliche Fraktionen aufgetrennt, um unterschiedliche funktionelle Eigenschaften gezielt zu nutzen: Unlösliche Bestandteile wie Proteine, Zellwandkomponenten und Ballaststoffe sollten insbesondere für die Entwicklung von Fleischalternativen wie z. B. Burger Patties eingesetzt werden, während lösliche proteinreiche Fraktionen die Basis für Milch- und Molkealternativen bilden sollten. Ein zentraler Vorteil dieses Ansatzes liegt darin, dass im Gegensatz zu vielen bestehenden pflanzenbasierten Alternativprodukten keine zusätzlichen Kulturpflanzen wie Erbsen oder Sojabohnen angebaut werden müssen. Stattdessen werden bereits vorhandene Nebenströme in hochwertige Lebensmittel überführt.

Insgesamt zielte das Projekt darauf ab, Nebenströme durch pilzbasierte Fermentation in proteinreiche Lebensmittelzutaten zu transformieren, sowohl lösliche als auch unlösliche Myzelbestandteile nutzbar zu machen und nachhaltige, ressourceneffiziente Prototypen für vegane und vegetarische Alternativprodukte zu entwickeln.



Ergebnisse

Im Projekt „LacOat4Fungi“ wurden wissenschaftliche und technologische Grundlagen für die Produktion proteinreicher Pilzmyzelien unter Nutzung industrieller Nebenströme entwickelt. Im Mittelpunkt stand die Kombination zweier Reststoffe aus der Lebensmittelproduktion: Haferokara aus der Herstellung von Haferdrinks sowie eine Mutterlauge aus der Laktoseproduktion der Milchindustrie. Die Arbeiten umfassten sowohl die mikrobiologische Prozessentwicklung im Labormaßstab, als auch erste Schritte zur Skalierung und zur Aufarbeitung der Biomasse für verschiedene Lebensmittelanwendungen.

Zu Beginn des Projekts wurden die chemische Zusammensetzung der Nebenströme analysiert und verschiedene Pilzstämme hinsichtlich ihrer Fähigkeit zur Verwertung dieser Substrate untersucht. Dabei zeigte sich, dass Haferokara und Mutterlauge aus der Milchverarbeitung grundsätzlich als Substrate geeignet sind, jedoch einzeln eingesetzt keine optimalen Wachstumsbedingungen für Speisepilze bieten. Erst die Kombination beider Nebenströme ermöglichte ein deutlich verbessertes Wachstum der Mikroorganismen. Die Ergebnisse bestätigten damit

die ursprüngliche Hypothese des Projekts, dass sich die Nährstoffdefizite der einzelnen Substrate durch eine gezielte Mischung ausgleichen lassen.

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt lag auf der Optimierung der Kultivierungsbedingungen und der Prozessführung. Filamentös wachsende Pilze stellen in der Bioprozesstechnik eine besondere Herausforderung dar, da ihre Morphologie durch die Durchmischung und Sauerstoffversorgung im Fermenter beeinflusst wird. Die Ergebnisse zeigen, dass sich Struktur und Wachstum der Myzelien durch den Einsatz unlöslicher Partikel aus den Nebenströmen sowie durch angepasste Kultivierungsbedingungen gezielt beeinflussen lassen. Gleichzeitig ließ sich nachweisen, dass sich auch Nährwertzusammensetzung und Proteinqualität der Biomasse durch Variation der Substratanteile und Prozessbedingungen steuern lassen. Zusätzlich konnte der ernährungsphysiologische Mehrwert der Myzelien durch kurzzeitige UV-Bestrahlung gesteigert werden, wodurch sich der Vitamin-D-Gehalt der Biomasse erhöhte.

Parallel zur Prozessentwicklung im Labormaßstab wurden erste Schritte zur technischen Skalierung durchgeführt. Hierzu wurde ein Fermentationssystem entwickelt und mehrere Testläufe durchgeführt. Diese ergaben, dass eine stabile sterile Prozessführung eine zentrale Voraussetzung für die erfolgreiche Kultivierung darstellt. Insbesondere im Pilot-Maßstab (bis zu 1000 L) kam es zunächst zu Kontaminationen, die auf Schwierigkeiten bei der Sterilisation des Fermenters und des Nährmediums zurückzuführen waren. Durch mikrobiologische Analysen konnten mögliche Kontaminationsquellen identifiziert und die Prozessführung entsprechend angepasst werden. Gleichzeitig konnte nachgewiesen werden, dass sich das Fermentationsmedium aus den beiden Nebenströmen homogenisieren und für die Kultivierung im Fermenter einsetzen lässt.

Für die Aufarbeitung der Myzelbiomasse zur Gewinnung proteinreicher Zutaten wurden verschiedene Zellaufschlussverfahren untersucht. Darunter eine Vermahlung mit Kolloid- und Kugelmøhlen, Hochdruckhomogenisierung sowie Mikrofluidisierung. Besonders vielversprechend erwiesen sich Kombinationen aus mechanischer Feinstzerkleinerung, Wärmebehandlung und mild alkalischen Bedingungen. Die anschließende Ultrafiltration im Labormaßstab ermöglichte die Gewinnung einer löslichen Proteinfraction mit einem Proteingehalt von etwa

50 %, die für Anwendungen in alternativen Produkten genutzt werden kann. Gleichzeitig zeigte die verbleibende unlösliche Fraktion Potenzial für strukturierte Lebensmittel wie Fleischalternativen.

Die erzeugte Myzelbiomasse weist aufgrund ihrer filamentösen Struktur eine faserähnliche Textur auf, welche Muskelfasern sehr ähnlich und damit besonders für Anwendungen im Bereich pflanzlicher Fleischalternativen geeignet ist. Erste sensorische Untersuchungen zeigten zudem, dass die erzeugte Biomasse keine unerwünschten Fehlgerüche aufweist. Insgesamt zeigt das Projekt, dass sich Nebenströme aus der Hafer- und Milchverarbeitung prinzipiell als Substrate für die Herstellung von Mykoprotein nutzen lassen und damit neue Perspektiven für eine nachhaltige, kreislauforientierte Lebensmittelproduktion eröffnen.





PERFEG-MEAT: Perfusion-Enabled Resource Efficiency with Enhanced Growth Factors for Cultivated Meat

Laufzeit:

01.12.2023 – 31.12.2025

Projektpartner:

Technische Universität München



„PERFEG-MEAT“ hat gezeigt, wie sich Perfusionsprozesse für kultiviertes Fleisch ressourceneffizienter gestalten lassen. Mit optimierten Bioreaktorkonzepten, einer effizienteren Nutzung von Wachstumsfaktoren und einem fundierten Werkzeugkasten schaffen wir eine belastbare Basis für die nächsten Schritte in Richtung Scale-up.

PROF. DR. MARIUS HENKEL
TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN/ PROJEKTKOORDINATION

Projektziele

- Entwicklung einer Plattform für gezieltes Prozessdesign zur effizienten Ressourcennutzung (optimierte Rückführung, Minimierung der verbleibenden Wachstumsfaktoren im Produkt), Qualitätskontrolle und Prozessüberwachung
- Etablierung von Proteinproduktionssystemen zur effizienten und kostengünstigen Herstellung von Wachstumsfaktoren
- Erforschung geeigneter modifizierter oder artifizieller Wachstumsfaktoren für eine zukünftige Nutzung in der Produktion von kultiviertem Fleisch

Output auf einem Blick

- Entwicklung eines Referenzsystems für Zellkultur- und Perfusionsprozesse
- Aufbau eines automatisierten Steuerungs- und Monitoringsystems für Zellkulturprozesse
- Entwicklung modularer Bioreaktorkomponenten mittels digitaler Konstruktion und 3D-Druck
- Etablierung eines Begasungsmoduls zur verbesserten Sauerstoffversorgung von Zellkulturen
- Nachweis, dass ein Mindestanteil Frischmedium die Wachstumsrate stabilisiert und den Medienverbrauch reduziert
- Perfusion als zentraler Ansatz zur Skalierung und Effizienzsteigerung der Produktion von kultiviertem Fleisch

Hintergrund & Zielsetzung

Kultiviertes Fleisch – auch als In-vitro-Fleisch oder zellbasiertes Fleisch bezeichnet – gilt als vielversprechender Ansatz, um die ökologischen und ethischen Herausforderungen der konventionellen Fleischproduktion zu adressieren. Durch die Kultivierung tierischer Zellen in kontrollierten Bioreaktorsystemen können Fleischprodukte hergestellt werden, ohne Tiere in großem Umfang zu halten oder zu schlachten. Damit eröffnet sich das Potenzial, Umweltbelastungen, Ressourcenverbrauch und Tierwohlproblematiken deutlich zu reduzieren.

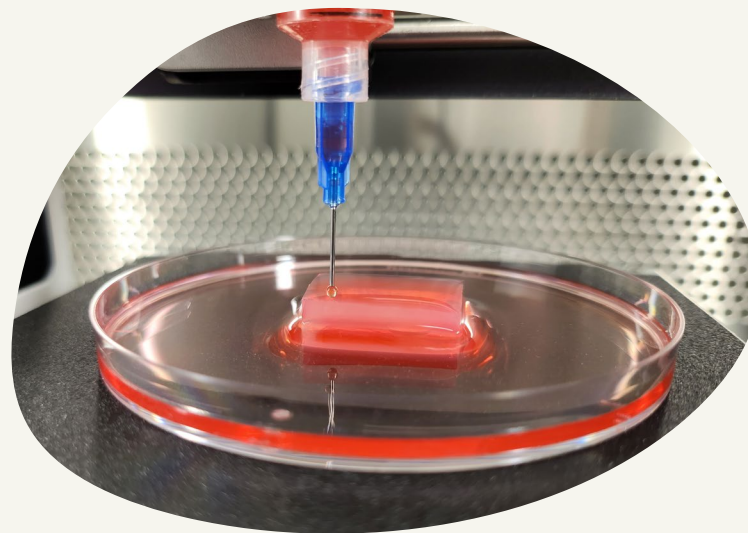
Trotz dieses Potenzials ist die industrielle Umsetzung der Technologie bislang mit erheblichen Herausforderungen verbunden. Zu den zentralen Hürden zählen geringe Prozesseffizienzen, hohe Produktionskosten sowie die begrenzte Verfügbarkeit essenzieller Wachstumsfaktoren. Wachstumsfaktoren sind regulatorische Proteine, die für Zellwachstum, -proliferation und -differenzierung unverzichtbar sind. Ihre Herstellung ist derzeit kostenintensiv, sie sind nur eingeschränkt verfügbar und weisen häufig eine begrenzte Stabilität auf. Damit stellen sie einen wesentlichen Kosten- und Engpassfaktor bei der Skalierung von kultiviertem Fleisch dar.

Vor diesem Hintergrund verfolgte das Projekt „PERFEG-MEAT“ das Ziel, effizienzoptimierte und nachhaltigere Prozesse für die Herstellung von kultiviertem Fleisch zu entwickeln. Ein besonderer Fokus lag auf der Verbesserung des Umgangs mit Wachstumsfaktoren durch zwei komplementäre Strategien: Zum einen war vorgesehen, deren Nutzung in Perfusionsbioreaktoren durch geeignete Recyclingverfahren effizienter zu gestalten, um den Verbrauch zu reduzieren und verbleibende Restmengen im Endprodukt zu minimieren. Zum anderen lag der Schwerpunkt auf der Entwicklung modifizierter oder artifizieller Wachstumsfaktoren sowie deren Untersuchung hinsichtlich ihrer Bioaktivität, um perspektivisch kostengünstigere und stabilere Alternativen zu etablieren.

Darüber hinaus zielte das Projekt darauf ab, ein integriertes Prozessdesign für die Herstellung von kultiviertem Fleisch zu entwickeln, das Aspekte der Ressourceneffizienz, Prozessüberwachung und Qualitätskontrolle systematisch berücksichtigt. Die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse zu optimierten Perfusionsprozessen, zu Prozessmodellen sowie zu

Kontroll- und Monitoringstrategien sollten in einem modularen „Werkzeugkasten“ gebündelt werden. Dieser soll als wissenschaftliche und technische Grundlage für zukünftige Produktionssysteme dienen und zugleich die Entwicklung belastbarer Qualitätskontrollstrategien unterstützen – ein wichtiger Baustein im Hinblick auf regulatorische Anforderungen und eine mögliche behördliche Zulassung.

Insgesamt zielte „PERFEG-MEAT“ darauf ab, zentrale technologische Engpässe bei der Produktion von kultiviertem Fleisch zu adressieren und damit die Grundlage für eine wirtschaftlich tragfähige, skalierbare und qualitätsgesicherte Herstellung zu schaffen.



Ergebnisse

Im Projekt „PERFEG-MEAT“ wurden wissenschaftliche und technologische Grundlagen für eine ressourceneffiziente Herstellung von kultiviertem Fleisch entwickelt. Ein besonderer Fokus lag auf der Entwicklung von Recyclingstrategien für Zellkulturmedien sowie auf der Optimierung von Perfusionsprozessen, um Wachstumsfaktoren effizienter einzusetzen und ihre Mehrfachnutzung zu ermöglichen.

Zu Beginn des Projekts wurde ein Referenzsystem definiert, das sowohl das verwendete Zellsystem, als auch zentrale technische Betriebsbedingungen festlegt. Dieses Referenz-Setup dient als Standard-Ausgangszustand, um Veränderungen der Prozessbedingungen systematisch vergleichen zu können. Parallel dazu wurde ein Steuerungs- und Automatisierungskonzept entwickelt, das verschiedene Prozesskom-

ponenten wie Pumpen, Sensoren und mikrofluidische Elemente in eine gemeinsame Steuersoftware integriert. Dadurch konnten zentrale Parameter reproduzierbar eingestellt und erste Ansätze für ein kontinuierliches Online-Monitoring der Zellkulturprozesse etabliert werden.

Ein zentraler Bestandteil der Arbeiten im Projekt war die Entwicklung modularer Komponenten für Perfusions- und Recyclingprozesse. Hierfür wurden verschiedene Systemmodule zunächst digital konstruiert und anschließend mithilfe additiver Fertigung als Prototypen umgesetzt. Ein besonderer Schwerpunkt lag auf der Entwicklung eines Begasungsmoduls, das eine präzisere Steuerung der Sauerstoffversorgung ermöglicht und die Belüftung im Labormaßstab realitätsnah abbildet. Diese Komponenten können flexibel in Perfusionsbioreaktoren integriert werden und dienen dazu, stabile Prozessbedingungen auch bei hohen Zelldichten sicherzustellen.

Die Untersuchungen zeigten, dass insbesondere zwei Faktoren entscheidend für stabile Zellkulturprozesse sind: die ausreichende Verfügbarkeit von Sauerstoff, sowie die Stabilität und Verfügbarkeit von Wachstumsfaktoren. Beide Parameter stellen derzeit zentrale Engpässe für die Skalierung der Produktion von kultiviertem Fleisch dar. Im Projekt wurde daher ein Perfusionsbioreaktorkonzept entwickelt, das durch modulare Komponenten und kontrollierte Prozessführung eine gezieltere Versorgung der Zellkultur ermöglicht.

Darüber hinaus wurde die Wiederverwendbarkeit von Zellkulturmedien untersucht. Analysen des verbrauchten Mediums zeigten, dass ein vollständiges Recycling nicht möglich ist, da bestimmte Nährstoffe und Wachstumsfaktoren im Verlauf der Kultivierung verbraucht werden oder hemmende Stoffwechselprodukte ansteigen. Gleichzeitig konnte gezeigt werden, dass bereits ein definierter Mindestanteil an frischem Medium ausreicht, um die Wachstumsrate der Zellkultur wieder auf das gewünschte Niveau zu bringen. Dadurch lässt sich der Gesamtverbrauch an Kulturmedium reduzieren und die Ressourceneffizienz des Prozesses deutlich verbessern. Zur Bewertung der Prozessleistung wurden zudem geeignete Kennzahlen entwickelt, mit denen sich Kulturstabilität, Produktivität und Medienverbrauch systematisch erfassen lassen.

Die Ergebnisse des Projekts zeigen, dass Perfusions-

prozesse einen zentralen Hebel für die Skalierung und Wirtschaftlichkeit der Produktion von kultiviertem Fleisch darstellen. Durch die Kombination aus modularen Bioreaktorkomponenten, verbesserten Begasungsstrategien und Ansätzen zum Medienrecycling konnten wichtige Grundlagen für stabilere und ressourceneffizientere Zellkulturprozesse geschaffen werden.



BCFF: Nutzung der biokatalytischen Eigenschaften von Lebensmittelrohstoffen für die Herstellung von Aroma- und Geschmacksstoffen – Biocatalysts from Food

Laufzeit:

01.01.2024 – 31.12.2025

Projektpartner:

Symrise AG, Justus-Liebig-Universität Gießen



„Unser Projekt im Rahmen von NewFoodSystems hat gezeigt: Die geprüften Lebensmittel-Bio-katalyse-Konzepte sind wissenschaftlich interessant, ökonomisch und gesellschaftlich jedoch nur mit deutlich gesteigerten Ausbeuten tragfähig. Zugleich ist fraglich, ob sich die benötigten Ausbeuten in lebensmittelbasierten Systemen überhaupt in dem Maße erhöhen lassen, wie es für eine wirtschaftliche Umsetzung erforderlich wäre. Moderne biotechnologische wie rekombinante Enzymsysteme oder robuste Fermentationsprozesse stellen daher in vielen Fällen eine notwendige und erfolgversprechendere Route dar, um Zielprodukte skalierbar, ressourceneffizient sowie konsistent in marktgerechter Qualität zu erzeugen.“

DR. LARS MILKE
SYMRISE AG/ PROJEKTKOORDINATION

Projektziele

- Prozessentwicklung einer biokatalytischen Methode zur Erzeugung natürlicher Aromastoffe und Aromaextrakte mittels Reiskeimlingen und Pilzmyzelien
- Sensorische Beurteilung der erzeugten Produkte und deren Erprobung zur Anwendung in Lebensmitteln
- Upscaling der Reis- bzw. Pilzkultivierung in den Pilotmaßstab

Output auf einem Blick

- Nebenströme aus Vanilleschoten als Quelle für Protocatechusäure und Vanillinsäure identifiziert
- Entwicklung einer biokatalytischen Reaktionskaskade zur Herstellung von Vanillin
- Pilzmyzel von *Lentinula edodes*, *Dichomitus squalens* und *Pycnoporus cinnabarinus* als Biokatalysatoren für Vanillin untersucht
- Identifikation und Expression von Carbon-säurereduktasen aus *Dichomitus squalens*
- Nachweis von α -Dioxygenase-Aktivität in Reiskeimlingen zur Bildung geschmacks- und geruchsaktiver Fettaldehyde
- Bewertung der technischen und wirtschaftlichen Skalierbarkeit biokatalytischer Aromastoffproduktion

Hintergrund & Zielsetzung

In der globalen Lebensmittelindustrie spielen Aromen bzw. die zugrundeliegenden Aromastoffe eine zentrale Rolle, um bspw. einen gleichbleibenden Geschmack von Lebensmitteln zu garantieren. Im Zuge des steigenden Gesundheits- und Umweltbewusstseins wächst die Nachfrage der Konsumenten nach Aromen natürlichen Ursprungs stetig. Dabei können Aromen nur als natürlich bezeichnet werden, wenn alle Aromastoffe oder aromagebenden Bestandteile aus der Natur, das heißt aus pflanzlichen, tierischen oder mikrobiologischen Ausgangsstoffen, stammen und durch natürliche Verfahren gewonnen oder umgewandelt werden. Als natürliche Verfahren zur Gewinnung und Behandlung gelten physikalische, enzymatische, fermentative oder mikrobiologische Methoden. Nicht natürliche Aroma- und Geschmacksstoffe werden dagegen häufig unter Einsatz von regulatorisch nicht als natürlich anerkannten Ausgangsstoffen und energieintensiven Darstellungsverfahren hergestellt. Um dies in Zukunft zu vermeiden, sind Ansätze für biotransformative Verfahren auf Basis nachwachsender Rohstoffe für die Herstellung natürlicher Aroma- und Geschmacksstoffe gefragt.

Vor diesem Hintergrund besteht ein wachsender Bedarf an innovativen, nachhaltigen Herstellungsverfahren für natürliche Aroma- und Geschmacksstoffe auf Basis nachwachsender Rohstoffe. Das Projekt „BCFF“ setzte hier an und verfolgte das Ziel, die strukturelle Vielfalt und Auswahlpalette nachhaltig produzierter, natürlicher Aroma- und Geschmacksstoffe zu erweitern. Hierzu sah das Projekt vor natürlich vorkommende enzymatische Aktivitäten aus Rohstoffen der Lebensmittelindustrie gezielt für biotransformative Prozesse zu nutzen.

Im Zentrum des Projekts stand die Entwicklung biokatalytischer Verfahren unter Verwendung von Reiskeimlingen aus Indoor-Kultivierung sowie Pilzmyzelien von Ständerpilzen als natürliche Biokatalysatoren. In zwei separaten Systemen sollten die in Pflanzen und Pilzen vorhandenen Enzyme genutzt werden, um geeignete Ausgangsstoffe in geruchs- und geschmacksaktive Verbindungen umzuwandeln. Ziel war es, robuste, energieeffiziente und vielseitig einsetzbare Prozesse zu etablieren, die sowohl die Herstellung definierter Reinsubstanzen, wie etwa Fettaldehyde, Flavonoide oder Vanillin, als auch die Gewinnung komplexer Aromaextrakte ermöglichen.

Darüber hinaus diente das Projekt dazu, um zu überprüfen, inwieweit die entstehenden Reaktionsprodukte einschließlich der Reis- oder Pilzbiomasse lebensmitteltauglich eingesetzt werden können. Begleitend wurden sensorische Bewertungen durchgeführt und Anwendungsmöglichkeiten in konkreten Lebensmittelrezepturen erprobt. Ein weiterer Schwerpunkt lag auf der Skalierung der Reis- und Pilzkultivierung in den Pilotmaßstab, um die technische Umsetzbarkeit der entwickelten Verfahren zu prüfen.

Insgesamt zielte das Projekt darauf ab, nachhaltige, gentechnikfreie und als natürlich geltende Herstellungswege für Aroma- und Geschmacksstoffe zu etablieren und damit einen Beitrag zu einer ressourcenschonenden, zukunftsfähigen Aromaproduktion zu leisten.



Ergebnisse

Im Projekt „BCFF“ wurden wissenschaftliche Grundlagen für die Nutzung biokatalytischer Eigenschaften von Lebensmittelrohstoffen zur Herstellung natürlicher Aroma- und Geschmacksstoffe entwickelt. Dabei standen insbesondere biokatalytische Reaktionen zur Herstellung aromarelevanter Verbindungen wie Vanillin oder geschmacks- und geruchsaktiver Fettaldehyde im Fokus.

Zu Beginn des Projekts wurden geeignete Rohstoffquellen identifiziert und analysiert. Dabei zeigte sich, dass Nebenströme aus der Verarbeitung von Vanilleschoten nutzbare Vorstufen für Aromastoffe enthalten. Aus diesen Nebenströmen konnten u. a. Protocatechusäure und Vanillinsäure gewonnen werden, wobei sich ein Wasser-Ethanol-Gemisch

im Verhältnis 1:1 als besonders geeignetes Extraktionssystem erwies. Parallel dazu wurden mikrobiologische und enzymatische Systeme untersucht, um diese Vorstufen effizient in aromarelevante Zielverbindungen umzuwandeln.

Ein wichtiger Schwerpunkt lag auf der Untersuchung von Pilzen als Biokatalysatoren. Submers kultivierte Basidiomyceten wie *Lentinula edodes*, *Dichomitus squalens* und *Pycnoporus cinnabarinus* zeigten dabei eine hohe Aktivität für verschiedene enzymatische Reaktionen. Insbesondere konnte gezeigt werden, dass das Myzel von *Lentinula edodes* die O-Methylierung von Protocatechusäure zu Vanillinsäure katalysiert. In einem weiteren Reaktionsschritt ermöglichten *Dichomitus squalens* und *Pycnoporus cinnabarinus* die Reduktion von Vanillinsäure zu Vanillin mit Ausbeuten von bis zu 65 %. Auf dieser Basis wurde eine biokatalytische Reaktionskaskade etabliert, bei der Protocatechusäure zunächst zu Vanillinsäure und anschließend zu Vanillin umgesetzt wird.

Ergänzend wurden enzymatische Systeme auf molekularer Ebene untersucht. Dabei konnten zwei Carbonsäurereduktasen (DsCAR1 und DsCAR2) aus *Dichomitus squalens* identifiziert, heterolog in *Escherichia coli* exprimiert und biochemisch charakterisiert werden. Parallel dazu wurde die Produktion des Cofaktors S-Adenosylmethionin (SAM) untersucht. Ein Screening verschiedener Hefestämme zeigte, dass *Saccharomyces cerevisiae* sake K6 eine besonders hohe SAM-Akkumulation aufweist und sich daher als geeigneter Cofaktor-Lieferant für biokatalytische Reaktionen eignet.

Neben diesen Arbeiten wurde auch untersucht, inwieweit Lebensmittelpflanzen selbst als Quelle für biokatalytische Aktivitäten genutzt werden können. In Reiskeimlingen konnte die Aktivität einer α -Dioxygenase nachgewiesen werden, die zur Bildung geschmacks- und geruchsaktiver Fettaldehyde beiträgt. Experimente mit verschiedenen *Oryza sativa*-Varietäten zeigten dabei Unterschiede zwischen spezifischer Enzymaktivität und Biomasseproduktion in unterschiedlichen Kultivierungssystemen. Eine tiefergehende Skalierungsanalyse machte jedoch deutlich, dass eine industrielle Umsetzung auf Basis von Reiskeimlingen aufgrund des sehr hohen Flächen- und Saatgutbedarfs wirtschaftlich nicht tragfähig ist. Die Ergebnisse zeigen daher, dass für eine großtechnische Produktion insbesondere fermentative oder rekombinante biotechnologische

Systeme deutlich effizienter sein können.

Darüber hinaus wurden auch geeignete Substrate für biokatalytische Reaktionen bereitgestellt. In einer 200-Liter-Pilotfermentation von *Conidiobolus heterosporus* konnten methylverzweigte Fettsäuren als Substrate erzeugt werden, wobei sich Ethylacetat als besonders effizientes Extraktionssystem erwies.

Insgesamt bestätigt das Projekt im Ansatz, dass Lebensmittelrohstoffe und deren Nebenströme als Ausgangsmaterial für biokatalytische Prozesse zur Herstellung natürlicher Aromastoffe unter bestimmten Voraussetzungen eingesetzt werden können. Gleichzeitig liefern die Ergebnisse wichtige Erkenntnisse darüber, unter welchen Bedingungen solche Konzepte technisch und wirtschaftlich realisierbar sind und wann moderne biotechnologische Verfahren eine effizientere Alternative darstellen können.



FoxyVanil: *Fusarium oxysporum* Infektion bei Vanille – Einfluss auf Pflanzenstoffwechselwege und Eigenschaften pathogen-toleranter Genotypen

Laufzeit:

01.01.2024 – 31.12.2025

Projektpartner:

Max Rubner-Institut



Die Ergebnisse bilden eine Grundlage für zukünftige Arbeiten zur Identifizierung pathogen-toleranter Genotypen sowie zur Entwicklung nachhaltiger Strategien im Hinblick auf die Stabilisierung der Vanilleproduktion.

DR. SEBASTIAN SOUKUP
MAX RUBNER-INSTITUT/ PROJEKTKOORDINATION

Projektziele

- Charakterisierung und Vergleich des Metaboloms verschiedener *Fusarium oxysporum*-toleranter und -intoleranter Vanillepflanzen-Genotypen
- Untersuchung des Einflusses einer *Fusarium oxysporum* Infektion auf die primären und sekundären Stoffwechselwege in der Vanillepflanze
- Aufklärung von Mechanismen, die zu den pathogen-tolerierenden Eigenschaften einzelner Genotypen führen

Output auf einem Blick

- Charakterisierung des Metaboloms von vier Vanille-Genotypen
- Untersuchung der Stoffwechselreaktionen nach Infektion mit *Fusarium solani*
- Nachweis deutlicher metabolischer Unterschiede zwischen den Genotypen
- Identifikation von Sekundärmetaboliten mit möglicher Funktion in der Pathogenabwehr
- Grundlage für zukünftige Strategien zum Umgang mit der Schaderreger-Problematik im Vanilleanbau

Hintergrund & Zielsetzung

Pilzliche Schaderreger verursachen in der Landwirtschaft weltweit erhebliche Ernteverluste, denen häufig durch den Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel begegnet wird. Ein vielversprechender Ansatz zur Reduktion von Pestiziden liegt in der Nutzung pathogen-resistenter oder -toleranter Pflanzensorten. Voraussetzung hierfür ist jedoch ein vertieftes Verständnis der Wechselwirkungen zwischen Pathogen und Wirtspflanze sowie der zugrundeliegenden molekularen und biochemischen Mechanismen.

Bedeutende Schaderreger in diesem Kontext sind *Fusarium* spp., wie zum Beispiel *Fusarium oxysporum* oder *Fusarium solani*. Bei diesen beiden handelt es sich um parasitäre Bodenpilze, die zahlreiche Kulturpflanzen befallen und für die Landwirte existenzielle Schäden verursachen können. Besonders kritisch ist ein Befall bei mehrjährigen Kulturen wie der Vanille. Da Vanillepflanzen erst nach mehreren Jahren Erträge liefern, kann eine Infektion mit *Fusarium* spp. für Anbauer gravierende wirtschaftliche Folgen haben. Hinzu kommt, dass sichtbare Symptome häufig erst in einem späten Stadium auftreten, sodass Gegenmaßnahmen meist zu spät greifen und betroffene Pflanzen in der Regel absterben.

Vor diesem Hintergrund verfolgte das Projekt „FoxyVanil“ das Ziel, die Mechanismen der Pathogentoleranz bei Vanillepflanzen systematisch zu untersuchen. Im Zentrum stand die Charakterisierung und der Vergleich des Metaboloms – also der Gesamtheit niedermolekularer Stoffwechselverbindungen – verschiedener *Fusarium* sp.-toleranter und -intoleranter Vanille-Genotypen. Darüber hinaus wurde analysiert, wie eine Infektion die primären und sekundären Stoffwechselwege der Pflanze beeinflusst.

Durch die Identifikation spezifischer metabolischer Veränderungen und potenzieller Abwehrmechanismen sollten im Projekt jene Prozesse näher charakterisiert werden, welche den einzelnen Genotypen eine erhöhte Toleranz gegenüber *Fusarium* sp. verleihen. Die gewonnenen Erkenntnisse bilden eine wissenschaftliche Grundlage für zukünftige Strategien zum Umgang mit dieser Schaderreger-Problematik.

Ergebnisse

Im Projekt „FoxyVanil“ wurden wissenschaftliche Grundlagen zur Aufklärung von Abwehrmechanismen der Vanillepflanze gegenüber pflanzlichen

Krankheitserregern untersucht. Die gewonnenen Erkenntnisse sollen dazu beitragen, pathogen-tolerante Vanille-Genotypen besser zu verstehen und langfristig nachhaltige Strategien für einen stabileren Vanilleanbau zu entwickeln.



Im Projekt wurden vier verschiedene Vanille-Genotypen Nagoya-konform beschafft und hinsichtlich ihres Metaboloms untersucht. In einem Infektionsversuch wurden die Pflanzen anschließend gezielt mit einem Vertreter der Gattung *Fusarium* (*Fusarium solani*) inokuliert und über mehrere Tage hinweg wiederholt beprobt. Anschließend wurden die Proben mithilfe etablierter Metabolomics-Methoden analysiert und die gewonnenen Daten statistisch ausgewertet.



Die Ergebnisse zeigen, dass sich das Metabolom der untersuchten Vanille-Genotypen deutlich voneinander unterscheidet. In einigen Genotypen konnten erhöhte Intensitäten bestimmter Sekundärmetaboliten nachgewiesen werden, denen in der Literatur eine Rolle bei pflanzlichen Abwehrreaktionen zugeschrieben wird. Diese Unterschiede könnten eine mögliche Erklärung für die beobachtete Pathogentoleranz einzelner Genotypen darstellen.

Darüber hinaus wurden nach einer Infektion mit *Fusarium solani* Veränderungen in den Metabolitenprofilen festgestellt. Dabei traten bei einigen Verbindungen deutliche Intensitätsunterschiede gegenüber nicht infizierten Kontrollpflanzen auf. Für mehrere dieser Metaboliten sind Eigenschaften beschrieben, die potenziell zur pflanzlichen Pathogenabwehr beitragen könnten. Insgesamt liefert das Projekt wichtige Hinweise darauf, welche metabolischen Prozesse bei der Abwehrreaktion von Vanillepflanzen gegenüber *Fusarium* spp.-Infektionen eine Rolle spielen könnten. Die Ergebnisse bilden eine Grundlage für zukünftige Arbeiten zur Identifizierung pathogen-toleranter Genotypen sowie zur Entwicklung nachhaltiger Strategien im Hinblick auf die Stabilisierung der Vanilleproduktion.





HELP (High-energetic light for plants): Entwicklung von Blaulicht und UV-Belichtungsstrategien für geschlossene Kultursysteme zur Induktion von pflanzlichen sekundären Inhaltsstoffen und Reduktion von Krankheitserregern

Laufzeit:

01.05.2024 – 31.12.2025

Projektpartner:

DH Licht GmbH, Hochschule Geisenheim University, Julius Kühn-Institut, Bundesforschungsinstitut für Kulturpflanzen, PHARMAPLANT Arznei- und Gewürzpflanzen Forschungs- und Saatzucht GmbH



Die innovativsten Produkte entstehen aus der engen Verknüpfung von Wissenschaft und Industrie.

DR. OLIVER S. DÖRR
DH LICHT GMBH/ PROJEKTKOORDINATION

Projektziele

- Analyse der Wirkungsweise von UV-B- und UV-C-Behandlungen gegen Echten Mehltau
- Analyse der gezielten Förderung von sekundären Inhaltsstoffen und Reduktion von Pflanzenschutzmitteln bei Pfefferminze mittels Impulsapplikationen mit Blaulicht und UV-Strahlung
- Verbesserung der Produktqualität und -quantität von Pfefferminze
- Entwicklung und Adaptation von effizienten Belichtungssystemen und -strategien für die indoor Produktion von Arzneipflanzen
- Identifikation von Rahmenbedingungen für einen wirtschaftlichen Vertrieb von indoor produzierten Arzneipflanzen

Output auf einem Blick

- Entwicklung von UV-Strategien (UV-A, UV-B, UV-C) für die Indoor-Kultivierung von Pfefferminze
- UV-C-Behandlung erhöht kurzfristig den Mentholgehalt und beeinflusst das Aromaprofil der Pflanzen
- UV-C-Behandlung reduziert Infektionen mit Echtem Mehltau deutlich über mehrere Wochen
- Nachweis, dass zu hohe UV-Intensitäten Blattnekrosen und Wachstumsdepressionen verursachen können
- Entwicklung und Einsatz spezieller UV-Leuchten für Indoor-Kultursysteme
- Wirtschaftlichkeitsanalyse zeigt Potenzial insbesondere für die Vermarktung frischer Rohware

Hintergrund & Zielsetzung

Pfefferminze zählt in Deutschland zu den am stärksten nachgefragten Arznei- und Gewürzpflanzen. Sie findet breite Anwendung in der Lebensmittelindustrie – von Aromastoffen bis hin zu Teeprodukten – sowie in der pharmazeutischen und kosmetischen Industrie. Der hohe Bedarf kann jedoch durch den konventionellen Anbau in Deutschland bislang nicht gedeckt werden, sodass ein erheblicher Anteil importiert werden muss. Da die Anbaustandards und Verarbeitungsbedingungen international variieren, unterliegt die Qualität der Rohware häufig Schwankungen. Neben klimatischen Einflüssen können insbesondere Nachernteprozesse zu Einbußen bei Gehalt und Zusammensetzung wertgebender Inhaltsstoffe führen.

Vor diesem Hintergrund gewinnen geschlossene vertikale Kultursysteme (Controlled Environment Agriculture) zunehmend an Bedeutung. Sie ermöglichen eine ganzjährige, witterungsunabhängige Produktion unter kontrollierten Bedingungen und bieten damit die Chance, Qualität, Ertrag und Lebensmittelsicherheit gezielt zu steuern. Gleichzeitig eröffnen sie Potenziale zur Reduktion von Pflanzenschutzmitteln und zur effizienteren Nutzung von Ressourcen.

Das Projekt „HELP“ setzte hier an und verfolgte das Ziel, ein vertikales Produktionssystem für Arznei- und Gewürzpflanzen am Beispiel der Pfefferminze gezielt zu optimieren. Ein zentraler Fokus lag auf der Entwicklung und Anpassung spezifischer Belichtungsstrategien mit Blaulicht sowie UV-B- und UV-C-Strahlung. Diese dienten dazu, einerseits die Bildung hochwertiger sekundärer Pflanzenstoffe (insbesondere die für Aroma, Wirksamkeit und Qualität entscheidenden) zu fördern und andererseits das Auftreten von Krankheitserregern wie dem Echten Mehltau zu reduzieren.

Darüber hinaus verfolgte das Projekt die nachhaltige Weiterentwicklung des Produktionssystems, indem der Einsatz von Energie, Wasser, Düngemitteln und Pflanzenschutzmitteln minimiert wird. Ziel war es, eine ressourceneffiziente und wirtschaftlich tragfähige Indoor-Produktion zu ermöglichen, die sowohl hohe Flächenproduktivität als auch konstante Produktqualität gewährleistet.

Insgesamt zielte das Projekt darauf ab, die gewonnenen Erkenntnisse nicht nur auf die Pfefferminze zu beschränken, sondern perspektivisch auf weitere gartenbauliche Kulturen mit hohen Qualitätsanforderungen zu übertragen. Damit wollte „HELP“ einen

Beitrag zur Etablierung nachhaltiger, qualitätsorientierter Produktionssysteme für Arznei- und Gewürzpflanzen im Indoor-Anbau leisten.



Ergebnisse

Im Projekt „HELP“ wurden innovative Lichtstrategien für die Indoor-Kultivierung von Pfefferminzpflanzen entwickelt. Zu Beginn des Projekts wurde ein Indoor-Kultivierungsverfahren für Pfefferminzpflanzen etabliert und verschiedene UV-Behandlungsprogramme entwickelt. Dabei wurden Wachstum, Morphologie sowie primäre und sekundäre Inhaltsstoffe der Pflanzen analysiert. Ein besonderer Fokus lag auf der Untersuchung der ätherischen Öle, insbesondere Menthol als wertgebende Verbindung sowie Menthofuran als potenzieller Fehl aromastoff. Die Untersuchungen zeigten, dass UV-Behandlungen sowohl die Pflanzenentwicklung, als auch das Inhaltsstoffprofil der Pfefferminze beeinflussen können.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass unterschiedliche Wellenlängenbereiche der UV-Strahlung verschiedene Effekte auf die Pflanzen auslösen. Eine UV-B-Behandlung führte zu Veränderungen der Blattmorphologie sowie der primären und sekundären Inhaltsstoffe. Eine einmalige UV-C-Bestrahlung von etwa fünf Minuten erhöhte bereits zwei Tage nach der Behandlung die Konzentration wertgebender ätherischer Öle wie Menthol, gleichzeitig wurde jedoch auch ein kurzfristiger Anstieg von Menthofuran beobachtet. Nach etwa einer Woche blieb der Mentholgehalt erhöht, während sich die Konzentrationen unerwünschter Aromakomponenten wieder

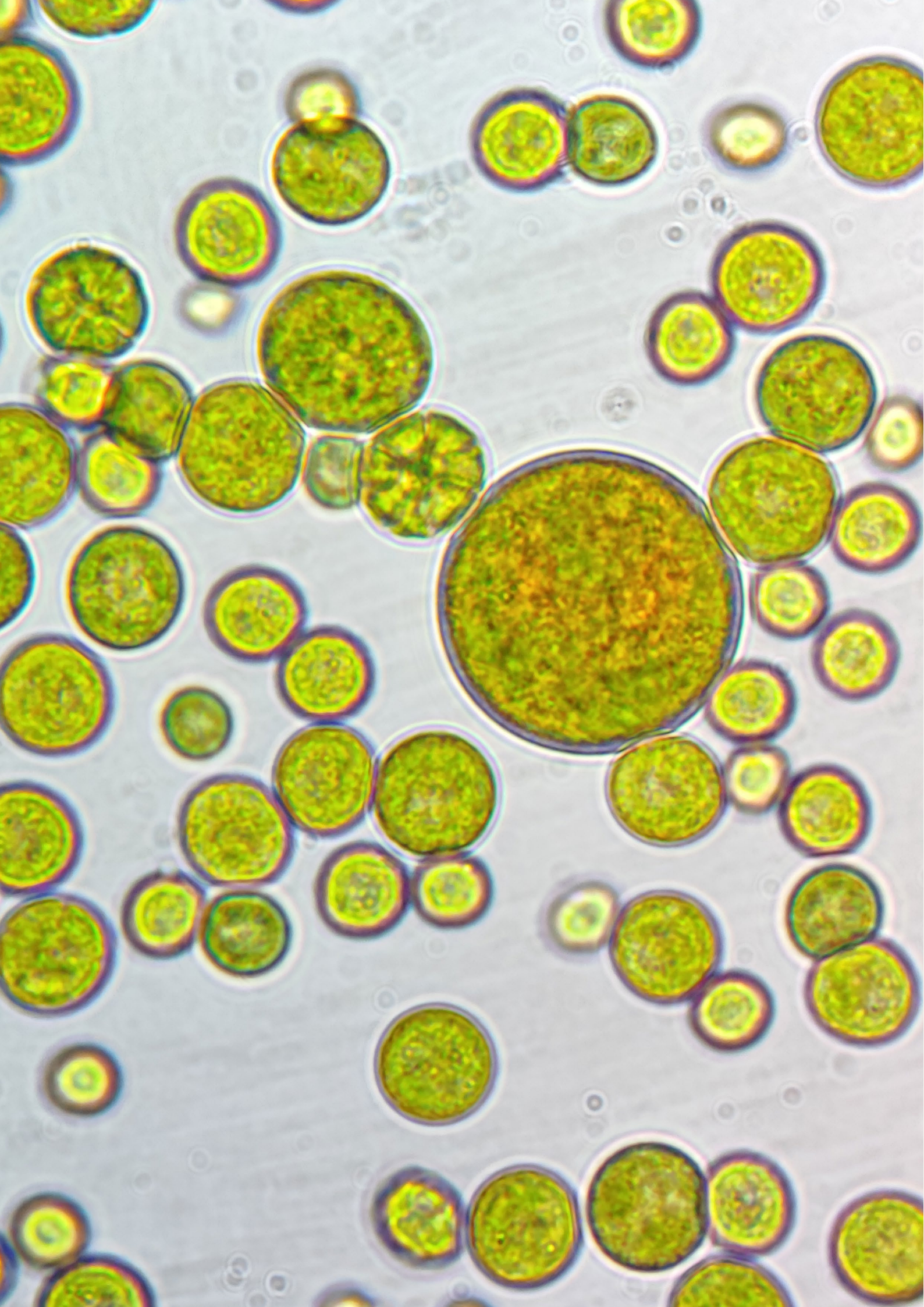
auf das Ausgangsniveau reduzierten. Eine Verlängerung der Bestrahlungsdauer oder eine Erhöhung der Intensität führte zwar zu einem weiteren Anstieg der ätherischen Öle, verursachte jedoch auch deutliche Blattschädigungen und Wachstumsdepressionen.

Neben der Beeinflussung der Inhaltsstoffe wurde auch die Wirkung von UV-Strahlung auf die Krankheitsresistenz untersucht. Resistenztests mit dem pflanzenpathogenen Erreger des Echten Mehltaus zeigten, dass eine einmalige fünfminütige UV-C-Behandlung die Zahl infizierter Pfefferminzpflanzen noch bis zu 13 Tage nach der Infektion deutlich reduzieren kann. Auch wiederholte kurze UV-C-Behandlungen führten zu einer signifikanten Reduktion infizierter Pflanzen und Blätter über mehrere Wochen hinweg. Diese Effekte lassen sich vermutlich auf eine Aktivierung pflanzlicher Abwehrmechanismen zurückführen, die durch die UV-Behandlung ausgelöst werden.

Parallel dazu wurden geeignete technische Systeme zur Umsetzung der UV-Behandlungen entwickelt. Auf Basis lichttechnischer Simulationen zur optimalen Strahlungsintensität und -verteilung wurden spezielle UV-Leuchten für die Bereiche UV-A, UV-B und UV-C konstruiert, gefertigt und in den Versuchsanlagen eingesetzt. Erste Tests bestätigten die geplanten Strahlungstärken und zeigten das Potenzial solcher Beleuchtungssysteme für eine gezielte Steuerung von Pflanzenwachstum und pflanzlicher Abwehrreaktionen.

Ergänzend wurde im Projekt auch die wirtschaftliche Perspektive einer solchen Produktion untersucht. Die Analysen zeigen, dass bei marktüblichen Preisen für getrocknete Pfefferminzrohware von etwa 3–5 €/kg und einer erwarteten Erntemenge von rund 10 t/ha derzeit kein positiver Kapitalwert erreicht werden kann. Ein wirtschaftlich attraktiveres Szenario ergibt sich jedoch bei der Vermarktung frischer Rohware mit höheren Marktpreisen und ohne zusätzliche Trocknungskosten.

Insgesamt zeigt das Projekt, dass gezielte UV-Strategien ein großes Potenzial für eine nachhaltige und rückstandsfreie Produktion von Arznei- und Gewürzpflanzen in Indoor-Kultursystemen besitzen. Ein dynamisches Lichtmanagement, das an Kulturphase und Pflanzenbedürfnisse angepasst ist, kann sowohl die Pflanzenqualität, als auch die Krankheitsresistenz verbessern und eröffnet neue Möglichkeiten für ressourcenschonende Produktionssysteme.



ENABLE: Entwicklung algenbasierter bioaktiver Lebensmittel

Laufzeit:

01.06.2024 – 28.02.2026

Projektpartner:

Algenium GmbH & Co. KG, Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg, Elea Technology GmbH, PUEVIT GmbH, Technische Universität Chemnitz, Technische Universität Dresden



Das Projekt „ENABLE“ hat das Potenzial der Mikroalge *Chromochloris zofingiensis* als gesundes und innovatives Lebensmittel bzw. Zutat gezeigt. Trotz der Anstrengungen und umfassenden Studien zur Biochemie der Mikroalge folgt das BVL unserem Antrag auf Zulassung als nicht-neuartiges Lebensmittel bisher leider nicht. Um neue und gesunde Produkte in Europa durchzusetzen, brauchen wir dringend Reformen in der Novel-Food-Verordnung – ansonsten haben es neue Produkte im Lebensmittelbereich extrem schwer. Der Innovationsraum NewFoodSystems hat uns durch die Vernetzung unter den Partnern die Möglichkeit eröffnet, den Weg von *Chlorella zofingiensis* als wertbringenden Lebensmittelrohstoff weiter zu entwickeln.

DR.-ING. FELIX KRUIJATZ
TECHNISCHE UNIVERSITÄT CHEMNITZ/ PROJEKTKOORDINATION

Projektziele

- Analyse des Einflusses der Produktionsmodi auf die Produktqualität
- Bewertung unterschiedlicher Produktionsmodi hinsichtlich der ökonomischen Rentabilität
- Aufbau analytischer Testverfahren zur Ermittlung der Bioaktivität von Extrakten aus *Chlorella zofingiensis*
- Entwicklung schonender Verarbeitungsverfahren zur Erhaltung bioaktiver Inhaltsstoffe
- Sensorische Analysen algenbasierter Lebensmittel

Output auf einem Blick

- Analyse der Biomassezusammensetzung von *Chlorella zofingiensis* unter verschiedenen Kultivierungsmodi
- Identifikation optimaler Prozessparameter für Wachstum, Lipid- und Carotinoidbildung
- Modellbasierte Prozessregelung steigert Biomasseproduktivität und ermöglicht Skalierung der Kultivierung bis 2000 L
- Untersuchung der technofunktionellen Eigenschaften und Verdaulichkeit der Mikroalgenbiomasse für Lebensmittelanwendungen
- Entwicklung einer PEF-Behandlungszelle und Nachweis einer Wachstumsstimulation von ca. 9 %
- Konsultationsverfahren zum Novel-Food-Status von *Chlorella zofingiensis* – weiterhin als neuartiges Lebensmittel eingestuft

Hintergrund & Zielsetzung

Als Folgeprojekt von „ALGAE-MODULE 4.0“ knüpfte „ENABLE“ an die dort geschaffenen technologischen Grundlagen zur modularen und qualitätsgesicherten Produktion von Mikroalgen an. Während im Vorgängerprojekt insbesondere die verfahrenstechnische Umsetzung und Prozesskontrolle im Fokus standen, rückte hier die gezielte Nutzung ausgewählter Mikroalgenarten für die menschliche Ernährung in den Mittelpunkt der Forschung.

Der regelmäßige Verzehr von Mikroalgen ist in Deutschland bislang noch wenig verbreitet. Gründe hierfür sind u. a. die eingeschränkte Verfügbarkeit qualitativ hochwertiger Biomasse sowie die geringe Anzahl marktfähiger, verarbeiteter Produkte. Dabei besitzen bestimmte Mikroalgen ein erhebliches ernährungsphysiologisches Potenzial. Besonders die einzellige Süßwasseralge *Chlorella zofingiensis* zeichnet sich durch einen hohen Gehalt an primären und sekundären Carotinoiden sowie ein breites Spektrum ungesättigter Fettsäuren aus. Zudem bietet sie den Vorteil, unter photoautotrophen, mixotrophen und chemoheterotrophen Bedingungen kultiviert werden zu können, was vielfältige Prozessoptionen eröffnet.

Vor diesem Hintergrund verfolgte das Projekt „ENABLE“ das Ziel, die ressourceneffiziente Produktion sowie das ernährungsphysiologische Potenzial von *Chlorella zofingiensis* systematisch zu untersuchen. Ein Schwerpunkt lag auf der Analyse der unterschiedlichen trophischen Produktionsmodi hinsichtlich Produktqualität und ökonomischer Rentabilität. Hierzu wurden Prozessmodelle entwickelt und techno-ökonomische Bewertungen verschiedener Herstellungsverfahren durchgeführt.

Darüber hinaus standen schonende Aufarbeitungs- und Verarbeitungstechnologien im Fokus: insbesondere der Einsatz gepulster elektrischer Felder, um bioaktive Inhaltsstoffe effizient zu extrahieren und ihre Qualität sowie Bioaktivität zu erhalten. Ergänzend wurden analytische Testverfahren etabliert, um die Bioaktivität der gewonnenen Extrakte zu bewerten.

Abschließend zielte das Projekt darauf ab, Demonstrationsprodukte auf Basis von *Chlorella zofingiensis* zu entwickeln und sensorisch zu analysieren. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse sollten wichtige Hinweise zur Produktwahrnehmung liefern und als Grundlage für zukünftige algenbasierte Lebensmittelinnovationen dienen.

Insgesamt zielte das Projekt „ENABLE“ darauf ab, einen Beitrag dazu zu leisten, dass Mikroalgen als nachhaltige, qualitativ hochwertige Rohstoffquelle stärker in der menschlichen Ernährung etabliert werden.



Ergebnisse

Im Projekt „ENABLE“ wurde das Potenzial der Mikroalge *Chlorella zofingiensis* als nachhaltige Quelle für ernährungsphysiologisch wertvolle Inhaltsstoffe untersucht. Ein zentraler Schwerpunkt lag auf der Untersuchung der Biomasseproduktion unter verschiedenen trophischen Kultivierungsbedingungen. Dabei wurden photoautotrophe, mixotrophe und heterotrophe Prozessmodi analysiert und hinsichtlich Wachstum, Substratverbrauch und Biomassezusammensetzung miteinander verglichen. Als organische Kohlenstoffquellen wurden u. a. Acetat, Glucose und Saccharose eingesetzt. Für die heterotrophe Kultivierung erwies sich Glucose als besonders geeignetes Substrat. Während unter phototrophen Bedingungen insgesamt höhere Carotinoidkonzentrationen erreicht wurden, zeigte sich unter heterotrophen Bedingungen eine verstärkte Akkumulation von Lipiden mit dominierenden C16- und C18-Fettsäuren sowie einem Anteil von bis zu etwa 20 % Linolsäure (Omega-6). Das Aminosäureprofil, Fettsäurespektrum und die Pigmentzusammensetzung der Biomasse unterschieden sich deutlich zwischen den verschiedenen Kultivierungsmodi.

Zur genaueren Analyse der Prozessbedingungen wurden experimentelle Untersuchungen zum Einfluss

zentraler Umweltfaktoren wie Temperatur, Lichtintensität, pH-Wert und Sauerstoffkonzentration durchgeführt. Mithilfe photorespirometrischer Messungen konnten Ursache-Wirkungs-Beziehungen zwischen Prozessparametern und Photosyntheseleistung der Mikroalgen ermittelt werden. Auf Basis dieser Datensätze wurde ein parametrisiertes Prozessmodell für die Biomasseproduktion entwickelt. Dieses Modell ermöglicht eine modellbasierte Prozessregelung und führte in Versuchen zu einer deutlichen Steigerung der Biomasseproduktivität gegenüber unregulierten Referenzprozessen. So konnte durch kontinuierliche Prozessführung die Biomasseproduktivität um etwa 30 % gesteigert werden. Gleichzeitig konnte die Carotinoid-Produktionsphase auf etwa vier Tage verkürzt werden. Die entwickelten Prozessstrategien wurden im Pilotmaßstab validiert, wobei photoautotrophe und mixotrophe Kultivierungen erfolgreich in einem 100-L-System sowie darüber hinaus bis zu 2000 L skaliert wurden.

Ein weiterer Schwerpunkt des Projektes lag auf der Untersuchung der ernährungsphysiologischen und technofunktionellen Eigenschaften der Mikroalgenbiomasse. Dazu wurden Aminosäure- und Fettsäureprofile sowie Pigmentzusammensetzungen mithilfe LC/MS-, GC/MS- und HPLC-basierter Analyseverfahren bestimmt. Ergänzend wurden Wasserbindung, Wasserlöslichkeit und Farbe der Biomasse sowie deren Verdaulichkeit nach thermischer, mechanischer oder kryogener Prozessierung untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass insbesondere thermische Behandlung die Wasserlöslichkeit erhöht, während mechanische oder kryogene Belastungen die Wasserbindung der Biomasse deutlich steigern können. Zudem wurden zwei Demonstrationsprodukte, ein bspw. in Form von frischer und getrockneter Pasta mit *Chlorella zofingiensis*, entwickelt und hinsichtlich der Kocheigenschaften mit einem Referenzprodukt ohne Mikroalgen verglichen und auch sensorisch bewertet.

Parallel dazu wurden innovative Verfahren zur Verarbeitung der Mikroalgen untersucht. Ein Schwerpunkt lag auf der Entwicklung einer neuen Behandlungszelle für PEF-Anwendungen. Dabei zeigte sich, dass die hohe Leitfähigkeit der Algensuspension von etwa 25–30 mS/cm eine direkte Behandlung unverdünnter Biomasse technisch erschwert. Simulationen des Stromflusses und der Feldstärkeverteilung ermöglichten jedoch wichtige Erkenntnisse zur Optimierung des Kammerdesigns. Gleichzeitig konnte gezeigt

werden, dass wiederholte PEF-Behandlungen zu einer Stimulation des Algenwachstums führen können und in Versuchen eine Steigerung der Wachstumsrate von etwa 9 % erreichten. Zudem konnte durch die optimierte PEF-Behandlung ein effizienter Zellaufschluss bei gleichzeitigem Erhalt der Bioaktivität wertgebender Inhaltsstoffe (z. B. Astaxanthin) erreicht werden.

Die im Projekt gewonnenen Daten wurden zudem genutzt, um die gesamte Produktionskette einer *Chlorella zofingiensis*-Kultivierung mithilfe der Prozesssimulationssoftware SuperProDesigner abzubilden und ökonomische sowie infrastrukturelle Herausforderungen einer späteren industriellen Umsetzung zu analysieren. Hierfür wurden umfassende Prozess-, Energie- und Kostendaten systematisch erhoben und in techno-ökonomische Modelle integriert. Parallel dazu wurde ein Konsultationsverfahren zum Novel-Food-Status der Mikroalge initiiert. Der Antrag auf Anerkennung als nicht-neuartiges Lebensmittel wurde jedoch zunächst abgelehnt, sodass *Chlorella zofingiensis* weiterhin unter die Novel-Food-Verordnung fällt.

Insgesamt zeigt das Projekt, dass *Chlorella zofingiensis* ein großes Potenzial als nachhaltige Quelle für bioaktive Inhaltsstoffe besitzt. Die gewonnenen Erkenntnisse zur Kultivierung, Prozessmodellierung, Verarbeitung und Produktentwicklung leisten einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung ressourceneffizienter Produktionssysteme für mikroalgenbasierte Lebensmittelzutaten und zur Erweiterung der Wertschöpfungskette von Mikroalgen.





Ernährungsinnovationen: Vermittlung und gesellschaftliche Akzeptanz von Ernährungsinnovationen

Laufzeit:

01.01.2020 – 31.12.2023

Projektpartner:

Deutsches Museum Nürnberg



Interaktive Vermittlungsformate an informellen Lernorten tragen zur Akzeptanz von Ernährungsinnovationen bei.

MAIKE SCHLEGEL
DEUTSCHES MUSEUM NÜRNBERG – DAS ZUKUNFTSMUSEUM/ PROJEKTKOORDINATION

Projektziele

- Verständliche und dialogorientierte Vermittlung von Ernährungsinnovationen zur Förderung gesellschaftlicher Akzeptanz
- Entwicklung und Implementierung interaktiver Ausstellungsformate (z. B. „Aufgetischt“ und „Vertical Farming“) zur Wissensvermittlung
- Förderung des gesellschaftlichen Dialogs und empirische Evaluation der Wirkung durch Veranstaltungsformate und Besucherforschung

Output auf einem Blick

- Entwicklung und Umsetzung von zwei interaktiven Ausstellungseinheiten, sowie Integration dieser in die Dauerausstellung des Deutschen Museum Nürnberg
- Planung und Durchführung des NewFood-Systems Day
- Erweiterung des Begleitprogramms um einen Laborworkshop
- Durchführung einer empirischen Pre-Post-Besucherforschung (N=197)
- Aufbau eines nachhaltigen Transfer- und Kooperationsnetzwerks

Hintergrund & Zielsetzung

Das Deutsche Museum Nürnberg widmet sich als Zukunftsmuseum zentralen gesellschaftlichen Transformationsfragen. Im Rahmen von NFS eröffnete das Museum in der Vermittlerrolle den Weg der Forschungsthemen in die breite Öffentlichkeit.

Vor diesem Hintergrund war es das Ziel des Projektes, aktuelle Entwicklungen im Bereich der Ernährungsinnovationen verständlich und dialogorientiert für die Gesellschaft aufzubereiten und damit einen Beitrag zur gesellschaftlichen Akzeptanz neuer Lebensmittel und Produktionsformen zu leisten. Innovationen wie Vertical Farming oder alternative Lebensmittel bieten Möglichkeiten für einen Wandel in unseren Ernährungs- und Lebensmittelsystemen. Doch ihr Erfolg hängt nicht allein von technologischer Leistungsfähigkeit ab, sondern maßgeblich von gesellschaftlicher Akzeptanz. Das Projekt setzte genau an dieser Schnittstelle an: Wissenschaftliche Erkenntnisse wurden so aufbereitet, dass sie erfahrbar, dialogfähig und lebensnah vermittelt werden konnten.

Kernziel des Projekts war daher die Konzeption, Entwicklung und Implementierung zweier interaktiver Stationen in der Dauerausstellung des Museums:

- „Aufgetischt“ – eine Station zu neuen und alternativen Lebensmitteln, die Akzeptanzfragen in einen soziokulturellen Kontext stellt.
- „Vertical Farming“ – ein mediales Baukastensystem, mit dem Besucher spielerisch eigene Indoor-Farming-Konzepte entwickeln können.

Begleitend war die Entwicklung dialogorientierte Veranstaltungsformate sowie die Durchführung einer Besucherforschung vorgesehen, um die Wirkung der Vermittlungsangebote empirisch zu untersuchen.

Insgesamt zielte das Projekt darauf ab, wissenschaftliche Inhalte verständlich zu vermitteln, den gesellschaftlichen Dialog zu fördern und die Akzeptanz von Ernährungsinnovationen zu stärken.

Ergebnisse

Das Deutsche Museum Nürnberg entwickelte die zwei geplanten interaktiven Ausstellungseinheiten zu den Themenschwerpunkten „Neue/alternative Lebensmittel“ und „Indoor Farming“ und implementierte diese als festen Bestandteil in der Dauerausstellung im Themenbereich „System Erde“. Grundlage hierfür war die Entwicklung eines umfassenden Vermitt-

lungskonzepts, in dessen Rahmen die wissenschaftlichen Inhalte recherchiert, didaktisch aufbereitet und in Storyboards sowie Drehbüchern konkretisiert wurden. Diese bildeten dann wiederum die Basis für die bauliche und technische Realisierung der Stationen, die mit der Museumseröffnung im September 2021 der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wurden.



Seitdem erreichten die Stationen ein breites Publikum: Bis zum Projektende, dem 31.12.2023, besuchten rund 257.000 Menschen das Museum. Aufgrund der zentralen Platzierung ist davon auszugehen, dass ein Großteil der Besucher mit den im Projekt entwickelten Inhalten in Berührung gekommen ist.

Die Station „Aufgetischt“ thematisiert neue Lebensmittel im Kontext kultureller Essgewohnheiten und gesellschaftlicher Akzeptanz. Die Inszenierung als Essisch schafft eine kommunikative Situation, die zum Austausch über persönliche Einstellungen anregt. Die Besucher können an der Station aus 16 verschiedenen Gerichten auswählen: Ein Teilstück jedes Gerichts befindet sich dafür in einer Petrischale, die man sich auf den eigenen Teller legt; so wird das Gericht dahinter aufgedeckt. Informationen zu Nährstoffgehalt, Zubereitung oder auch Ressourcenverbrauch werden so zugänglich gemacht. Bei den Beispielen handelt es sich um Speisen aus verschiedenen Kulturkreisen, aus Science-Fiction-Filmen unterschiedlicher Jahrzehnte sowie um neue Lebensmittel aktueller Forschungsprojekte. Frischkäse aus Lupinen, Schlangengurken aus dem Star Trek Universum oder See- gurken aus China konfrontieren die Besucher so mit der Frage, welche Lebensmittel sie in ihrem Ernährungsalltag akzeptieren würden.

Die Station zum Indoor Farming ermöglicht es den Besuchern, im Baukastenprinzip eigene vertikale Farmen zu konfigurieren und dabei Zielkonflikte zwischen Ertrag, Qualität und Energiebedarf spielerisch zu erkunden. Auf diese Weise werden technologische Innovationspotenziale niedrigschwellig und interaktiv vermittelt. Darüber hinaus wurde begleitend zur Ausstellung das Begleitprogramm des Museums kontinuierlich weiterentwickelt und um einen Laborworkshop zum Thema „Proteine in aller Munde“ ergänzt. Dieser wurde aus dem NFS-Konsortium heraus erstmalig im Rahmen des „NewFoodSystems Day“ 2022 angeboten und seitens des Museums übernommen.

Die begleitende Besucherforschung war ein weiteres zentrales Element des Projektes. In einer Pre-Post-Studie mit Klassenverbänden der Sekundarstufe I (N = 197) wurde untersucht, welchen Einfluss die Interaktion mit der Station „Aufgetischt“ auf die Haltung gegenüber neuartigen Lebensmitteln hat. Während die Bedeutung von Nachhaltigkeitskriterien für die Lebensmittelauswahl bei den Schülern nahezu unverändert blieb, nahm sowohl die Bekanntheit als auch die Probierebereitschaft von Lebensmittelalternativen nach der Interaktion mit der Station „Aufgetischt“ signifikant zu. Die spielerische und kontextualisierte Auseinandersetzung mit Ernährungsinnovationen trägt somit messbar zur Offenheit der Zielgruppe bei.

Darüber hinaus wurde mit dem „NewFoodSystems Day“ am 24.09.2022 gemeinsam mit dem Koordinationsbüro des Innovationsraums ein dialogorientiertes Veranstaltungsformat umgesetzt, das den direkten Austausch zwischen Forschung und Öffentlichkeit ermöglichte und die Inhalte des Innovationsraums an die breite Öffentlichkeit herangetragen hat. Interaktive Projektstände der Forschungsprojekte des Innovationsraums, Impulsvorträge, Workshops, zahlreiche Verkostungsmöglichkeiten von verschiedenen neuartigen Lebensmitteln sowie ein Start-up Pitch-Wettbewerb ermöglichten vielfältige Zugänge zu den Themen des Innovationsraums. Rund 540 Personen im Museum sowie schätzungsweise 950 weitere Besucher im Außenbereich konnten dabei erreicht werden.

Als zentrales Ergebnis des Vorhabens wurden dauerhaft nutzbare, modular angelegte Vermittlungsformate geschaffen, die bei zukünftigen technologischen Entwicklungen flexibel aktualisiert werden können. Die Stationen fördern den Dialog innerhalb

interessierter Teilöffentlichkeiten, eröffnen interdisziplinäre Perspektiven auf komplexe Ernährungsthemen und stärken das Museum als informellen Lernort für gesellschaftliche Transformationsfragen. Zudem entstand durch die enge Zusammenarbeit mit Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft ein breites Netzwerk, aus dem weitere Kooperationsprojekte hervorgehen können. Insgesamt leistete das Projekt damit einen nachhaltigen Beitrag zur Förderung des offenen Dialogs zwischen Forschung und Gesellschaft im Kontext von NFS und zeigt, dass erfahrungsorientierte, dialogische Vermittlungsansätze die gesellschaftliche Akzeptanz von Ernährungsinnovationen wirksam unterstützen können.





EDiBLE: Entwicklung von Dialogangeboten zur Bioökonomie in Lebensmittelsystemen

Laufzeit:

01.01.2024 – 31.12.2025

Projektpartner:

Deutsches Museum Nürnberg



Mit der Ausstellung „Essen neu denken. NewFoodSystems“ ist es uns gelungen, ein hochaktuelles Zukunftsthema anschaulich und diskussionsoffen zu vermitteln. Die große Resonanz zeigt, wie sehr Fragen nach nachhaltiger, gerechter und innovativer Ernährung die Gesellschaft bewegen. Der Innovationsraum „NewFoodSystems“ hat die Entwicklung der Ausstellung gemeinsam mit seinen Verbundpartnern von Beginn an fachlich begleitet. Die dort angesiedelten Projekte lieferten wichtige Impulse und bildeten eine tragende Grundlage für die inhaltliche Ausgestaltung.

MARION GRETHER
DEUTSCHES MUSEUM NÜRNBERG – DAS ZUKUNFTSMUSEUM/ PROJEKTKOORDINATION

Projektziele

- Stärkung der Wissenschaftskommunikation zur Förderung von Verständnis, Vertrauen und gesellschaftlicher Akzeptanz nachhaltiger Ernährungs- und Lebensmittelsysteme
- Aufbau dialogorientierter Austauschformate zur Einbindung gesellschaftlicher Perspektiven in Forschung und Entwicklung
- Konzeption und Umsetzung innovativer Vermittlungsformate (Sonderausstellung, „NewFoodSystems Day“)

Output auf einem Blick

- Durchführung des Aktionstags „NewFoodSystems Day 2024“ mit rund 1.500 Besuchern
- Konzeption und Umsetzung der Sonderausstellung „Essen neu denken. NewFoodSystems“ im Deutschen Museum Nürnberg
- Über 60.000 Besucher der Sonderausstellung
- Entwicklung eines umfangreichen Begleitprogramms (Workshops, Führungen, Podcast, Kinoformate)
- Weiterführung der Ausstellung als Wanderausstellung (u. a. Nawareum Straubing)

Hintergrund & Zielsetzung

Die Transformation hin zu nachhaltigen Lebensmittelsystemen im Sinne der Bioökonomie erfordert weit mehr als technologische Innovationen. Neben neuen Produktionsverfahren, alternativen Rohstoffen und ressourcenschonenden Prozessen ist auch ein gesellschaftlicher Wandel notwendig. Dieser kann nur gelingen, wenn wissenschaftliche Entwicklungen transparent kommuniziert, verständlich eingeordnet und öffentlich diskutiert werden. Akzeptanz, Vertrauen und Beteiligung der Gesellschaft sind zentrale Voraussetzungen dafür, dass innovative Ansätze langfristig wirksam werden können.

Vor diesem Hintergrund knüpfte das Projekt „EDiBLE“ als Folgeprojekt des Projekts „Ernährungsinnovationen“ an die dort gewonnenen Erkenntnisse zur gesellschaftlichen Wahrnehmung und Einordnung neuer Lebensmitteltechnologien an und fokussierte sich ebenfalls auf die Wissenschaftskommunikation. Ziel war es, wie auch beim Vorprojekt, die Themen, Inhalte und Ergebnisse des Innovationsraums sichtbar zu machen und in einen dialogorientierten Austausch mit unterschiedlichen gesellschaftlichen Gruppen zu bringen. Dabei ging es nicht nur um die Vermittlung von Forschungsergebnissen, sondern ebenso um das aktive Einholen von Rückmeldungen, Erwartungen und Einschätzungen aus der Öffentlichkeit. Die gewonnenen Perspektiven sollten wiederum in das Konsortium zurückgespielt werden, um Forschungs- und Entwicklungsprozesse stärker gesellschaftlich zu reflektieren.

Zentrale Maßnahmen des Projekts waren die Neuaufgabe des „NewFoodSystems Day“ sowie die Konzeption und Umsetzung einer Sonderausstellung im Deutschen Museum Nürnberg. Beide Formate verfolgten das Ziel, komplexe, interdisziplinäre Themen wie nachhaltige Ernährung, alternative Proteinquellen oder bioökonomische Wertschöpfungsketten niedrigschwellig und anschaulich zu vermitteln. Gleichzeitig war vorgesehen, dass die Räume für Diskussion, Fragen und kritische Auseinandersetzung schaffen. Insbesondere durch den Ausstellungsort im Museum konnte ein breites Spektrum unterschiedlicher Zielgruppen – von Fachpublikum über Familien bis hin zu Schulklassen – erreicht werden.

Ein weiterer Schwerpunkt lag auf der begleitenden Evaluation der Formate im Rahmen von Besucherforschung. Auf dieser Basis sollten Erkenntnisse darüber

gewonnen werden, wie komplexe Forschungsthemen verständlich, dialogorientiert und zielgruppengerecht vermittelt werden können.

Insgesamt zielte „EDiBLE“ damit nicht nur auf die Steigerung der Sichtbarkeit des Innovationsraums, sondern auch auf die Weiterentwicklung qualitativ hochwertiger Vermittlungsformate und die Stärkung von Museen als zentrale Orte informellen Lernens und gesellschaftlichen Austauschs ab.



Ergebnisse

Im Projekt „EDiBLE“ stand die Wissenschaftskommunikation zu Themen des Innovationsraums im Mittelpunkt. Ein zentraler Bestandteil des Projekts war die Neuaufgabe des Aktionstags „NewFoodSystems Day“, der am 28.09.2024 im Deutschen Museum Nürnberg stattfand. Ziel der Veranstaltung war es wie auch im Jahr 2022, Inhalte und Ziele des Innovationsraums einer breiten Öffentlichkeit zu vermitteln und den direkten Austausch zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft zu fördern. An Informationsständen konnten Besucher mit Forschern sowie Wissenschaftlern der Konsortialpartner ins Gespräch kommen. Ergänzend wurden Vorträge, Workshops sowie Verkostungen neuartiger Lebensmittel auf einem „Marktplatz“ vor dem Museum angeboten. Dialogische Führungen durch die Ausstellung („Talking Points“) griffen zentrale Themen rund um zukünftige Lebensmittelproduktion auf und förderten den offenen Austausch über neue Ernährungsformen. Insgesamt wurden rund 1.500 Besucher gezählt – mehr

als doppelt so viele wie an einem durchschnittlichen Samstag im Deutschen Museum Nürnberg.

Ein weiterer Schwerpunkt des Projekts war die Konzeption und Umsetzung der Sonderausstellung „Essen neu denken. NewFoodSystems“, die am 08.07.2025 eröffnet wurde und vom 09.07.2025 bis 01.03.2026 im Deutschen Museum Nürnberg für die Öffentlichkeit zugänglich war. Die Ausstellung griff zentrale Themen des Innovationsraums auf, darunter die Nutzung von Restströmen, alternative Lebensmittel wie Fleisch- und Wurсталternativen sowie innovative Anbausysteme im Bereich Controlled Environment Cultivation. Die Inhalte wurden mithilfe von Exponaten, Informationsgrafiken, Medienstationen und interaktiven Elementen vermittelt. Ein wesentliches Konzept der Ausstellung war die Einbettung technologischer Entwicklungen in den soziokulturellen Kontext von Ernährungsentscheidungen und Essgewohnheiten. Die Besucher wurden dazu angeregt, ihre eigenen Essgewohnheiten zu reflektieren und sich mit neuen Ansätzen der Lebensmittelproduktion auseinanderzusetzen. Interaktive Stationen ermöglichten es zudem, eigene Erfahrungen und Einschätzungen zu teilen und so zum gesellschaftlichen Diskurs über zukünftige Ernährungssysteme beizutragen. Die Resonanz auf die Ausstellung war sehr groß: Während ihrer Laufzeit bis Anfang März 2026 wurde sie von 60.731 Besuchern besucht.

Ergänzend zur Ausstellung wurde ein umfangreiches Begleitprogramm entwickelt. Dieses umfasste u. a. einen Podcast zur Sonderausstellung, ein begleitendes Kinoprogramm im „Babylon Kino am Stadtpark“ in Fürth sowie verschiedene dialogische Führungen („Food-Tour“) durch die Ausstellung selbst. Darüber hinaus wurden mehrere Laborkurse in den Besucherlaboren des Museums durchgeführt, an denen insgesamt 324 Personen teilnahmen, sowie ein offenes Laborprogramm an Wochenenden mit 2.806 Teilnehmern. Weitere Formate waren ein digitaler ActionBound, thematische Abendveranstaltungen sowie eine Veranstaltung zur Akzeptanz von Speiseinsekten mit Probierangebot. Insgesamt wurde die geführte „Food-Tour“ durch die Ausstellung von 474 Personen gebucht.

Das Projekt leistet damit einen wichtigen Beitrag zur Vermittlung aktueller Forschung aus dem Innovationsraum und zur Förderung des gesellschaftlichen Dialogs über zukünftige Ernährungssysteme. Die Sonderausstellung wird über die Projektlaufzeit hinaus

weitergeführt und ist seit dem 17.03.2026 bis zum 13.09.2026 im Nawareum in Straubing zu besuchen – eine weitere Präsentation der Ausstellung an anderen Standorten wird angestrebt.



Ergebnisverwertung des Innovationsraums

Eine Transformation unserer Ernährungs- und Lebensmittelsysteme kann nur gemeinsam im Schulterschluss zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft gelingen. Hierzu wollte der Innovationsraum einen Beitrag leisten. Übergeordnetes Ziel war dabei das Schaffen von gesellschaftlicher Akzeptanz für neue bzw. neuartige Produktionsverfahren und Produkte, um die Bioökonomie „über den Teller“ an die Menschen zu bringen. Hierzu verfolgte NFS im Rahmen der wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Verwertung sowie dem Transfer in die Öffentlichkeit diverse Ansätze, die unterschiedliche Zielgruppen adressierten.

Wissenschaftliche Verwertung

Die wissenschaftlichen Ergebnisse aus den einzelnen FuEul-Projekten wurden/ werden in nationalen und internationalen Fachzeitschriften publiziert und auf Veranstaltungen und Kongressen präsentiert. Zu-

dem waren die Förderung und Integration des wissenschaftlichen Nachwuchses mit Projekt-, Bachelor- und Masterarbeiten, Dissertationen und der weiteren wissenschaftlichen Qualifizierung mittels Postdoktoranden-Stellen gegeben. Auch sind aus den FuEul-Projekten Beiträge in der Hochschullehre zu verzeichnen. Zudem wurde seitens des Koordinationsbüros für die Nachwuchswissenschaftler vom 17.-18.09.2024 ein 2-tägiger Workshop zum Thema „Advanced Scientific Writing“ durchgeführt. Eine Übersicht der Anzahl von Publikationen, Beiträgen in der Lehre und Abschlussarbeiten ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen (ausgenommen der Projekte vom Deutschen Museum Nürnberg). Eine detaillierte Auflistung aller Publikationen aus den Projekten ist im Anhang zu finden (siehe Anhang 2).

Tabelle 1: Übersicht zur wissenschaftlichen Verwertung in den FuEul-Projekten

Projekte	Anzahl an Publikationen	Anzahl an Abschlussarbeiten	Beiträge in der Lehre
Nachhaltige Proteinzutaten	4 veröffentlicht 2 geplant	9 Bachelorarbeiten 12 Masterarbeiten	TU München, Universität Bonn, HAW Hamburg
In4Food	5 veröffentlicht 3 geplant	1 Promotion 1 Masterarbeit	RWTH Aachen
reKult4Food	4 veröffentlicht 6 geplant	1 Promotion	Universität Göttingen, Universität Kassel, Universität Gießen
SustainVanil	3 veröffentlicht 2 geplant	1 Promotion 2 Bachelorarbeiten	HS Osnabrück
Proteinschichten	1 veröffentlicht	2 Masterarbeiten	/
ALGAE-MODULE 4.0	3 veröffentlicht 1 geplant	1 Promotion 1 Masterarbeit 1 Bachelorarbeit	TU Chemnitz, TU Berlin
Pr:Ins – Ganzheitliche Bewertung	4 veröffentlicht 1 geplant	1 Promotion 7 Masterarbeiten 5 Bachelorarbeiten	Universität Kassel
AIProPlant	2 veröffentlicht 3 geplant	1 Promotion 3 Masterarbeiten	Universität Bonn
IKARUS	geplant	/	HS Osnabrück
Hemp4Food	1 veröffentlicht 1 geplant	1 Promotion 4 Masterarbeiten 3 Bachelorarbeiten	TU München, Universität Bonn
Grassessentials	2 geplant	1 Promotion	Universität Gießen

LacOat4Fungi	5 veröffentlicht 3 geplant	1 Promotion 5 Masterarbeiten 5 Bachelorarbeiten	Universität Gießen
PERFEG-MEAT	1 veröffentlicht 3 geplant	1 Promotion 2 Masterarbeiten 1 Bachelorarbeit	TU München
BCFF	1 veröffentlicht 1 geplant	2 Masterarbeiten 2 Bachelorarbeiten	Universität Gießen
FoxyVanil	1 veröffentlicht	/	/
HELP	geplant	1 Masterarbeit	Hochschule Geisenheim, TU Braunschweig
ENABLE	2 veröffentlicht 5 geplant	1 Promotion 2 Masterarbeiten 1 Bachelorarbeit	TU Chemnitz, TU Dresden, HS Osnabrück

Publikationsreihe

Um die wissenschaftliche Verwertung der Ergebnisse aus den FuEul-Projekten gebündelt abzubilden, wurde seitens des Koordinationsbüros eine Publikationsreihe zu den Forschungsthemen von NFS in der ERNÄHRUNGS UMSCHAU platziert. Den Auftakt machte ein Übersichtsartikel zum Innovationsraum, welcher bereits in der September-Ausgabe 2024 erschienen ist (<https://www.ernaehrungs-umschau.de/print-artikel/11-09-2024-der-innovationsraum-newfoodsystems-und-die-transformation-unserer-ernaehrungs-und-lebensmittelsysteme/>).

Nachfolgend wurden 9 weitere Artikel aus den FuEul-Projekten veröffentlicht:

- Ausgabe 5/2025: „Pflanzliche Proteinzutaten – im Spannungsfeld zwischen Techno-Funktionalität, Sensorik, Humanernährung und Nachhaltigkeit“
- Ausgabe 6/2025: „Kultiviertes Fleisch: Nachhaltige und gesunde Ernährung ohne Verzicht?“
- Ausgabe 8/2025: „Larven-Mehl der schwarzen Soldatenfliege (*Hermetia illucens*) eignet sich für die Fütterung der Weißbeingarnele (*Litopenaeus vannamei*) unter Praxisbedingungen in einer modernen Kreislaufanlage“
- Ausgabe 9/2025: „Pilzmyzel als Nahrungsmittel. Wann kommt die Novel-Food-Zulassung?“
- Ausgabe 10/2025: „Produktion von Aroma- und Gewürzpflanzen im Indoor-Farming“
- Ausgabe 01/2026: „Die faszinierende Welt der Vanille“
- Ausgabe 02/2026: „Insekten als nachhaltige

- Proteinquelle“
- Ausgabe 04/2026: „Essbare Filme auf Basis von Pflanzenproteinen für sensorisch verbesserte Wurstersatzprodukte“
- Ausgabe 05/2026: „Modulare Produktion und Verwertung frischer Mikroalgen – Ein Bioraffinerie-Ansatz für Spirulina“

Ergänzend zu den Artikeln aus den FuEul-Projekten wurde ein weiterer übergreifender Artikel zum Thema Novel Food veröffentlicht. Der Beitrag „Zur Rechtskonformität neuartiger Lebensmittel“ erschien in Ausgabe 11/2025 der ERNÄHRUNGS UMSCHAU (<https://ernaehrungs-umschau.de/download/zur-rechtskonformitaet-neuartiger-lebensmittel/>). Alle Artikel der Publikationsreihe sind Open Access sowohl in deutscher als auch in englischer Sprache verfügbar. Neben der Veröffentlichung der einzelnen Artikel in den regulären Ausgaben der Zeitschrift konnte im November 2025 zudem eine Sonderpublikation mit dem Titel „Impulse für die Ernährung von morgen – Forschung und Perspektiven aus NewFoodSystems“ veröffentlicht werden. Diese enthält alle 11 im Rahmen der Publikationsreihe veröffentlichten oder zu dem Zeitpunkt bereits begutachteten Artikel und wurde durch ein Editorial ergänzt. Die Sonderpublikation ist ebenfalls Open Access zugänglich und damit frei verfügbar (<https://ernaehrungs-umschau.de/anzeige/impulse-fuer-die-ernaehrung-von-morgen-forschung-und-perspektiven-aus-newfoodsystems/>).

Wissenschaftliche Konferenz

Im Zuge der übergeordneten wissenschaftlichen Verwertung wurde seitens NFS die wissenschaftliche Konferenz „Towards New Food Systems – Ernährungs- und Lebensmittelsysteme neu gedacht“ organisiert und durchgeführt. Diese fand vom 28.-30.11.2025 in Berlin statt. Ziel der Veranstaltung war es, Akteure aus unterschiedlichen wissenschaftlichen Disziplinen sowie aus Industrie und Politik in einen interdisziplinären Austausch über die Zukunft unserer Ernährungs- und Lebensmittelsysteme zu bringen.

Vor dem Hintergrund der globalen Herausforderungen in den Bereichen Klima, Ressourcenverfügbarkeit und Ernährungssicherheit wurde deutlich, dass die notwendige Transformation der Ernährungs- und Lebensmittelsysteme nur durch interdisziplinäre und sektorübergreifende Ansätze nachhaltig gestaltet werden kann. Die Konferenz bot hierfür eine sichtbare und bislang einmalige Plattform, um die Komplexität der Ernährungs- und Lebensmittelsysteme aus unterschiedlichen fachlichen und gesellschaftlichen Perspektiven zu beleuchten und Ansätze für eine zukunftsfähige Ernährung zu diskutieren.

In verschiedenen Formaten wurden zentrale Themen wie nachhaltige Ernährung, landgebundene und nicht-landgebundene Lebensmittelproduktion sowie neue Rohstoffquellen für Lebens- und Futtermittel in den Fokus gestellt. Darüber hinaus wurden notwendige Rahmenbedingungen und Hemmnisse für Innovationen aus politischer, rechtlicher, unternehmerischer, wissenschaftlicher und gesellschaftlicher Sicht eingehend diskutiert. Die große Resonanz verdeutlicht die Bedeutung und Sichtbarkeit der Konferenz: Insgesamt wurden knapp 150 Abstracts eingereicht. Davon wurden 45 Beiträge als Fachvorträge und über 90 Beiträge als Poster präsentiert. Insgesamt nahmen fast 300 Teilnehmer aus über 130 Institutionen an der Konferenz teil. Im Plenum fanden eine Keynote, 10 Plenarvorträge und 6 Podiumsdiskussionen bzw. andere Dialogformate statt. Die 12 Fachvortragssessions beinhalteten insgesamt 52 Vorträge (Grundvorträge und Fachvorträge). Damit leistete die Konferenz einen maßgeblichen Beitrag zur Vernetzung relevanter Akteure sowie zur Sichtbarmachung aktueller Forschungsarbeiten im Bereich nachhaltiger Ernährungs- und Lebensmittelsysteme. Auch die FuEul-Projekte aus NFS waren mit Fachvorträgen und Postern vertreten und konnten ihre Ergebnisse erfolgreich in den wis-

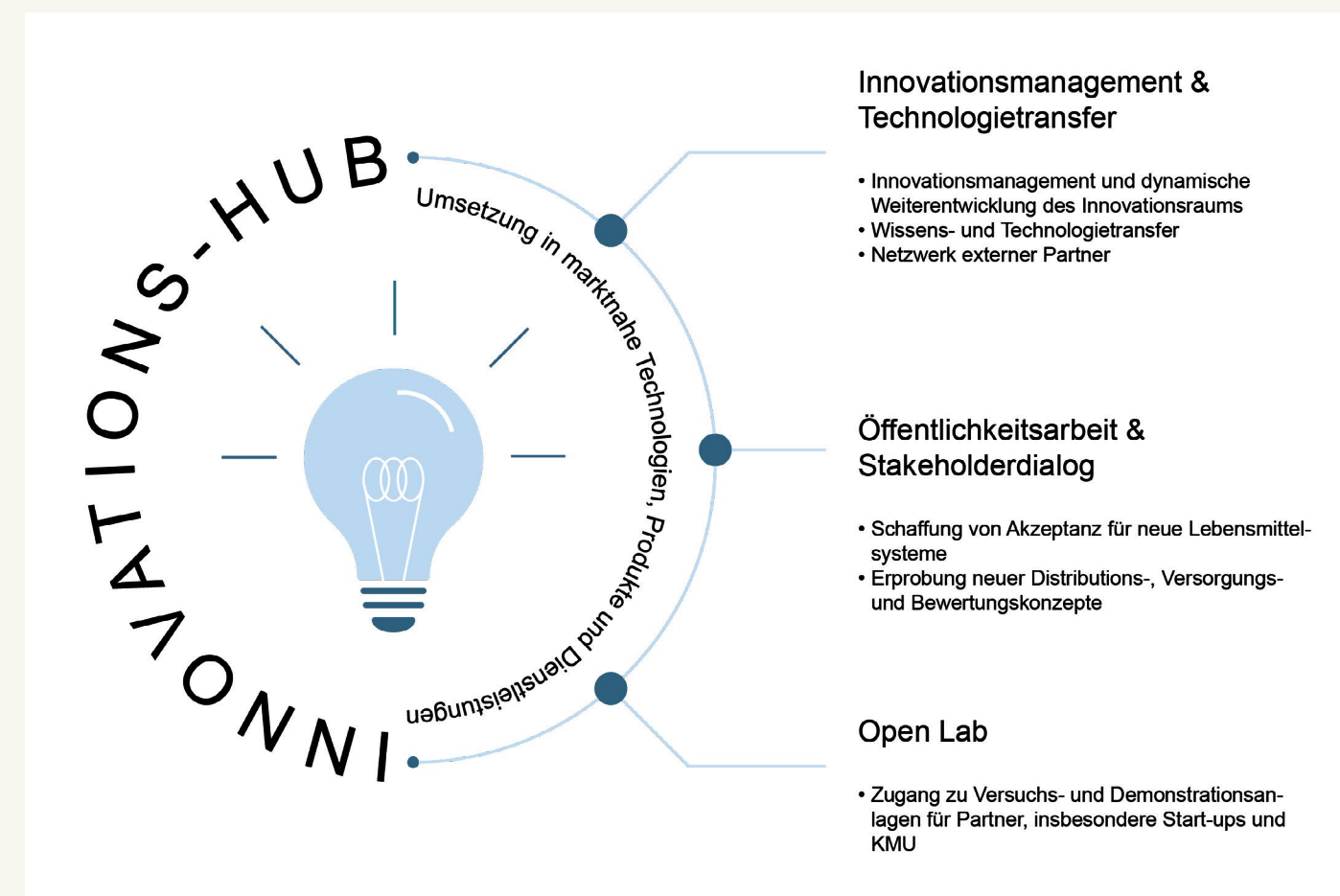
senchaftlichen Diskurs einbringen. Abgerundet wurde die Konferenz mit zahlreichen Netzwerkpausen, einem Get Together und der Abendveranstaltung „Wissenschaft trifft Genuss“.

Entsprechend gewürdigt wurde die Konferenz und ihre Reichweite durch Grußworte aus dem BMFTR (MinDirig Daniel Rudolf) und BMLEH (Videobotschaft von BM Alois Rainer), sowie der Präsidentin des MRI (Prof. Dr. Tanja Schwertle).



Wirtschaftliche Verwertung

NFS verfolgte das Ziel, Lebensmittel unter Nutzung neuer Technologien und Systeme zu entwickeln und in den Markt zu überführen. Dabei waren die stetige Beobachtung des Marktes, der Aufbau geeigneter Verwertungsstrukturen und die Platzierung von neuen Produkten und Verfahren aus den Vorhaben in den Märkten zentrale Elemente der Aktivitäten. Der Innovationsraum hatte hierfür von Beginn an mit dem Innovations-Hub eine entsprechende Struktur zur Durchführung geschaffen.



Anfängliche Konzeption des Innovations-Hub von NFS

Insbesondere mit dem Bereich „Innovationsmanagement und Technologietransfer“ sollte der Hub den Projekten als Ideen-, Ergebnistransfer- und Kommunikationsplattform dienen. Mit dem Sustainable Innovation Process (SIP) wurde in diesem Rahmen ein Innovationsmanagement-System entwickelt, welches auf klassischen Innovationsmanagementprozessen basiert, jedoch im Gegensatz zu diesen ganzheitlicher ausgerichtet ist und bestehende Prozessschritte

um zentrale Nachhaltigkeitsaspekte erweitert. Der SIP und alle dazugehörigen Dokumente (Anhang 3) wurde den Partnern von NFS im Rahmen von Webinaren und Vorträgen vorgestellt und zur Nutzung innerhalb der Projektarbeit angeboten.

Die weitere wirtschaftliche Verwertung wurde mit Unterstützung des Koordinationsteams bereits zu einem frühen Zeitpunkt projektbegleitend initiiert, um die Forschungsergebnisse möglichst effizient in

die Verwertung zu überführen. Fortlaufend wurden individuelle und allgemeine Angebote, wie bspw. die folgenden Webinare, zur Unterstützung der wirtschaftlichen Ergebnisverwertung durchgeführt:

- Novel Food – Zulassung von neuen Lebensmitteln in der EU (15.11.2022)
- Einführung in das Patentrecht (15.12.2022)
- Patente und Recherche (14.03.2024)
- Rechtliche Regelungen rund um alternative Proteine – Novel Food-Verordnung, Kennzeichnung & Bewerbung (11.11.2024)
- Nagoya-Protokoll – Grundlagen, Entwicklungen und Erfahrungen (28.11.2024)
- Statistische Versuchsplanung – Einführung & praktische Anwendung (26.03.2025)
- Ökobilanzierung von Lebensmitteln – Neues aus Forschung und Praxis (24.06.2025)

Patente

In zwei FuEul-Projekten konnten Patente erteilt werden, die in der folgenden Tabelle dargestellt sind.

Tabelle 2: Übersicht zu erzielten Patenten

Projekte	Patent
ALGAE-MODULE 4.0	Verfahren und Vorrichtung zur kontinuierlichen Algenproduktion, DE102023111197, PUEVIT GmbH https://patents.google.com/patent/DE102023111197B4/de
In4Food	Rubus cultivation, WO2026/012604 A1, Symrise AG https://patents.google.com/patent/WO2026012603A1/en

Workshopreihe „Zukunft is(s)t jetzt“

Dem Transfer in die anwendungsorientierte Praxis diene auch die initiierte und abgeschlossene Workshopreihe „Zukunft is(s)t jetzt“, die federführend vom Koordinationsteam konzipiert und zusammen mit der FH Münster im food lab muenster durchgeführt wurde. Ein Ziel der Workshopreihe war es, die Themen von NFS (wie bspw. alternative Proteine und Mikroalgen) in die Umsetzung und gastronomische Praxis zu bringen – sei es in Bäckereien, Metzgereien, Restaurants oder Einrichtungen der Gemeinschaftsver-

pflegung. Dadurch sollte der Transfer der neuen bzw. neuartigen Lebensmittel und Lebensmittelzutaten in den Ernährungsalltag der Menschen gelingen. Die Workshop-Teilnehmer – sprich Expert des Lebensmittelhandwerks und des Kochens – dienten dabei als Multiplikatoren, um die Transformationsprozesse „auf den Teller zu bringen“. Jeder der 2-tägigen Workshops hatte ein anderes Schwerpunktthema. Den Teilnehmern wurde dabei die Möglichkeit geboten, sich intensiv mit den Lebensmitteln und Lebensmittelzutaten auseinanderzusetzen, ihre technologischen Eigenschaften kennenzulernen, verschiedene Rezepturen zu verkosten und sich anschließend eigenständig oder in Teams an neuen Rezepturen auszuprobieren. In begleitenden Vorträgen wurden wissenschaftsbasierte Informationen zu den Rohstoffen und Zutaten von den jeweiligen Partnern im Innovationsraum zur Verfügung gestellt (Konzeptpapier, Anhang 4). Die Workshopreihe umfasste die folgenden Veranstaltungen:

- 27.-28.06.2023: „Hülsenfrüchte mal anders gemacht“ (Pilot-Workshop mit anschließender Evaluation zur Optimierung)
- 14.-15.11.2023: „Hülsenfrüchte mal anders gemacht“
- 04.-05.06.2024: „Die Vielfalt der Algenküche“
- 18.-19.02.2025: „Hanf & Ölsamen – kleine Samen, große Chancen“
- 23.-24.09.2025: „Die Kunst der Fermentation. Zwischen Tradition und Innovation“

Um die Ergebnisse der Workshopreihe „Zukunft is(s)t jetzt“ langfristig nutzbar zu machen, wurde ein Rezeptbuch erstellt, welches eine Auswahl der im Rahmen der Workshops erarbeiteten Rezepturen sowie wichtige theoretische Grundlagen zur Warenkunde und Küchenpraxis enthält (<https://newfood-systems.de/veranstaltungen/workshops-zukunft-isst-jetzt/>).

Darüber hinaus wurde als Abschluss der Zusammenarbeit am 08.12.2025 ein gemeinsames Kinderkochevent für 17 Schulkinder des 5. Jahrgangs der Integrierten Gesamtschule Osnabrück durchgeführt. Im Mittelpunkt standen dabei das gemeinsame Zubereiten verschiedener Rezepturen mit Algen und Hülsenfrüchten, deren anschließende Verkostung sowie eine Blindverkostung im Sensorik-Labor.



Transfer in die Öffentlichkeit

Eine intensive Öffentlichkeitsarbeit begleitete die Aktivitäten im Innovationsraum, adressierte unterschiedliche Zielgruppen und vermittelte Wissen über innovative Ernährungs- und Lebensmittelsysteme und neue bzw. neuartige Lebensmittel sowie ausgewählte Projektergebnisse.

An priorisierter Stelle für eine zielgerichtete Kommunikationsstrategie stand die Erstellung eines Kommunikationskonzepts, um eine längerfristige strategische Ausrichtung der Öffentlichkeitsarbeit festzulegen. Alle im weiteren Verlauf von NFS hinzugekommenen Maßnahmen und Aktivitäten im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit wurden nach Bedarf gemeinsam seitens der Koordination, des Kernteams und des Lenkungsausschusses abgestimmt. Erste Aktivitäten beinhalteten das Erstellen einer Corporate Identity. Im Zuge der Logo-Entwicklung (Wort-Bild-Marke) wurden auch grundsätzliche Corporate-Design-Entscheidungen zugunsten einer entsprechenden Farbwelt getroffen. Im Juli 2020 wurde das Logo für den Innovationsraum im Sinne einer Vereinheitlichung der Schreibweise von „NewFoodSystems“ in Texten und im Logo aktualisiert. Außerdem wurde der Zusatz „Neue Lebensmittelsysteme“ in die Wort-Bild-Marke aufgenommen. Die aktualisierte Logoversion war dann kompakter und ließ sich symmetrischer platzieren.



Logo bis Juni 2020



Logo seit Juli 2020

Um ein einheitliches Erscheinungsbild der Kommunikationsmittel von NFS zu gewährleisten, wurde ein Styleguide erstellt, der die Verwendung von Schrif-

ten, Farben und Gestaltungselementen verbindlich definierte und ein Paket an Vorlagen für Präsentationen, Briefbögen, Visitenkarten etc. beinhaltete. Das in diesem Zuge entstandene Corporate Design für NFS beinhaltete farblich passende Design-Elemente für Social Media, Flyer und alle weiteren Gestaltungen für digitale Medien und Printmedien. Zudem wurde der Slogan „Wir bringen Bioökonomie auf den Teller!“ kreiert, der die Mission von NFS aufgriff und in vielen Zusammenhängen verwendet werden konnte. So auch im Zuge der Produktion von thematisch passenden Giveaways für Veranstaltungen, wie bspw. Obst- und Gemüsebeutel, Kochlöffel, Einkaufswagenchips, Stofftaschen, Lunchboxen und Kinderkochschürzen.



Zu den grundlegenden Arbeiten in der Öffentlichkeitsarbeit zählte das Schaffen von Informationsquellen und das Erstellen von Informationsmaterialien über NFS und seine FuEul-Projekte/ Themen. Dazu zählten u. a. die Folgenden:

Webseite

Seit September 2020 ist die Webseite von NFS (<https://newfoodsystems.de/>) online, wurde fortlaufend aktualisiert und bei Bedarf immer wieder angepasst.

Social-Media-Kanäle

Seit September 2021 ist NFS auf den Social-Media-Plattformen LinkedIn (2.322 Follower², <https://www.linkedin.com/company/newfoodsystems/>) und Instagram (325 Follower², https://www.instagram.com/innovationsraum_newfoodsystems/) vertreten. Der X-Kanal wurde 2023 eingestellt. Über die Kanäle wurden laufend aktuelle Veranstaltungen, Neuigkeiten aus dem Innovationsraum und Informationen zu den FuEul-Projekten geteilt und somit versucht die Reichweite von NFS zu erhöhen.

² Stand: 29.06.2026

Interviewreihe „Im Dialog“

Anfang 2021 entstand die Idee, Partner von NFS im Rahmen von Interviews besser kennenzulernen und dies für die Außendarstellung zu nutzen. Die Interviewreihe wurde durch das Koordinationsbüro geplant und organisiert. NFS-Botschafterin Prof. em. Dr. Hannelore Daniel interviewte eine Reihe von Partnern des Innovationsraums via Videokonferenz, um Außenstehenden Einblicke in die Themen und die Forschung des Innovationsraums zu ermöglichen. Für die Interviewreihe „Im Dialog“ standen sieben Partner aus der Industrie (Robert Despineux, Döhler GmbH; Dr. Alexis Katechakis, fors.earth GmbH; Dr. Hans Füber, Kalle GmbH; Björn Diesenhoff, Lieken Brot- und Backwaren GmbH; Thomas Stuchly, Sunbloom Proteins GmbH; Dr. Jakob Ley, Symrise AG und Dr. Alexander Stephan, VAN HEES GmbH) und acht Partner von Forschungseinrichtungen (Prof. Dr. Stefan Schillberg, Fraunhofer IME; Prof. Dr. Peter Eisner, Fraunhofer IVV; Dr. Daniela Fleckenstein, Fraunhofer IVV; Prof. Dr. Andreas Ulbrich, Hochschule Osnabrück; Prof. Dr. Susanne Baldermann, Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ) e.V.; Prof. Dr. Sabine Kulling, MRI; Dr. Diana Bunzel, MRI; Prof. Dr. Ute Weisz, damals Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn) zur Verfügung. In den Interviews gaben die Partner bspw. Einblicke in die Beweggründe sich NFS anzuschließen, in laufende Projektarbeiten und in die Erwartungen, die sie an NFS haben. Die Interviews sind

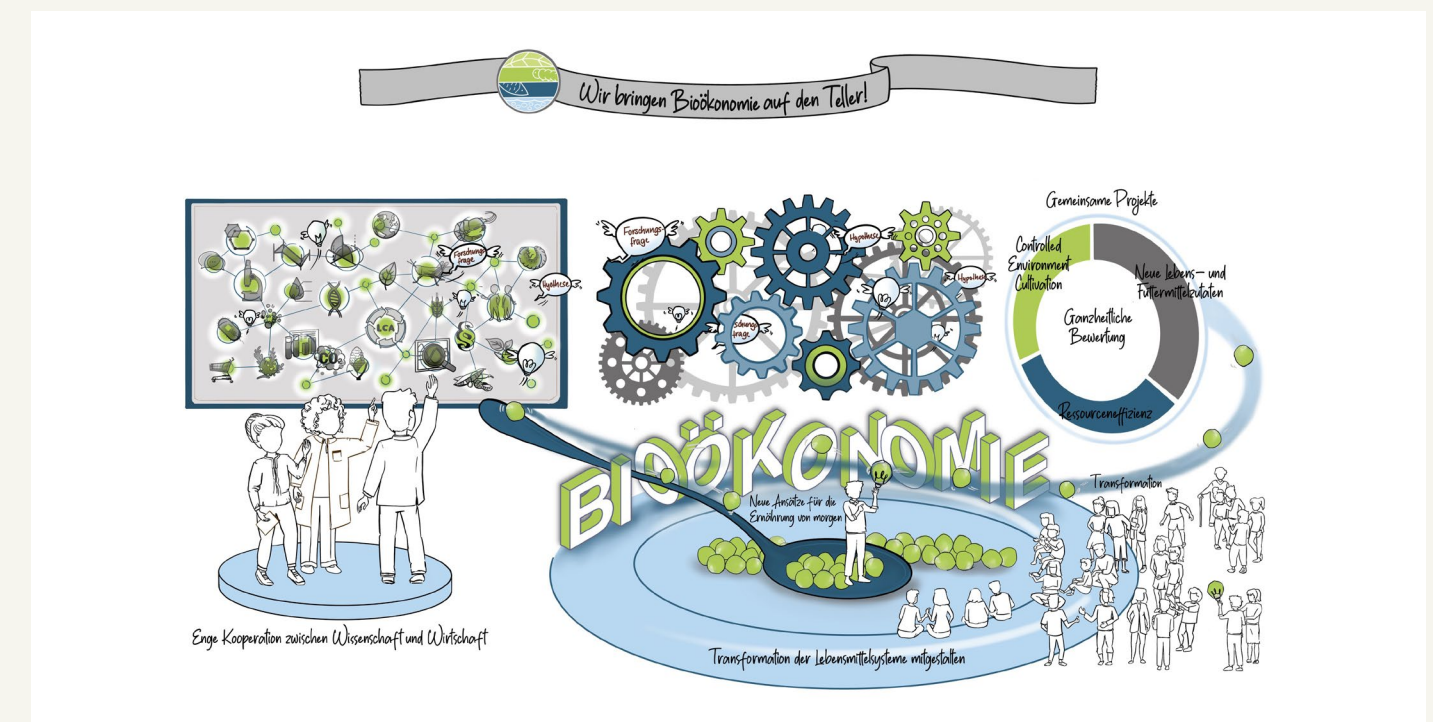
seit Juni 2021 auf der Webseite von NFS verfügbar (<https://newfoodsystems.de/im-dialog/>).

Infofilm

Um zu zeigen, dass der Innovationsraum kein anonymes Forschungsprojekt ist und eine Vielfalt an lebendigen Themen zu bieten hatte, wurde 2022 ein Infofilm über den Innovationsraum erstellt. Dafür fanden im Zeitraum von Juni bis August 2022 Filmaufnahmen bei neun Partnern statt. Vor Ort konnten die vielfältigen Forschungsthemen, Labore und Technika, aber auch Statements der Partner gefilmt werden. Zu finden ist der Film auf der Webseite von NFS (<https://newfoodsystems.de/>). Der Film wurde pünktlich zum „NewFoodSystems Day 2022“ (siehe Zusammenarbeit mit dem Deutschen Museum, S. 94) fertiggestellt, wo er zum ersten Mal der Öffentlichkeit präsentiert wurde.

Strategische Visualisierung

Da die Strukturen (Koordination, Management, etc.) und Inhalte von NFS für Außenstehende relativ komplex wirken konnten, wurde 2022 eine Visualisierung für die Außendarstellung in Auftrag gegeben. Anhand dieser konnte Interessierten auf einfache Weise erklärt werden, was der Innovationsraum macht und welche strukturellen Einheiten dahinterstehen.



Strategische Visualisierung von NFS

Projektflyer und Poster

Zur Unterstützung der Außendarstellung wurde für jedes FuEul-Projekt ein eigener Projektflyer erstellt. Da die Projektinhalte für Außenstehende komplex oder gar abstrakt wirken konnten, wurden für die Außendarstellung auf Veranstaltungen zusätzlich anschaulich gestaltete Informationsposter erstellt. Anhand dieser konnten Interessierte dann leichter nachvollziehen, mit welcher Thematik und Zielsetzung sich die einzelnen Projekte befassen. Beide Materialien wurden auch auf die NFS-Webseite eingestellt und sind somit digital verfügbar.



Veranstaltungen und Sichtbarkeit nach außen

Zu den sehr zahlreichen Veranstaltungen im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit zählen u. a. die Präsenz auf der MS Wissenschaft, auf der VertiFarm, im Rahmen der Bundesgartenschau Mannheim, auf der HANNOVER MESSE und im Deutschen Museum

Nürnberg, welche im Folgenden etwas ausführlicher dargestellt sind.

Präsenz auf der MS Wissenschaft

Die Initiative zur Zusammenarbeit mit der MS Wissenschaft (das schwimmende Science Center) ging vom Fraunhofer IVV aus. Thema der damaligen Ausstellung war beziehungsweise zum Wissenschaftsjahr 2020/21 „Bioökonomie“. In der Ausstellung konnten die folgenden Exponate von Forschungsinstituten und Unternehmen des Konsortiums platziert werden:

- Kultivierung von Organismen in geschlossenen, kontrollierbaren Systemen
 - Exponat 1: Small-Scale Vertical Farm – Plantcube (Agrilution Systems GmbH)
 - Exponat 2: Bild des Fraunhofer OrbiPlant®-Systems (Fraunhofer IME)
 - Exponat 3: Text zum Indoor Farming (in Abstimmung mit dem MRI)
- Neue Lebens- und Futtermittel
 - Exponat 4: Lupinenprodukte (Prolupin GmbH)
 - Exponat 5: Insekten-Pasta (Plumento Foods GmbH)
 - Exponat 6: Fleischersatz-Produkte (endori food GmbH & Co. KG)

Ursprünglich war die Tour der MS Wissenschaft für Juni bis Oktober 2020 in 35 Städten geplant. In Folge der COVID-19-Pandemie wurde der Tourstart verschoben und die Anzahl der Städte gekürzt, sodass die MS Wissenschaft am 30.07.2020 in Münster startete und am 17.10.2020 in Straubing endet. Dabei machte sie Halt an insgesamt 19 Stationen:

- August: Münster, Hamm, Dortmund, Duisburg, Bonn, Köln, Koblenz, Frankfurt
- September: Wiesbaden, Gernsheim, Mannheim, Heidelberg, Aschaffenburg, Wertheim
- Oktober: Würzburg, Bamberg, Regensburg, Straubing

Im Jahr 2021 wurde die Tour daher mit der gleichen Ausstellung fortgesetzt. Die Tour der MS Wissenschaft startete dabei am 05.06.2021 in Hamburg, endete am 26.10.2021 in Nürnberg und machte währenddessen an insgesamt 31 Stationen in Deutschland und Österreich Halt:

- Juni: Hamburg, Glückstadt, Rendsburg, Kiel,

Hildesheim

- Juli: Hannover, Minden, Nienburg, Bremerhaven, Bremen, Oldenburg, Emden
- August: Leer, Meppen, Oberhausen, Krefeld-Uerdingen, Düsseldorf, Monheim, Wesseling
- September: Königswinter, Andernach, Bingen, Mainz, Schweinfurt, Deggendorf, Linz
- Oktober: Krems, Tulln, Wien, Passau, Nürnberg



Stand auf der VertiFarm

Vom 27.-29.09.2022 fand zum ersten Mal die VertiFarm (International trade fair for next level farming and new food systems) in Dortmund statt. NFS trat mit einem informativen und sehr gut besuchten Messestand auf, auf dem u. a. verschiedene Exponate aus Forschungsprojekten ausgestellt wurden:

- „Nachhaltige Proteinzutaten“: Verschiedene Rohstoffe sowie deren Proteinisolate, -konzentrate und -extrudate

- „In4Food“: Lichtregal des MRI zum Thema Vertical Farming
- „SustainVanil“: CEA-System der Hochschule Osnabrück mit Vanillepflanzen

Zudem fand seitens NFS ein Workshop zum Thema alternative Proteine (inkl. Verkostungsaktion), der von Prof. Dr. Ute Weisz geleitet wurde. Prof. Dr. Hannelore Daniel hielt eine Keynote auf dem angegliederten Summit der Association for Vertical Farming. NFS-Partner Dr. Benedikt Jahnke von der Universität Kassel und Marcel Lieber von der Essento Insect Food GmbH führten am dritten Messtag im Rahmen des Projektes „Pr:Ins – Ganzheitliche Bewertung“ eine Verkostung der Insektenprodukte inklusive Besucherbefragung durch.



Ein Meilenstein in den Aktivitäten zur Öffentlichkeitsarbeit war die Präsenz von NFS auf der Bundesgartenschau (BUGA) 2023 in Mannheim. Die BUGA 2023 hatte sich zum Ziel gesetzt, die nachhaltigste BUGA aller Zeiten zu werden. Neben attraktiven Blumen-schauen und Gartenlandschaften standen Umwelt- und Klimaschutz, ressourcenschonende Energiegewinnung und nachhaltige Nahrungsmittelsicherung im Fokus der Ausstellungen und Events. Aus diesem Grund hatte sich NFS zusammen mit seinen Partnern dazu entschlossen, sich an der BUGA zu beteiligen und präsentierte dort unter dem Titel „Unsere Lebensmittelsysteme im Wandel der Bioökonomie“ den Besuchern vom 14.04.-08.10.2023 spannende Einblicke in die Praxis und Forschung zu innovativen Bioökonomie-Themen von NFS und darüber hinaus.

Die Ausstellungsfläche des Innovationsraums befand sich in der U-Halle auf dem Konversionsareal Spinelli. Dort wurde die Ausstellungsfläche in drei Bereiche eingeteilt: eine Dauerausstellungsfläche, das „Schaufenster in die Forschung“ und das „Schaufenster in die Praxis“. Auf der Dauerausstellungsfläche gab es Informationsstationen zu den Themen „Gesunde Böden“, „Pflanzliche Proteine“, „Insekten für Teller und Trog“ und „Multitalente Mikroalgen“, sowie einen Photobioreaktor-Demonstrator, ein Vertical Farming System, Infosäulen zu den Themen 3D-Lebensmittel-druck, Pilzmyzel für Verpackungsmaterial und Pflanzenfasern für Verpackungsmaterial. In der Mitte der Ausstellungsfläche stand ein großer Esstisch mit Sitzmöglichkeiten. Auf dem Tisch wurden acht Lebensmittel bzw. Getränke ausgestellt, die bereits auf dem Markt erhältlich waren:

- Vegetarische Fischstäbchen (endori food GmbH & Co. KG)
- Paprika Insect Snack (Essento Insect Food AG)
- Beetroot Cracker (holiroots GmbH)
- Pflanzliche Jogurthalternative aus Süßlupinen (Prolupin GmbH)
- Vegane Mühlen Frikadellen (Rügenwalder Mühle Carl Müller GmbH & Co. KG)
- Spoonie Choc/ essbare Löffel (Spoonainable GmbH)
- Spirulina-Smoothie (true fruits GmbH)
- Shoyu-Sojasauce (Walding Foods)

Den Besuchern sollte so vermittelt werden, dass die Themen rundherum keine reinen Forschungs- oder

Zukunftsthemen sind, sondern zum Teil in eben diesen Formen auch schon heute verfügbar sind. Informationsaufsteller zu den einzelnen Produkten stellten hier die entsprechenden Bezüge her. Zudem konnten sich die Besucher an einer Installation über die Sustainable Development Goals (SDGs) informieren und erfahren, wie Bioökonomie auf unterschiedlichen Wegen zur Erreichung der einzelnen SDGs beitragen kann. Abgerundet wurde der Bereich der Dauerausstellung mit Bodenaufklebern, die mit einer präzisen Definition und vier verschiedenen Narrativen über das Thema Bioökonomie informierten.



Im „Schaufenster in die Forschung“ präsentierten sich über den Zeitraum der BUGA im 1- bis 2-wöchigen Turnus acht FuEul-Projekte des Innovationsraums sowie drei externe Forschungsprojekte. Dafür wurden die Inhalte der Projekte zielgruppenspezifisch für die Besucher aufbereitet und so tiefergehende Einblicke in die zum Teil komplexen Themen ermöglicht.

Im „Schaufenster in die Praxis“ stellten sich ebenfalls im 1- bis 2-wöchigen Turnus insgesamt 15 verschiedene Start-ups und etablierte Unternehmen vor, die Einblicke in das vielfältige Wirtschaftsfeld der Bioökonomie gaben. Darunter fanden sich unterschiedlichste Geschäftsfelder und Produktinnovationen wie organische Düngemittel, Verpackungen oder verschiedene Lebensmittel. Die Besucher konnten sich über die Produkte informieren, Lebensmittel verkosten oder an Befragungen teilnehmen.

Am zentral platzierten Informationstresen des Standes lagen zudem durchgängig Flyer zu NFS und zu den FuEul-Projekten aus. Hilfskräfte betreuten die Standfläche, informierten die Besucher und verteilten Giveaways des Innovationsraums.

Zusätzlich wurden auf dem BUGA-Gelände (Campus-Pavillon) zwei Veranstaltungen von NFS durchgeführt. Am 08.09.2023 fand am frühen Abend eine Podiumsdiskussion mit dem Titel „Neue Lebensmittel auf dem Teller: Was erwartet uns?“ statt. Hier sprachen unsere NFS-Experten aus Forschung und Industrie (Prof. Dr. Sabine Kulling, Prof. em. Dr. Hannelore Daniel, Prof. Dr. Peter Eisner, Prof. em. Dr. Ulrich Hamm und Dr. Alexander Stephan) gemeinsam mit dem ehemaligen parlamentarischen Staatssekretär Dr. Jens Brandenburg aus dem BMFTR über Themen wie Bioökonomie, neue Lebensmittel und zukünftige Produktionsweisen. Im Anschluss an die Diskussion gab es für die Besucher eine Verkostung neuer Lebensmittel wie Insekten, Joghurt-, Käse-, Wurst- und Fleischalternativen.

Zudem beteiligte sich NFS am 13.09.2023 an der BUGA-Veranstaltungsreihe „Lunch Talk“. Während der Veranstaltung unter dem Titel „Klein aber fein – Speiseinsekten auf unseren Tellern“ sprachen die beiden NFS-Partner Essento-Gründer Christian Bärtsch und Dr. Benedikt Jahnke von der Universität Kassel mit den Besuchern u. a. über die Akzeptanz von insektenbasierten Lebensmitteln in Deutschland und Europa. Im Anschluss an die Vorträge und Diskussion gab es für die Besucher die Möglichkeit Insekten-

Burgerpatties zu verkosten.

Insgesamt haben an den 178 Tagen über 2,2 Millionen Menschen die BUGA besucht. Das bedeutet eine überaus positive Bilanz, was die Sichtbarkeit von NFS und den Themen rund um Bioökonomie sowie Ernährungs- und Lebensmittelsysteme nach außen betrifft.



Schaufenster Bioökonomie auf der HANNOVER MESSE

Der Einladung des Projektträgers Jülich (PtJ) folgend beteiligte sich NFS vom 22.-26.04.2024 an dem Gemeinschaftsstand „Schaufenster Bioökonomie“ auf der HANNOVER MESSE 2024 mit mehreren Ausstellungsstücken. Darunter:

- Lichtregal zur Indoor Kultivierung (Vertical Farming) von Aromapflanzen
- Exponat zur Kultivierung von Vanille
- Exponat zu alternativen Proteinen
- Exponate zu innovativen pflanzenbasierten Hüllmaterialien

Während ihres Rundgangs auf der HANNOVER MESSE 2024 stattete auch die ehemalige Ministerin des BMFTR, Bettina Stark-Watzinger, dem „Schaufenster Bioökonomie“ einen Besuch ab. NFS wurde dabei die Möglichkeit geboten ihr die spannenden Themen des Innovationsraums anhand ausgewählter FuEul-Projekte kurz vorzustellen.



Zusammenarbeit mit dem Deutschen Museum

Eine weitere im Bereich der Öffentlichkeitsarbeit hervorzuhebende Maßnahme ist die Zusammenarbeit mit dem Deutschen Museum Nürnberg – dem Zukunftsmuseum. Nach Pandemie-bedingter Verzögerung konnte das Deutsche Museum Nürnberg am 17.09.2021 offiziell seine Eröffnung feiern. Der Innovationsraum leistete dabei einen Beitrag zur Gestaltung des Dauerausstellungsbereichs „System Erde“: Mit den zwei realisierten interaktiven Stationen „Aufgefischt“ und „Vertical Farming“ werden Möglichkeiten und Strategien für die Ernährung der Zukunft präsentiert (siehe Projekt „Ernährungsinnovationen“, S. 76).

Ende 2021 begannen die gemeinsamen Arbeiten zur Gestaltung eines interaktiven Programmformats - dem „NewFoodSystems Day“. Dieser fand am 24.09.2022 im und vor dem Deutschen Museum Nürnberg statt. An der Ausgestaltung der einzelnen Beiträge beteiligten sich zahlreiche Partner des Konsortiums. Der „NewFoodSystems Day“ fand zudem unter der Schirmherrschaft des Bayerischen Ministerpräsidenten Dr. Markus Söder statt. Neben zahlreichen Verkostungsmöglichkeiten auf dem Vorplatz (z. B. Frozen Joghurt auf Basis von Lupinen, veganen Weißwürsten, Insekten und Fleischalternativen auf Erbsenbasis) fanden im Museum Workshops zu den Themen Mikrobiologie, Vertical Farming und alternativen Proteinen statt. Zudem gab es informative und interaktive Stände zu den FuEul-Projekten von NFS, Kurzvorträge, einen Start-up Pitch-Wettbewerb, eine Kunstaussstellung und vieles mehr. Der Tag bot so zahlreiche Möglichkeiten in den direkten Dialog mit Besuchergruppen (Teilöffentlichkeiten) zu treten und diese über bisher entwickelte Technologien oder neue Erkenntnisse aus den FuEul-Projekten zu informieren. Abgeschlossen wurde der Tag mit einer Abendveranstaltung (moderiert von Christiane Greife, ZEIT), die einen Vortrag von Hanni Rützler (Foodtrendforscherin, Zukunftsinstitut) und eine anschließende Podiumsdiskussion (mit Hanni Rützler, Prof. em. Hannelore Daniel, Prof. Dr. Franz-Theo Gottwald und Prof. Dr. Gunther Hirschfelder) umfasste. Die Abendveranstaltung wurde zusätzlich in einem Livestream auf dem YouTube-Kanal des Deutschen Museums übertragen.

Aufgrund des großen Erfolgs wurde ein zweiter „NewFoodSystems Day“ geplant, der am 28.09.2024 im und vor dem Deutschen Museum Nürnberg realisiert wurde. Bei der Ausgestaltung der einzelnen

Programmpunkte beteiligten sich, wie auch beim ersten Aktionstag, wieder zahlreiche Partner des Konsortiums sowie externe Start-ups. Neben zahlreichen Verkostungsmöglichkeiten auf dem Vorplatz (z. B. veganes Eis mit Spirulina in verschiedenen Sorten, Insektensnacks, Fleisch- und Wurstalternativen auf Basis von Weizen- und Hanfprotein, Backwaren mit Kaffeeöl oder pflanzliche Käsealternativen aus Bio-Fababohnen) fanden im Museum Workshops zu den Themen Mikrobiologie, Pilze, alternative Proteine und Mikroalgen statt, es gab informative und interaktive Stände zu den FuEul-Projekten von NFS, eine

Vortragsreihe „Im Spotlight“ und vieles mehr.

Ein weiterer Bestandteil der Zusammenarbeit mit dem Deutschen Museum war die Planung und Ausgestaltung einer Sonderausstellung zu den Themen von NFS (siehe Projekt „EDiBLE“, S. 80). Die Ausstellung „Essen neu denken. NewFoodSystems“ wurde am 08.07.2025 feierlich eröffnet. Dr. Leonie Fink vertrat am Eröffnungstag die Koordination von NFS und stellte im Rahmen der Abendveranstaltung und dem vorherigen Pressegespräch den Innovationsraum vor.



Öffentliche Auftritte auf externen Veranstaltungen

Eine besondere Rolle in der Öffentlichkeitsarbeit nahm auch die Zusammenarbeit mit Prof. em. Dr. Hannelore Daniel ein, die als Botschafterin des Innovationsraums insbesondere für die Sichtbarkeit nach außen und die Vernetzung des Innovationsraums aktiv war. Neben Prof. em. Dr. Hannelore Daniel repräsentierten auch die beiden Koordinatorinnen Prof. Dr. Sabine Kulling und Prof. Dr. Ute Weisz NFS aktiv auf diversen Veranstaltungen. Zudem gab es weitere Akteure aus dem Konsortium, die NFS bei Kongressen, Tagungen und anderen Veranstaltungen nach außen vertraten. Einige dieser Auftritte sind nachfolgend aufgeführt:

- Prof. Dr. Hannelore Daniel hat am 06.09.2019 auf dem Symposium „Industrielle Zelltechnik“ NFS im Rahmen ihres Vortrags „Zukunft der Ernährung“ in Lübeck vorgestellt.
- Dr. Diana Bunzel hat in Frankfurt am 10.09.2019 auf der Veranstaltung „Zukunftskantine – Was essen wir 2040?“, die im Rahmen Klimagourmet-Woche Frankfurt und des BMFTR-geförderten Projekts „BioKompass“ organisiert wurde, den Innovationsraum vorgestellt.
- Prof. Dr. Hannelore Daniel hat NFS am 05.10.2019 auf der Anuga Horizon 2050 im Block „Sustainable Environment – Better Food for a Better World“ in ihrem Vortrag „Food and Nutrition in the Framework of Bioeconomy“ vorgestellt.
- Am 01.10.2020 fand der Fraunhofer Bioökonomie-Tag unter dem Titel „Bioökonomie und nachhaltige Produktionssysteme“ organisiert vom Fraunhofer Life Science Verbund statt, bei dem Prof. Dr. Ute Weisz den Innovationsraum NFS und das Projekt „Nachhaltige Proteinzutaten“ vorgestellt hat.
- Prof. em. Dr. Hannelore Daniel präsentierte am 03.03.2021 den Innovationsraum im Rahmen eines Workshops bei der diesjährigen PIUS-Länderkonferenz (online), einer Netzwerkonferenz zu Ressourceneffizienz und Produktionsintegrierter Umweltschutz.
- Prof. Dr. Peter Eisner und Dr. Daniela Fleckenstein nahmen am 16.07.2021 an dem Auftakttreffen Ökosystem AgriFood Großraum München teil und stellten dort NFS vor.
- Am 28.07.2021 nahm Prof. Dr. Sabine Kulling an einem Webinar zur Forschungsk Kooperation

zwischen Deutschland und Singapur zum Thema Urban Farming teil, welches von der Deutschen Botschaft Singapur und A*STAR organisiert wurde. Hier stellte sie den Status-quo zur Vertical Farming-Forschung in Deutschland und den Innovationsraum vor.

- Vom 14.-16.09.2021 fand die jährliche Sitzung der IVLV-Arbeitsgruppe „Pflanzliche Lebensmittel“ unter dem Titel „FREISINGER TAGE: Pflanzliche Lebensmittel 2021“ statt. Die Veranstaltung richtet sich an Unternehmen aus dem Bereich der pflanzlichen Proteine, veganer und vegetarischer Lebensmittel. Prof. Dr. Peter Eisner hat in seiner Einführungsrede am 14.09.2021 den Innovationsraum vorgestellt. Prof. Dr. Ute Weisz hielt am 15.09.2021 einen Vortrag mit dem Titel „Innovationsraum NewFoodSystems – Entwicklung einer Proteindatenbank“.
- Das 12. HEF Symposium „The Limits of Food Production – Vertical Farming“ am 23. & 24.09.2021 fand an der TU München statt. Zwei Partner des Innovationsraums (das Fraunhofer IME und die Association for Vertical Farming) haben dort Vorträge zum Thema Vertical Farming gehalten und den Innovationsraum bzw. das Projekt „In4Food“ erwähnt. Für das HEF-Symposium wurde eigens ein Flyer im Postkartenformat entwickelt, der auf der Vorderseite Informationen zu NFS und auf der Rückseite zum Projekt „In4Food“ bietet. Dieser Flyer wurde in die Tagungsunterlagen der Teilnehmer gelegt.
- Im September 2021 wurde Prof. Dr. Ute Weisz im Rahmen einer Multimedia-Story zum Thema „Lebensmittel der Zukunft“ auf der Informationsplattform bioökonomie.de u. a. zum Projekt „Nachhaltige Proteinzutaten“ interviewt und repräsentierte dies in der Episode „PflanzenFleisch“. Die gesamte Multimedia-Story ist unter folgendem Link zu finden: <https://bio-oekonomie.pageflow.io/lebensmittel-der-zukunft#305844>.



- Das Jahr 2022 begann mit einer Webinarreihe der vier Innovationsräume, die am 26.01.2022, 09.02.2022, 23.03.2022, 09.03.2022 und 23.03.2022 stattfanden. Hier waren neben Prof. Dr. Sabine Kulling und Prof. em. Dr. Hannelore Daniel auch zahlreiche weitere Partner von NFS involviert.
- Prof. Dr. Sabine Kulling und Dr. Alexander Stephan (ehemals VAN HEES GmbH) hielten am 17.03.2022 einen gemeinsamen Vortrag über NFS und das Projekt „Proteinschichten“ während des von BIO.NRW organisierten Webinars „Food Innovations with Biotech“.
- Am 10.05.2022 fand das FONA-Forum „Mit grünen Innovationen in die Zukunft“ des BMFTR statt. NFS war Gastgeber der Transfer Session „Markt und Verbraucher mitnehmen: Gemeinsam die Ernährung von morgen gestalten!“. Die Session wurde durch den ehemaligen parlamentarischen Staatssekretär Dr. Thomas Sattelberger eröffnet. Prof. Dr. Sabine Kulling hielt einen Impulsvortrag über den Innovationsraum. Im Anschluss daran fand eine Podiumsdiskussion mit Prof. Dr. Sabine Kulling, Prof. em. Dr. Hannelore Daniel, Prof. Dr. Gunther Hirschfelder (Universität Regensburg) und Dr. Jörg Kowalczyk (Südzucker AG) statt. Moderiert wurde die Session von Dr. Alexis Katechakis (fors.earth GmbH).
- Prof. Dr. Ute Weisz informierte im Rahmen der Bonner Wissenschaftsnacht vom 12.-13.05.2022 die Besucher über NFS und bot mit ihrem Team Mitmachaktionen zum Thema alternative Proteine an.
- Dr. Susanne Gola vom Fraunhofer IVV informierte die Besucher während der IFFA – Internationale Leitmesse – Technology for Meat and Alternative Proteins vom 14.-19.05.2022 über NFS.
- Prof. Dr. Ute Weisz und Dr. Leonie Fink nahmen am 09.06.2022 am BZfE Foodie Café des Bundeszentrums für Ernährung teil und stellten den Teilnehmern den Innovationsraum vor.
- Am 10.11.2022 fand der Smart Proteins Summit in Frankfurt am Main statt. Seitens NFS hat Prof. em. Dr. Hannelore Daniel einen Vortrag zum Thema „Planetare Ernährungsziele zwischen Nährstoff-Bedarfen und Nachhaltigkeit“ gehalten und den Innovationsraum vor Ort vertreten.
- Platzierung von NFS im Bioökonomie-Adventskalender 2022 auf der Informationsplattform

bioökonomie.de mit dem Beitrag „Indoor Vanille – Nachhaltige Kipferl backen“.

- Prof. Dr. Sabine Kulling war am 14.02.2023 zum Statusseminar des Forschungsverbundes food4future eingeladen und stellte die Themen des Innovationsraumes im Rahmen des Keynote-Vortrages „Neue Lebensmittelsysteme, neue Herausforderungen“ vor.
- Prof. Dr. Sabine Kulling, Prof. Dr. Ute Weisz, Dr. Susanne Gola (Fraunhofer IVV) und Dr.-Ing. Lara Eitzbach waren am 16.03.2023 Gastgeberinnen des Minisymposiums „Innovationsraum NewFoodSystems“, welches im Rahmen des 60. Wissenschaftlichen Kongresses der DGE in Bonn stattfand.



- Am 04.05.2023 waren Dr.-Ing. Lara Eitzbach und Dr. Leonie Fink auf dem BIOTEXFUTURE Spring Forum in Aachen zu Gast und haben den Innovationsraum dort präsentiert und vertreten.
- Prof. Dr. Ute Weisz nahm am 09.05.2023 an der UFOP-Fachkommission Humanernährung teil und vertrat NFS durch einen Vortrag nach außen.
- Am 11.05.2023 fand der BioEconomy-Business Treff „Vom Bioreaktor auf den Tisch – Nahrungsmittelproduktion der Zukunft aus Mitteldeutschland“ bei der PUEVIT GmbH in Dresden statt. NFS wurde durch den Gastgeber Gunnar Mühlstädt (PUEVIT GmbH), Dr.-Ing. Felix Krjatz (Technische Universität Dresden) und Rechtsanwalt Christian Ballke von der Kanzlei Meisterernst vertreten. Die Teilnehmer wurden u. a. über das komplexe Thema „Novel Food Zulassung“ informiert.
- Am 03.06.2023 stellte Prof. em. Dr. Hannelore Daniel auf der Dreiländertagung „Ernährungstherapie ohne Grenzen“ in Bregenz in einem

eingeladenen Vortrag zu alternativen Proteinen auch den Innovationsraum vor.

- Am 12.07.2023 stellte Prof. Dr. Sabine Kulling im Rahmen eines Impulsvortrages die Projekte von NFS beim Forschertag der Adalbert Raps-Stiftung in Bayreuth vor.
- Vom 19.-22.09.2023 nahm Prof. Dr. Ute Weisz am „The 9th Chemical Sciences and Society Summit,“ in Tokyo teil und präsentierte dort den Innovationsraum. Im Anschluss der Tagung wurde Frau Weisz von Frau Prof. Haruko Takeyama eingeladen, NFS auch auf der „Global Sustainable Food Supply Conference“ am 13.12.2023 in Brüssel vorzustellen (organisiert durch das Waseda University Brussels Office).
- Prof. Dr. Sabine Kulling nahm auf Einladung von Prof. Dr. Monika Schreiner, Koordinatorin Agrarsysteme der Zukunft, an der Paneldiskussion „FOODture (retro)perspectives in the context of the bioeconomy“ auf der Konferenz „Agricultural Systems of the Future Summit 2023 – Transformations towards sustainability“, 27.-28.09.2023 in Berlin teil und brachte hier die Positionen des Innovationsraums ein.
- Prof. Dr. Ute Weisz präsentierte am 10.10.2023 NFS auf dem „42. Dialog Lebensmittel“ der Deutschen Lebensmittelwirtschaft in Berlin.
- Am 12.10.2023 fand in Freising an der TU München das HEF AgriScience Symposium mit dem Titel „Die Welt braucht neue Proteine – Innovationen in den Agrarwissenschaften entdecken“ statt. Hier präsentierte Prof. Dr. Ute Weisz neben dem Projekt „Nachhaltige Proteinzutaten“ auch den Innovationsraum als Ganzes und Prof. Dr. Hannelore Daniel nahm die NFS-Thematik in ihrem Vortrag „Wie alternativ sind alternative Proteine“ auf.
- Am 20.11.2023 nahm Prof. Dr. Sabine Kulling am 7. Bioökonomietag des Ministeriums für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz im Schloss Hohenheim teil. In ihrer Rolle als Moderation des Themenraums „Lebensmittel- und Ernährungssysteme“ sowie Expertin in der Gesprächsrunde zu den Zukunftspotenzialen der Bioökonomie in Baden-Württemberg brachte sie auch die Arbeiten innerhalb des Innovationsraums ein.
- Prof. Dr. Sabine Kulling nahm vom 04.-05.12.2023 am „Bioökonomieforum 2023 – Veränderung gestalten 2023!“ des Bioöko-

nomierates der Bundesregierung in Berlin teil. Hier wurde sie für die Podiumsdiskussion zum Thema „Nachhaltige biotechnische Innovationen als Beitrag zum Klimaschutz“ und zur Speakers Corner „Ernährung“ eingeladen. Da bei repräsentierte sie auch den Innovationsraum nach außen.



- Vom 23.-26.01.2024 fand die 40. Internationale Pflanzenmesse IPM ESSEN (die Weltleitmesse des Gartenbaus) statt. NFS-Partner DH Licht vertrat hier das NFS-Projekt „ALGAE-MODULE 4.0“.
- Am 31.01.2024 fanden die Zukunftstage: Pflanzliche Lebensmittel des Fraunhofer IVV statt. Im Rahmen dieser Veranstaltung vertraten Dr.-Ing. Lara Etzbach (TU München) und Daria Wohlt (Fraunhofer IVV) NFS und hielten einen Vortrag zum Thema „Kombination von Proteinzutaten – Auswirkungen auf die Funktionalität“. Der Fokus lag dabei auf dem NFS-Projekt „Nachhaltige Proteinzutaten“.
- Prof. Dr. Ute Weisz stellte am 19.02.2024 im Rahmen der online-Sitzung des wissenschaftlichen Beirats der GFPI in ihrem Vortrag „Perspektiven der Lebensmittelwirtschaft an eine pflanzenbasierte Ernährung: Anforderungen an Pflanzenzüchtung und Lebensmittelwirtschaft“ auch NFS vor.
- Am 07.03.2024 fand der NFS-Workshop „Kontroversen in neuen Lebensmittelsystemen – Welche Ansätze sind zukunftsfähig?“ in Kooperation mit Prof. Dr. Carola Strassner (FH Münster) und Dr. Alexander Beck (Assoziation ökologischer Lebensmittelherstellerinnen und -hersteller e. V.) im Rahmen der 17. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau in Gießen statt. Hier wurde NFS von Prof. Dr. Sabine Kulling und

Prof. Dr. Ute Weisz vertreten.



- Am 11.04.2024 fand in Berlin die Stakeholder-Anhörung „Alternative Proteine, Vom Feld bis auf den Teller: Wie Pflanzenproteine Ernährung und Landwirtschaft transformieren“ statt. Prof. Dr. Ute Weisz stellte hier NFS im Kontext des Wissenstransfers vor.
- Am 16.04.2024 fand das DSM-Firmenich Forum in Hamburg statt. Prof. em. Dr. Hannelore Daniel vertrat dort NFS und hielt den Vortrag „Ernährungstransformation: Wünsche und Wahrheiten“.
- Prof. Dr. Ute Weisz repräsentierte den Innovationsraum am 18.04.2024 auf der Konferenz „From Feed Ingredient to Food Ingredient: Exploring the Potential and Challenges of Plant Proteins in Functional Food Production“ in Kopenhagen.
- Vom 14.-16.05.2024 fand die internationale Konferenz INSECTA 2024 am ILB-Potsdam und Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V. (ATB) statt. NFS-Partner Dr. Christian Lambertz und Dr. Christoph Sandrock vom FiBL stellten dabei Ergebnisse aus dem NFS-Projekt „reKult4Food“ vor. Berlanti Puteri, wissenschaftliche Mitarbeiterin im Projekt „Pr:Ins – Ganzheitliche Bewertung“ an der Universität Kassel gewann für ihren Vortrag über die Ergebnisse der Verbraucherstudie den Preis „BEST ORAL PRESENTATION VDI-AWARD“.
- Am 28.05.2024 nahmen Prof. Dr. Sabine Kulling und Prof. em. Dr. Hannelore Daniel am 19. Heidelberger Kamingespräch der Dr. Rainer Wild-Stiftung teil. Im Dialog berichteten beide dabei auch von den Projekten und Zielen des

Innovationsraums und über mögliche Optionen und Szenarien für die Ernährung der Zukunft.



- Prof. em. Dr. Hannelore Daniel hielt am 04.06.2024 bei den 29. Hülseberger Gespräche – Ökosystemleistungen der landwirtschaftlichen Nutztierhaltung in Hamburg einen Vortrag zum Thema „Alternative Proteine: Technische Möglichkeiten und Ressourcenanforderungen“ und gab dabei auch Ausblicke auf die Forschungsthemen in NFS.
- Am 11.06.2024 hielt Prof. em. Dr. Hannelore Daniel den Vortrag „New Food systems Chances, changes, circumstances“ auf den DIL Technology Days in Quakenbrück. Hierbei stellte Sie auch den Innovationsraum vor.
- Am 12.06.2024 vertraten NFS-Partner der TU München den Innovationsraum beim Sustainability Day der TU München. Hierbei wurden den Besuchern Inhalte aus den Projekten „Nachhaltige Proteinzutaten“, „Hemp4Food“ und „PERFEG-MEAT“ vorgestellt.
- Prof. em. Dr. Hannelore Daniel nahm am 27.06.2024 an der Auftaktveranstaltung des Cross-Cluster-Projektes „Bottlenecks of Novel Foods“ in München teil. Dabei repräsentierte sie den Innovationsraum in ihrem Vortrag zum Thema „Neuartige Lebensmittel zwischen Unbedenklichkeit und Nachhaltigkeit“.
- Dr.-Ing. Lara Etzbach nahm am 24.07.2024 am Eiweißpflanzenstrategie-Workshop „Leguminosen in der Humanernährung“ des Thünen-Institut teil. Hierbei stellte sie im Rahmen ihres Vortrags „Proteine aus Leguminosen als funktionelle Zutat für die Lebensmittelproduktion“ NFS

im Kontext des Wissenstransfers und der Öffentlichkeitsarbeit vor.

- Am 19.09.2024 nahm Prof. Dr. Sabine Kulling am 5. Internationalen Bioökonomiekongress Baden-Württemberg in Stuttgart-Fellbach als eingeladene Expertin an der Panel-Diskussion „Bioökonomie als Innovationsmotor für den Ländlichen Raum“ teil und vertrat dabei auch NFS.
- Am 25.09.2024 hielt Prof. em. Dr. Hannelore Daniel bei der Tagesspiegel Expertenrunde „Zu Tisch für...New Food“ in Berlin eine Keynote mit dem Titel „Brauchen wir New Food – und wenn ja, warum?“ und repräsentierte dabei auch NFS nach außen.
- Prof. Dr. Ute Weisz nahm am 11.10.2024 an der Weihenstephaner Milchwissenschaftlichen Herbsttagung „Von der Futtermittelzutat zur Lebensmittelzutat: Herausforderungen von Pflanzenproteinen für die Herstellung funktionaler Lebensmittel“ teil und stellte NFS und die Datenbank aus dem Projekt „Nachhaltige Proteinzutaten“ vor.
- Am 12.-13.11.2024 nahm Dr. Leonie Fink am Workshop „Wissenstransfer im Bereich der Eiweißpflanzen“ des Thünen-Instituts in Kassel teil und teilte dabei die Erfahrungen des Innovationsraums. Der Workshop fand im Rahmen des Projekts „Erstellung und Ableitung von Empfehlungen zur Weiterentwicklung der Eiweißpflanzenstrategie des BMEL“ statt.
- Das Projekt „PERFEG-MEAT“ wurde im Rahmen der 38th European Federation of Food Science and Technology (EFFoST) Konferenz vom 12.-14.11.2024 in Form eines Posterbeitrages vorgestellt.
- Dr.-Ing. Felix Krujatz nahm am 13.-14.11.2024 an der AgriNext 2024 in Dubai teil. In einer Stand-Alone-Session stellte er innovative Konzepte zur Zukunft der Landwirtschaft vor, wobei Forschungsergebnisse aus den NFS-Projekten „ALGAE-MODULE 4.0“ und „ENABLE“ einflossen. Dr.-Ing. Felix Krujatz und sein Team wurden außerdem mit dem AgriNext Award 2024 in der Kategorie „Excellence in Agriculture - Leaders - Agricultural Research Dissemination“ ausgezeichnet.
- Im Rahmen des 62. Wissenschaftlichen Kongresses der DGE, der vom 12.-14.03.2025 in Kassel stattgefunden hat, wurden Ergebnisse aus dem Projekt „AIProPlant“ während eines

Vortrages präsentiert.

- Dr. Jakob Ley von der Symrise AG stellte im Rahmen seines Plenarvortrags auf dem internationalen Kongress BIOFLAVOUR 2025, der vom 16.-18.09.2025 in Frankfurt stattgefunden hat, das Projekt „BCFF“ vor. Darüber hinaus wurde das Projekt „Grassessentials“ während des Kongresses in Form einer Posterpräsentation präsentiert.
- Am 20.-21.11.2025 fand der Fachkongress „Über den Tellerrand: Ernährungssysteme mit Zukunft“ des Kompetenzzentrums für Ernährung (KErn) statt. Als Veranstaltungspartner war NFS aktiv beteiligt. Prof. em. Dr. Hannelore Daniel eröffnete den Kongress mit ihrem Vortrag „Ernährungssysteme mit Zukunft“, in dem sie den Innovationsraum vorstellte, und präsentierte NFS als einen „Impulsgeber Deutschlands“. Prof. Dr. Ute Weisz leitete gemeinsam mit Dr. Martin Kussmann eine Breakout-Session, diskutierte mit den Teilnehmern über das Thema „Planetary Health Diet aus bayerischer Perspektive“ und brachte dabei Arbeiten des Innovationsraums ein. Zusätzlich war der Innovationsraum Teil des Pressegesprächs, das als Auftakt für die Veranstaltung am 20.11.2025 im Presseclub München stattfand. Hier hatten Pressevertreter vorab die Möglichkeit, Impulsvorträge ausgewählter Referenten zu hören, darunter Prof. em. Dr. Hannelore Daniel und Prof. Dr. Ute Weisz, die den Innovationsraum vorstellten. Neben den Impulsvorträgen beteiligte sich NFS maßgeblich an einer Verkostung.



- Vom 03.-05.12.2025 fand die „International Conference on Alternative Proteins for Food and Feed“ des BfR in Berlin statt. Prof. em. Dr. Hannelore Daniel und Prof. Dr. Ute Weisz hielten einen gemeinsamen Vortrag zum Thema „How processing of protein-rich plant materials affects protein ingredient functionality“, wobei das NFS-Projekt „Nachhaltige Proteinzutaten“ im Fokus stand. Zudem präsentierte Prof. em. Dr. Hannelore Daniel den Innovationsraum und das NFS-Projekt „AIProPlant“ im Rahmen einer Posterpräsentation, während das NFS-Projekt „LacOat4Fungi“ von Dr. Pia Bergmann ebenfalls als Poster vorgestellt wurde.
- Vom 27.-30.01.2025 fand die 41. Internationale Pflanzenmesse IPM ESSEN (die Weltleitmesse des Gartenbaus) statt. NFS-Partner DH Licht vertrat hier das NFS-Projekt „HELP“.
- Auf dem Insects Plus Congress vom 12.-14.05.2025 leitete Dr. Christian Lambertz den Workshop „Closing the loop: Circularity and Alternative Proteins in Food and Feed“ und stellte das NFS-Projekt „reKult4Food“ vor.
- Am 17.06.2025 war Prof. em. Dr. Hannelore Daniel beim Zukunftsplausch „Zukunft mit Biss – Erobern Algen, Insekten und Co. unseren Teller?“ im Deutschen Museum München als Expertin vor Ort und brachte dabei aktuelle Erkenntnisse aus dem Innovationsraum ein. Diese Veranstaltung bildete den Auftakt zum Begleitprogramm der Sonderausstellung.
- Prof. Dr. Ute Weisz nahm am 16.07.2025 am Fachsymposium „Ernährungsstrategie für Bayern lebendig gestalten“ des Kompetenzzentrums für Ernährung (KErn) in München teil. In ihrem Vortrag „Ernährungssysteme resilient und zukunftsfähig gestalten“ präsentierte sie NFS als Best-Practice-Beispiel.



- Am 16.09.2025 fand im Rahmen der Sonderausstellung die Veranstaltung „Von Skepsis zum Genuss? Ein Platz für Speiseinsekten auf unseren Teller“ im Deutschen Museum Nürnberg statt. Dr. Benedikt Jahnke gab dabei Einblicke in die Forschung zur Verbraucherakzeptanz und stellte das NFS-Projekt „Pr:Ins – Ganzheitliche Bewertung“ vor.
- Am 08.10.2025 präsentierte Dr. Benedikt Jahnke beim NIM Insights Lunch mit dem Titel „Fleisch, Ersatz und Innovation: Einstellungen und Zukunftsperspektiven zum Fleischkonsum“ online das NFS-Projekt „Pr:Ins – Ganzheitliche Bewertung“ und gab spannende Impulse zum Thema Speiseinsekten.
- Prof. Dr. Ute Weisz und Dr.-Ing. Lara Etzbach nahmen am 09.-10.10.2025 an der Weihenstephaner Milchwissenschaftlichen Herbsttagung teil und stellten dort das NFS-Projekt „Hemp4Food“ in einem Vortrag vor.

Zusammenarbeit der vier Innovationsräume

Neben dem Innovationsraum NFS wurden drei weitere Innovationsräume Bioökonomie – BaMS, BioBall und BIOTEXFUTURE – durch das BMFTR gefördert. Seit Oktober 2020 wurde seitens NFS ein regelmäßiger Austausch initiiert, in dessen Rahmen sich über bisherige Erfahrungen und mögliche Kooperationen ausgetauscht wurde. Im Zuge der fortlaufenden Treffen erfolgte neben einem gemeinsamen Flyer auch die Planung und Umsetzung einer gemeinsamen Vortragsreihe im Frühjahr 2022. Die Zielgruppe für die online stattgefundenen Vortragsreihe waren Partner der vier Innovationsräume und bioökonomisches Fachpublikum aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Verwaltung. Ziel war es, die Wahrnehmung der vier Innovationsräume in ihrer Gesamtheit zu erhöhen, die Themenvielfalt und Kompetenz dieser in Politik und Gesellschaft zu platzieren sowie innovative Partner und Projekte zu akquirieren. Zur Auftaktveranstaltung am 26.01.2022 gab es einen Impulsvortrag des Bioökonomierats (BÖR) mit anschließender Podiumsdiskussion. Zum Abschluss stellten sich die vier Innovationsräume jeweils kurz vor und gaben einen Ausblick auf die Folgetermine. Für die weiteren vier Termine war jeder Innovationsraum einmal Gastgeber und lieferte Vorträge zum gewählten Thema über eigene Aktivitäten, aber auch durch externe Beiträge (z. B. der anderen Innovationsräume). Die Vortragsreihe

war wie folgt terminiert:

- 26.01.2022, Auftaktveranstaltung
- 09.02.2022, BaMS (Algen – Champions der blauen Bioökonomie)
- 23.02.2022, NewFoodSystems (Indoor/ Vertical Farming – Potenzial für die Bioökonomie in Deutschland)
- 09.03.2022, BIOTEXFUTURE (Biological waste (e.g. waste from food production/agriculture) and biobased polymers as a substitution of petroleum-based raw materials)
- 23.03.2022, BioBall (Bewertung von bioökonomischen Prozessketten)

Der Austausch zwischen den Innovationsräumen wurde kontinuierlich fortgeführt und konzentrierte sich im weiteren Verlauf vor allem auf Themen der Verstärkung der Innovationsräume. Ein weiterer Schwerpunkt der Zusammenarbeit lag auf der Anfertigung eines gemeinsamen White Papers, das auf Anfrage des PtJ und des BMFTR erstellt wurde. In diesem White Paper zogen die Vertreter der vier Innovationsräume ein vorläufiges Fazit des innovativen Förderkonzepts, reflektieren die zentralen Erkenntnisse aus fünf Jahren Projektlaufzeit und formulierten Handlungsempfehlungen für zukünftige Fördermaßnahmen. Das Dokument wurde am 16.01.2025 beim PtJ eingereicht.

Abschlussveranstaltung Innovationsräume Bioökonomie

Seitens des BMFTR wurden die Akteure der Innovationsräume und externe Gäste zur offiziellen Abschlussveranstaltung „Innovationsräume Bioökonomie: Partnerschaften aus Industrie und Forschung für biobasierte Innovationen aus Deutschland“ eingeladen. Diese fand vom 19.-20.11.2025 in Berlin statt.

Am ersten Tag präsentierten alle vier Innovationsräume zunächst jeweils ihre Erfolge der vergangenen Jahre. Seitens NFS gaben dabei Prof. Dr. Sabine Kulling und Prof. Dr. Ute Weisz Einblicke in die wichtigsten Ergebnisse und Arbeiten von NFS. Darüber hinaus vertrat Prof. Dr. Ute Weisz den Innovationsraum in einem anschließenden moderierten Gespräch zu den „Innovationsräumen Bioökonomie“.

Am zweiten Tag boten drei interaktive Workshops die Gelegenheit, zentrale Fragen gemeinsam zu diskutieren – darunter:

- Wie entstehen erfolgreiche Partnerschaften

zwischen Wissenschaft und Industrie?

- Wie gelingt der Transfer biobasierter Innovationen in die Praxis?
- Wie können Fördermaßnahmen diesen Weg künftig noch besser unterstützen?

An beiden Tagen präsentierten alle Innovationsräume ihre Arbeiten und Ergebnisse zusätzlich in einer Ausstellung, deren Konzeption im Vorfeld gemeinsam mit dem PtJ geplant und abgestimmt wurde. NFS war hier mit zahlreichen Exponaten vertreten:

→ Infostationen zum Innovationsraum

- NFS, das Konsortium und die FuEul-Projekte
- Vernetzung und Außendarstellung in der wissenschaftlichen Community
- Wissenschaftskommunikation – begleitende Aktivitäten der Öffentlichkeitsarbeit

→ Ausstellungsobjekte aus ausgewählten FuEul-Projekten

- „ALGAE-MODULE 4.0“: Mikroalgenpulver, Farbstoffe sowie Produktapplikationen
- „Proteinschichten“: Von den Rohstoffen Erbse und Soja zum Proteinfilm und zur essbaren Hülle
- „LacOat4Fungi“: Pilzkulturen, Pilzmycel, Fruchtkörpermodell und Haferokara
- „reKult4Food“: Getrocknete *Hermetia*-Larven, Larvenmehl, Presskuchen und pelletiertes Restsubstrat
- „In4Food“: Lichtregal des Max Rubner-Instituts zum Thema Vertical Farming

→ Exponate zum Transfer der Forschungsthemen

- Säulenexponat zu alternativen Proteinen inkl. Darstellung der Proteindatenbank aus dem Projekt „Nachhaltige Proteinzutaten“
- Esstisch mit Hintergrundinformationen zur Workshopreihe „Zukunft is(s)t jetzt“ sowie Präsentation des Rezeptbuchs „Wir bringen Bioökonomie auf den Teller“ mittels Lebensmittelattrappen ausgewählter Rezepturen



Ein besonderes Highlight war der Besuch der Ministerin Dorothee Bär (BMFTR) auf der Ausstellungsfläche gegen Ende der Veranstaltung.



Fazit und Ausblick

NFS hat sich im Verlauf der Förderphase als lebendiger und leistungsfähiger Innovationsraum etabliert. Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft kamen zusammen, um neue Ansätze für die Ernährungs- und Lebensmittelsysteme von morgen zu entwickeln, zu erproben und zu bewerten.

Insbesondere der interdisziplinäre Austausch auf fachlicher Ebene und der Zugriff auf das Know-how aus unterschiedlichen Branchen machten die Zusammenarbeit in den einzelnen FuEul-Projekten und darüber hinaus besonders wertvoll. Dadurch konnten bioökonomische Fragestellungen aus unterschiedlichen Perspektiven bearbeitet und Lösungsansätze an den Schnittstellen von Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften, Technologieentwicklung, Nachhaltigkeitsbewertung und Anwendung entwickelt werden.

NFS verstand sich von Beginn an als Inkubator für neue Ideen, Produkte, Prozesse und Dienstleistungen.

In den geförderten Projekten wurden innovative Produktionssysteme, neue Rohstoffquellen, nachhaltige Proteinzutaten, funktionale Lebensmittelkomponenten sowie Ansätze zur Systemintegration und Ressourcennutzung untersucht. Die Projektergebnisse zeigen, dass der Innovationsraum wichtige Impulse für die Weiterentwicklung nachhaltiger Ernährungs- und Lebensmittelsysteme geben konnte. Zugleich wurde wissenschaftlicher Nachwuchs in die Forschungsarbeiten eingebunden, und Projektinhalte fanden Eingang in Lehre, Weiterbildung und Wissenstransfer.

Ein besonderes Anliegen von NFS war es, die Themen des Innovationsraums nicht nur innerhalb des Konsortiums weiterzuentwickeln, sondern auch in die Öffentlichkeit zu tragen. Die Mission, den Dialog mit der Gesellschaft „über den Teller“ zu suchen und Offenheit für bioökonomische Innovationen zu schaffen, stellte insbesondere während der COVID-19-Pandemie und unter eingeschränkten finanziellen Rahmenbedingungen eine Herausforderung dar.

Dennoch konnte NFS durch zahlreiche Aktivitäten im Bereich Wissenstransfer und Öffentlichkeitsarbeit eine hohe Sichtbarkeit erreichen. Webinare, Workshops, Veranstaltungen, Messeauftritte, Beiträge zur Wissenschaftskommunikation sowie die Workshopreihe „Zukunft is(s)t jetzt“ trugen dazu bei, Forschungsthemen und -erkenntnisse in unterschiedliche Zielgruppen hineinzutragen und den Austausch mit Wissenschaft, Wirtschaft, Lebensmittelhandwerk und Gesellschaft zu fördern.

NFS hat gezeigt, wie fruchtbar die enge Zusammenarbeit unterschiedlicher Akteure sein kann, wenn komplexe Transformationsfragen gemeinsam bearbeitet werden. Über die Förderphase hinaus bleiben die entstandenen Netzwerke, Erfahrungen und Ergebnisse wirksam. Sie können in künftige Projekte, Initiativen und Transferformate einfließen und dazu beitragen, die Transformation unserer Ernährungs- und Lebensmittelsysteme weiter voranzubringen.

Stimmen aus dem Konsortium



Der Innovationsraum NewFoodSystems bietet ein hervorragend vernetztes Umfeld, in dem wissenschaftliche Exzellenz und industrielle Praxis sinnvoll zusammengeführt werden. Das Projekt „ALGAE-MODULE 4.0“ überzeugt durch seinen klaren Anwendungsbezug, den Fokus auf nachhaltige Prozesstechnologien wie PEF und den konkreten Beitrag zur industriellen Umsetzung innovativer New-Food-Lösungen.

DR. CLAUDIA SIEMER
ELEA TECHNOLOGY GMBH



NewFoodSystems steht für mutige Innovation im Ernährungsbereich – aber echte Transformation gelingt nur, wenn wir Verbraucher von Anfang an mitdenken. „Pr:Ins“ hat gezeigt, dass neuartige Lebensmittel nur dann erfolgreich sind, wenn ihre Marketing- und Verpackungskonzepte konsequent auf Konsumentenakzeptanz ausgerichtet sind: transparent, verständlich und nah an den Bedürfnissen einer modernen, bewussten Zielgruppe.

DR. ALAIN GRAF
SÜDZUCKER AG



Der Innovationsraum NewFoodSystems hat eine wertvolle Plattform geschaffen, um Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften zusammenzubringen. Im „AIProPlant“-Projekt wurde besonders deutlich, wie wichtig es ist, bei der Entwicklung pflanzlicher Proteinzutaten und Fleischalternativen sowohl lebensmitteltechnologische als auch ernährungsphysiologische Aspekte zu berücksichtigen.

LEA KLUG
RHEINISCHE-FRIEDRICH-WILHELMS UNIVERSITÄT BONN



Als Schnittstelle zwischen dem Innovationsraum NewFoodSystems und der Öffentlichkeit hat das Zukunftsmuseum Forschung sichtbar, erfahrbar und diskutierbar gemacht. Welches Essen künftig aus kontrolliertem Anbau auf unseren Tellern landen könnte, wird bis heute in zwei interaktiven Medienstationen eindrücklich zur Schau gestellt. Höhepunkt des Projekts war der „NewFoodSystems-Day“ mit Probierstationen, Pitch-Sessions und Laborkursen, der aktive Beteiligung und Dialog förderte. Dieser Tag wurde durch den Innovationsraum und seine Verbundpartner großartig unterstützt und bereichert.

MARION GRETHER
DEUTSCHES MUSEUM NÜRNBERG – DAS ZUKUNFTSMUSEUM



Gras eignet sich vorzüglich als Quelle für natürliche, „grüne“ Aromastoffe; für die Ermöglichung dieser Forschung sind wir dem Innovationsraum NewFoodSystems sehr dankbar.

PROF. DR. HOLGER ZORN
JUSTUS-LIEBIG UNIVERSITÄT GIEßEN



Das „reKulti4Food“-Projekt demonstriert das Potenzial der Insektenbiotechnologie für zirkuläre und regionale Food-Systeme.

DR. FRANZISKA SCHINDLER
HERMETIA BARUTH GMBH

”



Nutzhanf ist eine nachhaltige Kulturpflanze mit enormem Nutzungspotenzial. Durch das Projekt „Hemp4Food“ und den Innovationsraum NewFoodSystems konnten wir einen Beitrag zur Erforschung des Potenzials von Hanfpresskuchen für die Gewinnung hochwertiger Proteine leisten – und freuen uns, damit die Nutzung von Nutzhanf weiter stärken zu können.

DR.-ING. LARA ETZBACH
TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN



Fungi for Future!

DR. PIA BERGMANN
JUSTUS-LIEBIG-UNIVERSITÄT GIEßEN



Der Innovationsraum NewFoodSystem belegt das Potenzial unseres Vertical Farming-Systems OrbiPlant® zur nachhaltigen, skalierbaren und automatisierten Produktion von Lebensmittelinhaltsstoffen in Pflanzen.

PROF. DR. STEFAN SCHILLBERG
FRAUNHOFER IME



Wir blicken mit großer Wertschätzung auf unsere Mitarbeit im Innovationsraum NewFoodSystems zurück. Der Innovationsraum wurde außergewöhnlich professionell geführt und hat uns die Möglichkeit gegeben, hochspannende Ergebnisse für innovative Lebensmittelprodukte zu erarbeiten und deren erhebliches Marktpotenzial durch innovative Algenanwendungen zu erschließen. Umso bedauerlicher ist es, dass regulatorische Hürden – konkret die Novel-Food-Einstufung durch das BVL – einer wirtschaftlichen Verwertung in Europa auf absehbare Zeit enge Grenzen setzen. Wir hoffen, dass sich dieser Rahmen künftig weiterentwickelt, und bleiben dem Thema inhaltlich eng verbunden.

GUNNAR MÜHLSTÄDT
PUEVIT GMBH



Das Projekt „LacOat4Fungi“ zielt darauf ab, Myzelien als neue Proteinquelle für nachhaltige, gesunde und nahrhafte Lebensmittel für die Zukunft zu etablieren. Der NewFoodSystems Innovationsraum ermöglichte eine enge Zusammenarbeit zwischen Forschungs- und Industriepartnern, um wichtige Herausforderungen bei der Entwicklung nachhaltiger Lebensmittel mit klarem wirtschaftlichem Potenzial anzugehen.

DR. SÉRGIO HENRIQUE DE TOLEDO E SILVA
FRAUNHOFER IVV



Die Tätigkeit erforderte eine enge Zusammenarbeit innerhalb des interdisziplinären Projektkonsortiums und unterstützte die Entwicklung nachhaltiger, zukunftsorientierter Proteinlösungen.

DR. ISMAIL-HAKKI ACIR
RHEINISCHE-FRIEDRICH-WILHELMS UNIVERSITÄT BONN



Das NewFoodSystems-Projekt „Pr:Ins“ hat eine tolle Möglichkeit geboten, interessante und zukunftsweisende Fragestellungen zu beantworten und sich in der wissenschaftlichen Gemeinschaft in diesem Bereich zu vernetzen.

DR. KATHLEEN OEHLKE
MAX RUBNER-INSTITUT



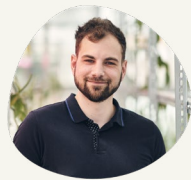
Das Projekt „Nachhaltige Proteinzutaten“ im Innovationsraum NewFoodSystems hat wertvolle wissenschaftliche und technologische Erkenntnisse zur Weiterentwicklung pflanzenbasierter Lebensmittelalternativen geliefert. Die enge Zusammenarbeit zwischen Forschung und Industrie war dabei ein entscheidender Erfolgsfaktor und bildet eine wichtige Grundlage für zukünftige innovative Lebensmittelkonzepte.

JESUS PALOMINO
HYDROSOL/PLANTENEERS GMBH



Das Projekt „LacOat4Fungi“ verdeutlicht, welches Potenzial in der Zusammenarbeit von Industrie und Wissenschaft liegt, wenn es darum geht, Nebenströme nachhaltig zu verwerten. Durch die enge Kooperation und den offenen Wissenstransfer im Innovationsraum NewFoodSystems konnten wir unsere Fermentations- und Prozessentwicklung gezielt vorantreiben und bereits vielversprechende Ergebnisse erzielen.

MICHAEL FEISCHE & CLEMENS LUTZ
ALBERT HANDTMANN ARMATURENFABRIK GMBH & CO. KG



Die Ernährung von morgen erfordert mutige Ideen und wissenschaftliche Praxisforschung. Der Innovationsraum NewFoodSystems gab uns die Möglichkeit, beide Aspekte zu vereinen. Mit dem Projekt „SustainVanil“ leisteten wir einen wichtigen wissenschaftlichen Beitrag, um Vanille auch angesichts zunehmender Anbauherausforderungen zukünftig in innovativen Systemen zuverlässig und ressourcenschonend kultivieren zu können.

MARVIN VAHL
HOCHSCHULE OSNABRÜCK



„Hemp4Food“ zeigt, wie kraftvoll der Innovationsraum NewFoodSystems Wissenschaft und Wirtschaft vernetzt, um pflanzliche Rohstoffe intelligent zu nutzen und neue Wertschöpfung zu schaffen. Das Projekt macht deutlich, dass die Vielseitigkeit der Hanfpflanze enorme Chancen entlang der gesamten Wertschöpfungskette eröffnet. Wer Hanf ganzheitlich denkt, verwandelt einen vermeintlichen Nischenrohstoff in einen echten Game-Changer für nachhaltige Proteininnovationen.

DR. ALAIN GRAF
SÜDZUCKER AG



NewFoodSystems ist ein Raum für Ideen, in dem nachhaltige Technologien und neue Lebensmittelinnovationen zusammenkommen, um die Ernährung von morgen zu gestalten. Daran mitgewirkt und mein Interesse an Mikroalgen eingebracht zu haben, war eine wertvolle persönliche Erfahrung.

ALEXANDER RUDOLPH
TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERLIN



Alternative Proteinquellen sind ein zentraler Baustein für eine nachhaltige Ernährung. Die systematische Erfassung der sensorischen Eigenschaften nachhaltiger Proteinzutaten ist dabei ein entscheidender Schritt, um Innovationen im Bereich pflanzlicher und alternativer Eiweißquellen voranzutreiben. Mit unserem Team an der HAW Hamburg konnten wir wertvolle Daten generieren, die nun in einer Datenbank Produktentwickler bei ihrer Arbeit unterstützen. So konnten wir einen wichtigen Beitrag zu mehr Nachhaltigkeit im Ernährungssystem leisten. Der Innovationsraum NewFoodSystems hat eindrucksvoll gezeigt, welche Innovationskraft entsteht, wenn wissenschaftliche Expertise und industrielles Know-how zusammenkommen.

PROF. DR. ANDREA BAUER
HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN HAMBURG



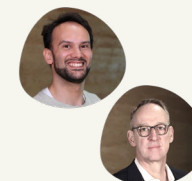
„LacOat4Fungi“ zeigt, wie durch die Kombination unterschiedlicher industrieller und wissenschaftlicher Partner neue Wege zur Nutzung von Nebenströmen geschaffen werden können. Der enge Austausch im Innovationsraum NewFoodSystems hat es ermöglicht, die Fermentations- und Prozessentwicklung strukturiert aufzubauen und bereits erste erfolgreiche Testläufe durchzuführen.

WINFRIED HARTWIG
ALBERT HANDTMANN MASCHINENFABRIK GMBH & CO. KG



Die Proteindatenbank dient als zentrales Instrument zur standardisierten Bewertung von Proteinzutaten und unterstützt gezielte Produktentwicklungen in der Lebensmittelindustrie.

LAURA MELANIE IGNATZY
FRAUNHOFER IVV



Die Ergebnisse aus „reKult4Food“ sollen eine optimierte Auslegung von Prozesspfaden unterstützen. Das ATB wird diese Ergebnisse für die Erprobung und Entwicklung hochspezifischer und gezielter Dekontaminationstechnologien nutzen, mit denen eine möglichst hohe antimikrobielle Wirkung bei gleichzeitiger Qualitätserhaltung in Bezug auf die produzierte Insekten-basierte Biomasse erreicht werden kann.

DR. GIACOMO ROSSI & DR. OLIVER SCHLÜTER
LEIBNIZ-INSTITUT FÜR AGRARTECHNIK UND BIOÖKONOMIE E. V. (ATB)



Die Nachhaltigkeit von Produktinnovationen im Lebensmittelbereich ist von besonderer Relevanz für deren Marktzugang und -akzeptanz. Häufig fehlt es hier jedoch an belastbaren Zahlen. Über ein konstruktives Zusammenwirken von Unternehmen und Wissenschaft, wie es im Innovationsraum NewFoodSystems angestrebt und gepflegt wurde, können solche Hürden jedoch überwunden werden.

ANDREAS DETZEL
INSTITUT FÜR ENERGIE- UND UMWELTFORSCHUNG (IFEU)



Es lassen sich für NewFoodSystems Szenarien entwickeln, die eine ökonomisch tragfähige Produktion von qualitativ hochwertigen Pflanzen mit gleichbleibender Qualität in kontrollierten Umwelten ermöglichen.

NORMAN HELBING
PHARMAPLANT GMBH



Der Innovationsraum NewFoodSystems zeigt, wie wirkungsvoll ein interdisziplinäres Ökosystem sein kann. Die starke Netzwerkzusammensetzung und die professionelle Vernetzungsarbeit haben nachhaltige Kooperationen ermöglicht.

NICOLE THORPE
EXPERIOR MICROTECH GMBH (CULTINOVA)



„SustainVanil“ zeigt, dass wir nur durch das Zusammenspiel von geschützter Kultivierung, Feldwissen aus Madagaskar und solider Analytik langfristig robuste, qualitativ hochwertige Vanille sichern können. Mit dem Innovationsraum NewFoodSystems haben wir die Struktur, um Diagnostik (z. B. Fusarium-PCR), Anbausysteme und Qualitätsanalytik zielgerichtet zu verzahnen – faktenbasiert, partnerschaftlich und anwendungsnah.

ESTHER-CORINNA SCHWARZE
SYMRISE AG



NewFoodSystems brauchen für eine rückstandsfreie Pflanzenproduktion nicht-chemische Strategien. Optimierte UV-C-Behandlungsprogramme bieten eine Lösung zur Bekämpfung von Echtem Mehltau an Pflanzen.

MARIA PIMENTA LANGE
JULIUS KÜHN-INSTITUT



Durch eine enge interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Praxis, war es möglich innovative Kulturverfahren zur Qualitätsverbesserung der Pfefferminze zu entwickeln.

HEIKO MIBUS-SCHOPPE
HOCHSCHULE GEISENHEIM



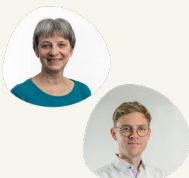
Mycelium has the potential to become meat 2.0.

DR. MARTIN GAND
JUSTUS-LIEBIG-UNIVERSITÄT GIEßEN



Dank „Hemp4Food“ kann ich meine Promotion zu einem innovativen und praxisorientierten Thema an der Schnittstelle zwischen Forschung und Lebensmittelindustrie realisieren – eine wertvolle Erfahrung, die mir neue Perspektiven eröffnet hat.

ANNA DZIUBALLE
TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN



Der Innovationsraum NewFoodSystems hat mit den Projekten „ALGAE-MODULE 4.0“ und „ENABLE“ die Entwicklung zukunftsweisender Ernährungskonzepte gefördert, indem er neuartige Protein- und Biomassequellen systematisch erschließt und deren funktionale und ernährungsphysiologische Qualität mit einbezieht.

DR.-ING. SUSANN ZAHN & RICHARD BLEISCH
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN



Das Projekt „ALGAE-MODULE 4.0“ war ein außerordentlich erfolgreiches Projekt für die Algenium GmbH & Co. KG. Das Projekt „ENABLE“ gewährte uns gute Einblicke in die Entwicklung der Prozesse und Produkte der Projektpartner. Dies ist wichtig, um zu verstehen, wo es beim B2B bei anderen Firmen zu Engpässen oder Schwierigkeiten kommen kann und wie wir als Firma da unterstützen können. Leider wurde während der Projektlaufzeit ein innovatives Produkt wegen mangelnder Marktnachfrage (während und nach der Coronazeit) eingestellt, weshalb eine techno-ökonomische Analyse nicht mehr sinnvoll und möglich war.

DR. DOMINIK CHOLEWA
ALGENIUM GMBH & CO. KG



Das „In4Food“-Projekt zeigt eindrucksvoll, wie moderne Kultivierung, nachhaltige Prozessierung und innovative Analytik zusammenspielen können, um botanische Rohstoffe effizient, hochwertig und zukunftsfähig bereitzustellen.

DR. SILKE HILLEBRAND
SYMRISE AG