

Milch- und Lebensmittel- wissenschaftliche Forschung Weihenstephan

TUM School of Life Sciences



Jahresbericht 2023

der milch- und lebensmittelwissenschaftlichen
Forschung an der TUM School of Life Sciences

Milch- und Lebensmittelwissenschaftliche Forschung Weihenstephan

Jahresbericht 2023

über die milch- und lebensmittelwissenschaftliche
Forschung an der TUM School of Life Sciences

1. Januar 2023 bis 31. Dezember 2023

66. Band 2023

Weihenstephan, Juni 2024

IMPRESSUM

Herausgeber:

Verband Weihenstephaner Milchwirtschaftler, Bio- und Lebensmitteltechnologien e.V.
Geschäftsführung, Weihenstephaner Berg 1, 85354 Freising

info@verband-weihenstephan.de www.verband-weihenstephan.de

Vereinigung zur Förderung der Milchwissenschaftlichen Forschung an der TUM in Freising-Weihenstephan e.V.

Geschäftsführung, Weihenstephaner Berg 1, 85354 Freising

Tel: 08161-71 -4205

Fax: 08161-71 -4384

foerderverein.weihenstephan@gmx.de

Der Jahresbericht über die milch- und lebensmittelwissenschaftliche Forschung an der TUM School of Life Sciences erscheint jährlich im Selbstverlag. Dieser steht den einschlägigen Instituten und Bibliotheken des In- und Auslandes – besonders aber im Austausch gegen andere Veröffentlichungen – zur Verfügung.

Bestellungen und Tauschsendungen werden ausschließlich zu Händen der Geschäftsführung erbeten.

Printed in Germany, 2024

© Alle Rechte dieses urheberrechtlich geschützten Werkes, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, bleiben vorbehalten. Es ist ohne ausdrückliche Genehmigung des Herausgebers nicht gestattet, dieses Buch oder Teile daraus in irgendeiner Form zu vervielfältigen. Unter dieses Verbot fällt insbesondere die Aufnahme in elektronische Datenbanken und die Vervielfältigung.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
Professur für Cellular Agriculture	2
Übersicht und Forschungsschwerpunkte	3
Forschung	3
I. Forschungsbereich Precision Fermentation.....	3
II. Forschungsbereich Cultivated Meat	6
Professur für Food Process Engineering.....	9
Vorwort	11
Auszeichnungen 2023	12
Forschung	12
I. Forschungsgebiet Trocknung und Pulvertechnik	12
II. Forschungsgebiet In-situ Messtechnik und Bildanalyse	16
III. Forschungsgebiet Trenntechnik.....	18
IV. Forschungsgebiet Lebensmittelstruktur- und -textur.....	23
Dissertationen, Bachelor-, Diplom- und Masterarbeiten.....	26
Vorträge.....	27
Posterpräsentationen.....	27
Veröffentlichungen.....	28
Non Peer-review-Verfahren	29
Im Berichtszeitraum aktive, geförderte Forschungsvorhaben	29
Professur Functional Materials for Food Packaging	32
Forschung	33
I. Polymerwissenschaften	33
II. Polymertechnologie in der Wasseraufbereitung.....	36
III. Mikrobieller Abbau von Polymeren.....	38
Professur für Funktionelle Phytometabolik	40
Steckbrief	41
Forschungsgebiete und -ziele.....	41
Professur für Plant Proteins and Nutrition	43
Steckbrief	44
Forschungsgebiete und -ziele.....	44
I. Gewinnung und Charakterisierung von Pflanzenproteinen.....	45
II. Modifikation von Pflanzenproteinen - Auswirkungen thermischer und nicht-thermischer Verfahren auf technofunktionelle wie auch gesundheitliche Eigenschaften	47

Lehrstuhl für Tierphysiologie und Immunologie.....	48
Forschung.....	50
I. Laktations- und Reproduktionsphysiologie.....	50
II. Tiergesundheit.....	53
III. Bioanalytik	54
IV. Biomarker	56
V. Immunologie	60
Exkursionen.....	61
Dissertationen, Master- und Bachelorarbeiten	61
Vorträge.....	62
Kurzfassungen (Abstracts & Proceedings).....	64
Verband Weihenstephaner Milchwirtschaftler, Bio- und Lebensmitteltechnologe n e.V.....	68
Struktur des Verbandes	68
Zielsetzungen des Verbandes	69
Bericht aus Weihenstephan und dem Verbandsleben.....	70
I. Herbsttagung 2023	70
II. Preisverleihungen für herausragende Abschlussarbeiten	70
III. Ehrungen	70
IV. Deutschlandstipendium - Der Verband als Förderer	71
Versammlungen.....	71
Verleihungsrichtlinien.....	72
Vereinigung zur Förderung der Milchwissenschaftlichen Forschung an der TUM in Freising-Weihenstephan e.V.....	74
Zweck und Ziele der Fördervereinigung	74
Beitragsordnung	76
Informationstransfer – Mitgliederinformation.....	76
Technischer Teil	78
Hinweis auf neue Techniken und Produkte	78
Verzeichnis der Fachfirmen	78

Vorwort

Der Jahresbericht der milchwissenschaftlichen Forschungseinheiten an der School of Life Science (ehemals Wissenschaftszentrum Weihenstephan) verfolgt das Ziel, über Forschungsarbeiten auf dem für die gesamte Lebensmittelwirtschaft so wichtigen Bereich Milch zu berichten, schließt aber auch Themen aus angrenzenden Bereichen der Lebensmittelforschung mit ein.

Dieser Jahresbericht steht als Kommunikations-Format auch den „neuen“ Professuren zur Verfügung, die sich in Zukunft im Rahmen ihrer Forschungsarbeiten auch mit dem Substrat Milch beschäftigen werden. Die Bereitschaft zur Mitarbeit an relevanten Themenstellungen wurde in einer Kuratoriumssitzung bekräftigt und so begrüßen wir voller Freude Frau Prof. Dr. Petra Först – Professur für Food Process Engineering, Frau Prof. Dr. Mirjana Minceva – Professur für Biothermodynamik, Herrn Prof. Dr. Marius Henkel - Professur für Cellular Agriculture und Herrn Prof. Dr. Stephan Schrettl - Professur für Funktionsmaterialien für Lebensmittelverpackungen.

Die Forschungseinheiten in Weihenstephan wollen mit dieser Publikation gegenüber der Öffentlichkeit Rechenschaft über ihre Aktivitäten geben und vor allem der Milch- und Molkereiwirtschaft einen Überblick über abgeschlossene und laufende Forschungsarbeiten bieten. Darüber hinaus sollen mit dem Jahresbericht Wege erschlossen werden, die Zusammenarbeit mit den Unternehmen der Milchindustrie weiter zu verbessern. Dadurch soll die Forschung an der TU München in Freising-Weihenstephan im Sinne der milchwirtschaftlichen Praxis aufrechterhalten und weiter intensiviert werden. Die milchwissenschaftliche Arbeit an den Instituten wird von der „Vereinigung zur Förderung der Milchwissenschaft an der TU München“ sehr engagiert unterstützt. Es ist das Ziel, sowohl der neuen und bestehenden Forschungseinheiten als auch der „Vereinigung zur Förderung der Milchwissenschaft an der TU München“, eine für die Milchwirtschaft essentielle, praxisrelevante Forschung am und um das Substrat Milch über alle beteiligten Disziplinen hinweg auszubauen.

Vor diesem Hintergrund sollen innovative Lösungen für neue Produkte und Verfahren, Produktsicherheit, Kosten- und Qualitätsoptimierung sowie für das Marketing erarbeitet werden. Die interdisziplinären Ansätze der Weihenstephaner Milchforschung bieten dafür eine gute Basis. Deshalb sind ein möglichst hoher Informationsstand über die aktuellen Forschungsansätze und die vorhandene Infrastruktur sowie ein enger Kontakt zwischen den Produktions- sowie Forschungs- und Entwicklungsabteilungen der Unternehmen und den milchwissenschaftlich forschenden Einrichtungen überaus wichtig. Der Jahresbericht über die milchwissenschaftliche Forschung Weihenstephan soll dazu einen Beitrag leisten.

Prof. Dr. Horst-Christian Langowski

1. Vorsitzender

Verband Weihenstephaner Milchwirtschaftler,
Bio- und Lebensmitteltechnologien e.V.

Dr. Johannes Schraml

1. Vorsitzender

Vereinigung zur Förderung der Milch- wissenschaftlichen Forschung an der TUM in Freising-Weihenstephan e.V.

Professur für Cellular Agriculture

Adresse

Gregor-Mendel-Straße 4
D-85354 Freising-Weihenstephan
Telefon: 08161-71-5131
Internet: <https://www.lse.ls.tum.de/cellag>
E-Mail: sekretariat.cellag@ls.tum.de

Personal

Leitung	Prof. Dr.-Ing. habil. Marius Henkel	-5130
Sekretariat	Monika Vogl	-5131
Wissenschaftler	Dr. Philipp Noll	-5128
	Chantal Treinen, M.Sc.	-5133
Doktoranden	Christina Peternell, Dipl.-Ing.	-5532
	Frea Mehta, B.Eng., B.Sc.	-5532
	Marie-Luise Schlieker, M.Sc.	-6101
	Katharina Brenner, M.Sc.	-6101
	Laurenz Köhne, M.Sc.	-5126
	Franziska Beck, M.Sc.	-5126
Technische Mitarbeiter	Annette Brümmer-Rolf	-5129
	Christine Haas	-5129

Übersicht und Forschungsschwerpunkte

Die Professur für Cellular Agriculture wurde im September 2022 eingerichtet. Schwerpunktthema der Cellular Agriculture an der TUM School of Life Sciences ist die Entwicklung biotechnologischer Verfahren und Konzepte für die alternative Herstellung landwirtschaftlicher Produkte. Hierdurch werden insbesondere Probleme und Herausforderungen im Zusammenhang mit Umweltauswirkungen, Tierschutz und Nachhaltigkeitsaspekten der konventionellen Tierhaltung für die Fleischproduktion adressiert. Die Forschungsarbeiten der Cellular Agriculture thematisieren kultiviertes Fleisch („Cultured Meat“), das durch die Verwendung von Säugetierzelllinien hergestellt werden kann, sowie zukünftige proteinbasierte Produkte für den menschlichen Verzehr, wofür spezialisierte, mikrobielle Hochleistungsprozesse („Precision Fermentation“) zum Einsatz kommen.

Die Cellular Agriculture positioniert sich an der Schnittstelle von Forschung und Praxis sowie thematisch zwischen Ingenieurwissenschaften, Biotechnologie und Lebensmittelwissenschaften. Als erste Professur für Cellular Agriculture in diesem sehr prominenten Forschungsfeld liegen unsere ausgeprägten Kernkompetenzen in der industriellen Biotechnologie. Diese reichen von der Entwicklung kostengünstiger und hocheffizienter Prozesse, beginnend mit Methoden zur Stammentwicklung, bis zu Prozesskontrolle und Aufreinigungsverfahren. Dies eröffnet die Möglichkeit, die gesamte Prozesskette abzudecken, und gleichzeitig wichtige Effizienzparameter der industriellen Biotechnologie bereits frühzeitig im Blick zu haben.

Die Forschung an der Professur für Cellular Agriculture adressiert die Herausforderungen des Feldes auf verschiedenen Ebenen. Auf molekularer Ebene wird die Produktion von Proteinen wie Albumin, Kollagen und Wachstumsfaktoren u.a. durch innovative Regulationsmechanismen gesteuert. Auf zellulärer Ebene werden Proliferation und Differenzierung mit Hilfe von Werkzeugen der synthetischen Biologie gesteuert, die eine gezielte Interaktion zwischen Zelle und Umgebung ermöglichen. Für eine Maßstabsvergrößerung wird die Effizienz der Zellkultur in hydrogelbasierten Mikroträgern oder Perfusionssystemen durch moderne Konzepte der Bioverfahrenstechnik optimiert. Auf der Ebene des 3D-Gewebe-Engineerings werden mit Hilfe eines KI-basierten Ansatzes Gefäßgeometrien entworfen, die Massentransferlimitierungen verringern.

Forschung

I. Forschungsbereich Precision Fermentation

Angewandte molekulare Bioprozesskontrolle für Produkte der Precision Fermentation

Christina Peterzell, Philipp Noll und Marius Henkel

Die globale Lebensmittelversorgung steht aufgrund des Bevölkerungswachstums, des Klimawandels und seiner Folgen vor mehreren Herausforderungen. Infolgedessen hat das zunehmende Interesse an alternativer Lebensmittelproduktion zu einer Neubewertung etablierter Produktionsverfahren auf der Grundlage der Fermentation geführt. Ein neuer Ansatz, die so genannte Präzisionsfermentation (engl. Precision Fermentation), revolutioniert den Lebensmittelsektor, indem er die Palette der Anwendungen und Produkte durch die Entwicklung optimierter Stoffwechselwege und die Zusammenstellung der am mikrobiellen Chassis beteiligten Gene diversifiziert. Zu diesem Zweck werden gentechnisch veränderte Organismen (GVO) für die heterologe Produktion von alternativen Lebensmittelproteinen optimiert. Ein wichtiger Weg zur Verbesserung der Effizienz von Bioprozessen ist die Entkopplung von Biomasse- und Produktbildung, um das Problem der ineffizienten Verwertung von Biomasse, einem häufigen Nebenprodukt, zu lösen.

Für diese Aufgabe können RNA-Thermometer (RNAT) als „Dimmer-Schalter“ für die Genexpression neuartiger Fermentationsprodukte eingesetzt werden. RNAT befinden sich in der Regel in der 5'-untranslatierten Region (5'UTR) und nehmen eine haarnadelähnliche Struktur an, die die Ribosomenbindungsstelle (RBS) maskiert (Abbildung 1a). Als Reaktion auf Temperaturänderungen werden Konformationsänderungen ausgelöst, die zur Demaskierung der RBS und zur Translationsinitiation führen (Abbildung 1b).

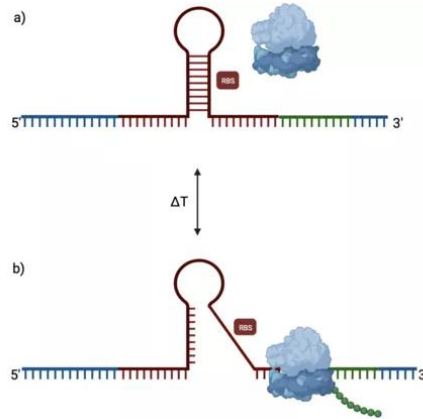


Abbildung 1: Schematische Darstellung eines RNA-Thermometers (RNAT). a) Aktiver Regulationsmechanismus, der RBS maskiert, b) Temperatur-induzierte Konformationsänderung, die die Translation begünstigt. Erstellt mit BioRender.com

Daher ist die Bewertung eines RNAT-basierten Expressionssystems in verschiedenen Labormaßstäben und die Einrichtung eines Referenzsystems mit eingehender Charakterisierung unter Verwendung gängiger Bioprozessparameter und -methoden von entscheidender Bedeutung (Abbildung 2).

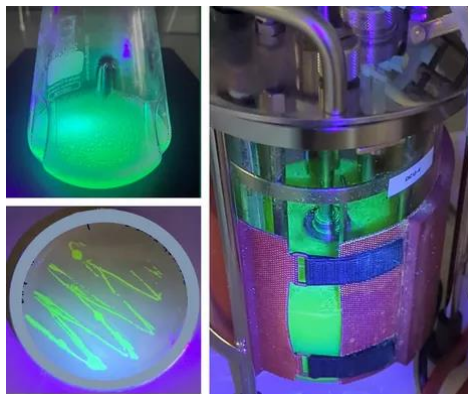


Abbildung 2: RNAT-basiertes Expressionssystem in *E. coli*, das die Genexpression (hier: EmGFP) in verschiedenen Systemen im Labormaßstab darstellt.

Die Kombination von Präzisionsfermentation mit einem temperaturkontrollierten bakteriellen RNAT-basierten Expressionssystem könnte zu einem effizienteren und optimierten Produktionsprozess für neuartige, spezifische Anwendungen, wie z. B. naturidentische tierfreie Proteine, führen.

EggSPLORE: Struktur- und Funktionsproteinbibliothek für Eiweiße & Optimierung der rekombinanten Expression

Franziska Beck, Philipp Noll und Marius Henkel

Die steigende Nachfrage nach hochwertigen, tierfreien Proteinen und der ethischen sowie umwelttechnischen Bedenken vieler Konsumenten bzgl. herkömmlicher Eiproduktionsmethoden haben dazu geführt, dass rekombinante Eiweiße Gegenstand verschiedener Forschungsarbeiten sind. Bislang konnten pflanzliche Ersatzstoffe die funktionellen Eigenschaften von Eiweißen nicht vollständig nachbilden. Diese spielen bei der Bereitstellung von Nährstoffen, antimikrobiellen und antioxidativen sowie technofunktionellen Eigenschaften z.B. der Texturgebung von Lebensmitteln eine entscheidende Rolle.

Die Entwicklung effizienter Methoden für die skalierbare Produktion von rekombinanten Eiweißen bietet das Potenzial, diese Nachfrage zu befriedigen und einen Beitrag zu unserer künftigen Bioökonomie zu leisten.

Das EggSPLORE-Projekt zielt darauf ab, eine Plattform für die rekombinante Produktion ausgewählter Ei-gelb- und Eiweißproteine in mikrobiellen Systemen zu schaffen. Explizit sollen bakterielle Systeme untersucht werden, da sie ein hohes Potenzial in Bezug auf Effizienz und Raum-Zeit-Ausbeute für diese Gruppe von Proteinen bieten.

Zu den Kernelementen dieses Projekts gehören:

- Entwicklung von Expressionssystemen mit geeigneten Produktionswirten und Plasmiden
- Scale-up zu einem vollständig charakterisierten Bioreaktor-Produktionsprozess und dessen Optimierung durch modellbasierte Methoden und Anpassung der Prozesssteuerung
- Aufreinigung der produzierten Proteine und Charakterisierung ihrer funktionellen Eigenschaften und ihrer Eignung für die Verwendung in Lebensmittelformulierungen

Eine Schematische Übersicht über das Projekt findet sich in der nachfolgenden Abbildung 3.

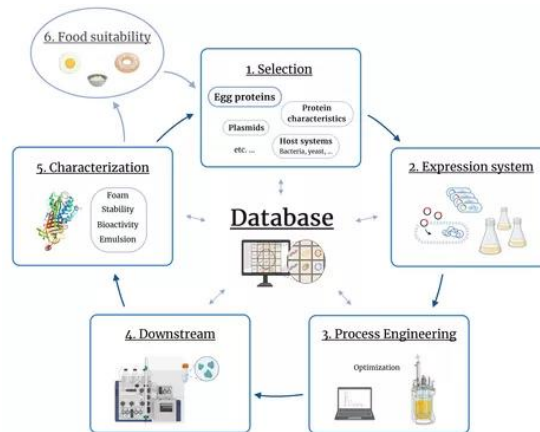


Abbildung 3: Forschungsplan für die Produktion rekombinanter Eiweiße

II. Forschungsbereich Cultivated Meat

Entwicklung einer Evaluationsplattform für Wachstumsfaktoren für die Produktion von Cultivated Meat

Marie-Luise Schlieker, Philipp Noll, Chantal Treinen und Marius Henkel

Die herkömmliche Produktion von Fleisch aus Viehzucht und Fischerei hat erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt, unter anderem durch die Verarmung der biologischen Vielfalt, die Verschmutzung der Gewässer und die Emission von Treibhausgasen. Ein Ansatz zur Lösung dieses Problems ist kultiviertes Fleisch, das mit Hilfe von Zellkulturtechniken hergestellt wird. Verschiedene Unternehmen haben in den letzten Jahren bereits Produkte vorgestellt, die im Labor und im Pilotmaßstab hergestellt wurden, aber die Einführung in den Massenmarkt ist noch nicht gelungen. Um die Produktion von kultiviertem Fleisch in großem Maßstab zu ermöglichen, müssen neben der Lieferkette und den rechtlichen und verschiedenen sozioökonomischen Anforderungen auch technologische Herausforderungen bewältigt werden. Eine zentrale Herausforderung ist die Sicherstellung der Verfügbarkeit von wirtschaftlich produzierbaren und bioaktiven Wachstumsfaktoren für die großtechnische Produktion. Diese Medienkomponente wird für die Zellproliferation und -differenzierung benötigt. Um die Bioaktivität von nativen und „getaggt“en Wachstumsfaktoren sowie von teilsynthetischen oder modifizierten Sequenzvarianten sicherzustellen, sind geeignete Testsysteme erforderlich. Um eine zuverlässige Bewertung der zukünftigen Leistungsfähigkeit zu ermöglichen, werden Testsysteme benötigt, die das Zellwachstum in Stützstrukturen („Bioscaffolds“, Abbildung 4) mit unterschiedlichen Eigenschaften wie Porosität, Polymerisationsgrad und Diffusionseigenschaften unter realen Bedingungen darstellen können.



Abbildung 4: Ein Gerüst („Bioscaffold“), das mit tierischen Zellen inkubiert wurde.

Zur Bewältigung der genannten Herausforderungen werden Perfusionsbioreaktormodule mit Hilfe von 3D-Drucktechniken entwickelt. Diese Module sind so konzipiert, dass sie eine kontrollierte Umgebung für das Wachstum von Gewebe bieten und eine Bewertung verschiedener Szenarien für die Nutzung von Wachstumsfaktoren in unterschiedlichen Stützstrukturen zulassen. Unser Scale-down-Ansatz erleichtert die Untersuchung kleiner Mengen alternativer Wachstumsfaktoren unter realen Bedingungen und unterstützt die Entwicklung einer zukünftigen Industrie für die kultivierte Fleischproduktion.

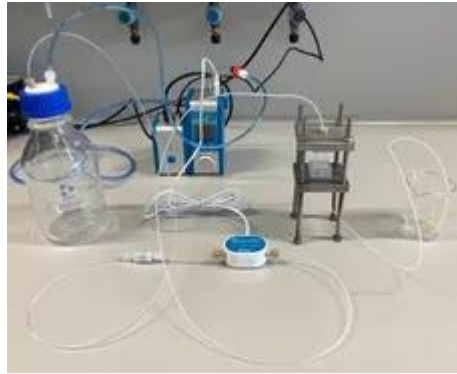


Abbildung 5: Aufbau des mikrofluidischen Systems. Es wird verwendet, um das Medium durch die in den Gerüsten haftenden tierischen Zellen zu leiten.

Perfusion für Ressourceneffizienz in der kultivierten Fleischproduktion (PERFEG-Meat)

Laurenz Köhne, Philipp Noll, Chantal Treinen und Marius Henkel

Ein weiterer Beitrag zu einem grundsätzlich nachhaltigeren Prozess bei der Produktion von kultiviertem Fleisch ist die Entwicklung eines Recyclingverfahrens für Perfusionssysteme. In einem Perfusionssystem wird eine größere Menge an Medien verwendet, um optimale Wachstumsbedingungen für die Zellen zu gewährleisten. Aufgrund von Diffusionsbeschränkungen und variierenden Verbrauchsdaten einzelner Komponenten wird jedoch nicht jeder Bestandteil des Mediums in einem Perfusionssystem verbraucht. Anstatt nicht verbrauchte Medien zu verwerfen, ermöglicht das Recycling eine anteilige Wiederverwendung der Medien. Dadurch wird die Herausforderung einer effizienten Nutzung von Wachstumsfaktoren und einer Reduzierung der Kosten für Medien angegangen. Die Erkenntnisse über die etablierten Strategien werden genutzt, um den Betrieb von Perfusionsbioreaktoren und die damit verbundenen Prozessmodelle sowie Kontroll- und Überwachungsstrategien zu optimieren. All diese Erkenntnisse werden in einer Toolbox zusammengestellt, um eine wissenschaftliche und technische Grundlagenplattform für zukünftige Prozessdesigns und -entwicklungen für die Produktion von kultiviertem Fleisch zu schaffen.

Technische Bewertung von Prozessen zur zukünftigen Herstellung von kultiviertem Fleisch (LCA & TEA)

Katharina Brenner, Philipp Noll, Chantal Treinen und Marius Henkel

Das Forschungsprojekt umfasst eine vergleichende Ökobilanzierung (LCA) und eine techno-ökonomische Analyse (TEA) von kultiviertem Fleisch. Ziel ist es, die ökologischen und wirtschaftlichen Auswirkungen verschiedener Proteinquellen zu vergleichen, darunter Kultiviertes Fleisch (CM), Produkte der Precision Fermentation und traditionelle Landwirtschaft. Zu den Schlüsselementen des Projekts gehören:

- Verwendung von Daten aus der (industriellen) Praxis zur Bewertung der Umweltauswirkungen und des Energiebedarfs der einzelnen Proteinquellen.
- Kritische Analyse bestehender LCA-Annahmen über kultiviertes Fleisch und deren Anpassung mit aktuellen, realistischen Daten.
- Durchführung von Szenarioanalysen, um zu untersuchen, wie sich verschiedene Annahmen auf die Ökobilanzen auswirken, und Anwendung von Monte-Carlo-Simulationen zur Vorhersage künftiger CM-Emissionen.

- Einhaltung der ISO14044-Normen, wobei der Schwerpunkt auf der Bewertung des Energieverbrauchs, der Treibhausgasemissionen und der Flächennutzung bei der CM-Produktion liegt.

Das Ergebnis soll ein umfassendes Verständnis der ökologischen und wirtschaftlichen Auswirkungen verschiedener Proteinquellen vermitteln und zu einer fundierten Entscheidungsfindung in der nachhaltigen Lebensmittelproduktion beitragen.

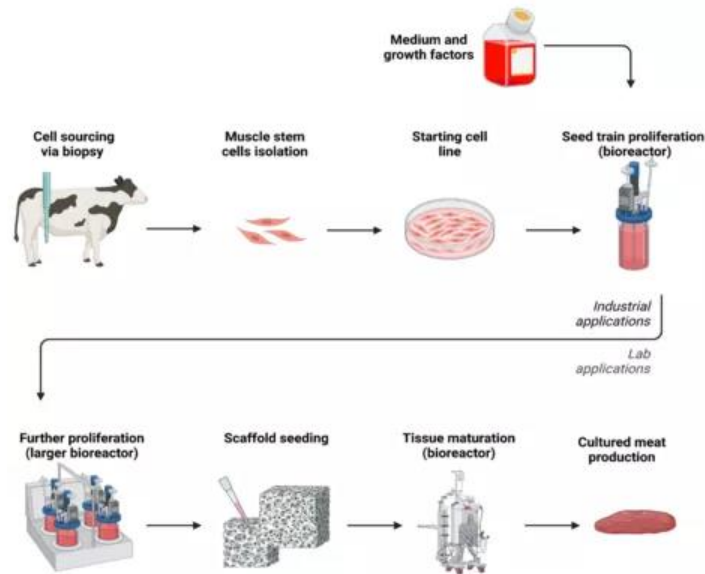


Abbildung 6: Überblick über einen möglichen Prozess zur Herstellung von kultiviertem Fleisch

Professur für Food Process Engineering

Adresse

Weihenstephaner Berg 1
D-85354 Freising-Weihenstephan
Telefon: 08161-71-4205
Internet: <https://www2.ls.tum.de/fpe>
E-Mail: sekretariat.fpe@ls.tum.de

Personal

Leitung	Prof. Dr.-Ing. Petra Först	-3535
Assistentin	Sabine Becker	-4205
Wissenschaftler	Dr.-Ing. Regina Bittner (ab 16.10.23)	-3942
	M.Sc. Sebastian Gruber	-3534
	M.Sc. Joshua Greiner (ab 15.06.23)	-3538
	M.Sc. Mathias Hilmer	-3534
	M.Sc. Isabel Kalinke	-5317
	M.Sc. Christian Kürzl (bis 31.12.23)	-3481
	Dr.-Ing. Mine Özcelik Kocak (bis 30.04.23)	-3538
	M.Sc. Marius Reiter	-5317
	Dipl.-Ing. (FH) Michael Reitmaier	-3481
	M.Sc. Martin Schugmann	-3538
	M.Sc. Monika Wehrli (ab 26.04.2023)	-3583
	M.Sc. Carolin Wolf (ab 01.01.2024)	-3856
Doktoranden	Carmen Ederer	-3538
	Claudia Hengst	-3856
	B.Sc. Andreas Matyssek bis 30.09.2023	-3855
	Hermine Roßgoderer	-3534
	Günther Unterbuchberger	-3942
	Heidi Wohlschläger	-3941

Gäste	Dr. Ayobami Oladejo seit 01.08.23	-3856
	Schichao Xie seit 01.07.2023	-3855

Vorwort

In den ersten 1,5 Jahren hat sich die Professur Food Process Engineering (FPE) gut etabliert und 2 große und 4 kleinere Forschungsprojekte sind bewilligt. Wir sind inzwischen bei einer Gruppengröße von 17 Mitarbeitern angelangt.

Inhaltlich befassen wir uns vor allem mit der Prozessierung von alternativen Proteinen, von der Extraktion über die Aufreinigung bis zur Trocknung. Von diesen Prozessschritten hängt auch die Strukturbildungsfähigkeit der Proteine ab. Trotz des jahrzehntelangen Fortschritts gibt es jedoch auch noch viele offene Fragestellungen im Hinblick auf die Prozessierung von tierischen Lebensmitteln wie der Milch. Spannend ist auch, wie sich rekombinant erzeugte Milchproteine bei der Weiterverarbeitung verhalten.

Bei der Extraktion liegt unser Fokus zum einen auf der trockenen, also lösungsmittelfreien Proteingewinnung, zum andern auf der nassen Gewinnung von nativen, definierten Proteinfractionen mittels Membrantrenntechniken. Ein weiterer Fokus unserer Forschung liegt in der Entwicklung neuer Trocknungsverfahren. Die Strukturbildung sowie Prozess-Struktur-Interaktionen wollen wir mittels modernster bildgebender Methoden in-situ untersuchen, wie z.B. der Neutronenbildgebung oder der Mikro-Computertomographie. Dazu haben wir im August 2023 einen Großgeräteantrag bei der Deutschen Forschungsgemeinschaft zusammen mit Prof. Ahmed (Root-Soil-Interactions) für die Anschaffung eines Mikro-Computertomographen mit hoher zeitlicher und räumlicher Auflösung eingereicht. Im April 2024 wurde der Antrag bewilligt und wir rechnen mit der Installation des Gerätes im Oktober. Im nächsten Jahr werden wir über unsere ersten Ergebnisse berichten.

Im Oktober 2022 ist die Professur Plant Proteins and Nutrition (Prof. Ute Weisz) bei uns im Gebäude eingezogen, mit der wir uns die Räumlichkeiten am Weihenstephaner Berg 1 teilen. Zudem sind wir dadurch in der Lehre entlastet worden und teilen uns die Lehrveranstaltungen auf den Gebieten Lebensmittelverfahrenstechnik und Lebensmitteltechnologie auf.

Die Neugestaltung der Lehrveranstaltungen ist inzwischen schon sehr weit fortgeschritten. Im Bachelor haben wir dieses Jahr im Winter- und Sommersemester eine neue Lehrveranstaltung aufgesetzt, in der die Studierenden die Grundlagen der Lebensmitteltechnologie sowie Lebensmittelverfahrenstechnik vermittelt bekommen. Diese Lehrveranstaltung umfasst Vorlesungen, Praktika sowie ein Seminar. Leider ist in der neuen Studienordnung die Zahl der Praktika deutlich gekürzt worden, womit wir in unserer Lehrveranstaltung etwas entgegenwirken wollen.

In der Senatskommission der DFG zur gesundheitlichen Bewertung von Lebensmitteln, in die ich im März 2023 berufen wurde, haben wir ein Positionspapier herausgegeben, welches die große Bedeutung der Ernährungsforschung in Deutschland hervorhebt und die deutliche Stärkung dieses Forschungsbereichs fordert¹. An vielen Standorten ist die kritische Masse an Professuren in diesem Bereich bereits unterschritten, da wesentliche Professuren fachfremd oder nicht wiederbesetzt wurden. In Zeiten des Klimawandels und globaler Krisen wird meines Erachtens die Ernährungssicherung sowie die Unabhängigkeit von Lieferketten (z.B. durch einfache Umstellung auf einen alternativen Rohstoff) ein zentrales Forschungsfeld.

DFG - Deutsche Forschungsgemeinschaft - Lebensmittel- und Ernährungsforschung in Deutschland zukunftsfähig gestalten

Auszeichnungen 2023

Jaumann, Britta: Preis des Verbandes der Ehemaligen Weihenstephaner Milchwirtschaftler, Bio- und Lebensmitteltechnologien e.V. (WMBL) für die beste Bachelorarbeit mit dem Titel: Milchproteinfraktionierung mittels Mikrofiltration: Einfluss einer Vorbehandlung der Magermilch mit Transglutaminase auf Deckschicht und Prozessleistung, ausgezeichnet am 12.10.2023

Häderle, Franziska: Preis des Verbandes der Ehemaligen Weihenstephaner Milchwirtschaftler, Bio- und Lebensmitteltechnologien e.V. (WMBL) für die beste Masterarbeit mit dem Titel: Prozessoptimierung der Mikrowellen-Erhitzung: Potential des Frequenz-Sweeps in Solid-State-Generator-Systemen, ausgezeichnet am 12.10.2023

Kalinke, Isabel: Preis für „honorable Mention“ (2. Platz) anlässlich des 57th Annual Microwave Powder Symposium (IMPI) am 29.06.2023 in Denver, USA

Forschung

I. Forschungsgebiet Trocknung und Pulvertechnik

In-situ Bildgebung der dynamischen Mikrowellengefrietrocknung mittels Neutronen

In-situ imaging of dynamic microwave freeze-drying using neutrons

Mathias Hilmer, M. Sc.

Die produktschonende und kosteneffiziente Trocknung von sensiblen Produkten in der Lebensmittel- und Pharmaindustrie gewinnt immer mehr an Bedeutung. Da die Gefrietrocknung als besonders produktschonend gilt, wird diese meist zur Trocknung der eben genannten Produkte verwendet. Aufgrund des während der Trocknung limitierten Wärme- und Stofftransports ist der Prozess sehr zeit- und kostenintensiv. [3, 5, 8] Mit Hilfe der Mikrowellengefrietrocknung lässt sich auf Grund des volumetrischen Energieeintrags der Wärmetransportwiderstand minimieren und damit die Prozesszeit deutlich verkürzen. [1, 4] Weiterhin wird der Ansatz verfolgt, dass mit Hilfe eines dynamischen Mikrowellengefrietrockners die Homogenität des Energieeintrags durch die Mikrowellen optimiert sowie der äußere Stofftransportwiderstand der Schüttung eliminieren wird. Dies soll durch die kontinuierliche Durchmischung des Schüttguts erreicht werden.

Um diese Phänomene experimentell untersuchen zu können, ohne den Prozess unterbrechen zu müssen, bietet sich die in-situ Bildgebung mittels Neutronen an.

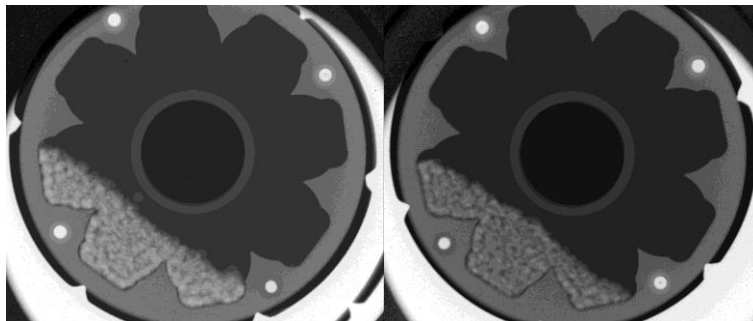


Abbildung 2: In-Situ Aufnahmen zu Beginn der Trocknung (links) und gegen Ende der Trocknung (rechts). Zu Beginn hohe Absorption der Neutronen aufgrund des höheren Eisgehaltes, daher erscheinen die Partikel heller.

Neutronen durchdringen, ähnlich wie Röntgenstrahlung, Festkörper. Proben mit einem hohen Wasserstoffgehalt absorbieren den Neutronenstrahl stark. [2] Demnach absorbieren noch gefrorene Bereiche deutlich stärker als bereits getrocknete Bereiche der Probe. Dadurch lassen sich Bereiche, die bereits getrocknet sind, leicht detektieren und somit der Verlauf der Trocknung beobachten. [6, 7]

Mehrere Gefriertrocknungen konnten mit Hilfe der in-situ Bildgebung am Center for Energy Research in Budapest, Ungarn visualisiert werden. Hierbei wurden die Umdrehungsgeschwindigkeiten (1.2 rpm und 2.4 rpm) der Trommel sowie die Partikelgrößen ($\varnothing$ 1 mm und $\varnothing$ 3mm) variiert. Abbildung 1 zeigt Aufnahmen einer Partikelschüttung bestehend aus $\varnothing$ 3 mm Partikeln, zu Beginn der Trocknung (links) sowie gegen Ende der Trocknung (rechts). Am Anfang der Trocknung ist deutlich zu erkennen, dass die Absorption und damit der Eisgehalt deutlich höher (helleres grau) als zum Ende der Trocknung ist. Demnach lässt sich nach entsprechender Kalibrierung über die Änderung des Grauwertes entlang des Prozesses die Trocknungskinetik der dynamischen Mikrowellengefrier-trocknung in-situ detektieren. Dies wird in Abbildung 2 dargestellt und verdeutlicht die Realisierbarkeit der in-situ Bildgebung bei der dynamischen Mikrowellengefrier-trocknung.

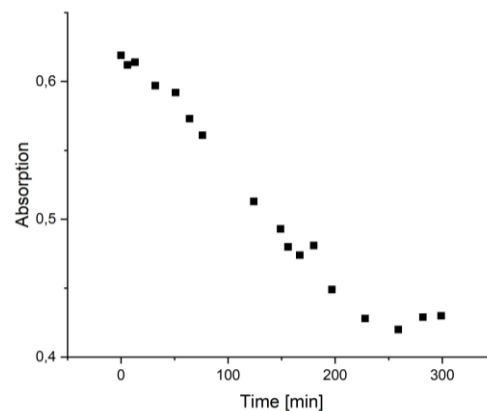


Abbildung 3: Trocknungskinetik abgeleitet aus der Abnahme der Absorption über die Prozesszeit.

Abschließend soll in folgenden Auswertungen der Fokus auf die Homogenität der Trocknung gelegt werden. Dazu sollen die Wassergehalte einzelner Segmente einer Aufnahme verglichen werden. Auf Basis dessen soll eine Aussage getroffen werden, welchen Einfluss die Partikelgröße sowie die Rotationsgeschwindigkeit auf den Trocknungsprozess haben.

Dank: Dieses Vorhaben FKZ: KK5022306BS0 wurde über die AiF im Rahmen des zentralen Innovationsprogramms Mittelstand (ZIM) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Literatur

- [1] S. Ambros, F. Hofer, and U. Kulozik. 2018. Protective effect of sugars on storage stability of microwave freeze-dried and freeze-dried *Lactobacillus paracasei* F19. *Journal of applied microbiology* 125, 4, 1128–1136. DOI: <https://doi.org/10.1111/jam.13935>.
- [2] B. Schillinger, E. Calzada, M. Mühlbauer, and M. Schulz. 2008. Neutronenbilder zeigen was Röntgenstrahlen nicht sehen können. *ICT 2008 2nd Conference on Industrial Computed Tomography (iCT)*, 26-28 Feb 2008, Austria.
- [3] T. Chitu, S. Vessot, R. Peczalski, J. Andrieu, B. Woinet, and A. Françon. 2015. Influence of Operating Conditions on the Freeze-Drying of Frozen Particles in a Fixed Bed and Modeling Data. *Drying Technology* 33, 15-16, 1892–1898. DOI: <https://doi.org/10.1080/07373937.2015.1066386>.

- [4] Xu Duan, Guang Y. Ren, and Wen X. Zhu. 2012. Microwave Freeze Drying of Apple Slices Based on the Dielectric Properties. *Drying Technology* 30, 5, 535–541. DOI: <https://doi.org/10.1080/07373937.2011.648783>.
- [5] Petra Foerst, Sebastian Gruber, Michael Schulz, Nicole Vorhauer, and Evangelos Tsotsas. 2020. Characterization of Lyophilization of Frozen Bulky Solids. *Chem. Eng. Technol.* 43, 5, 789–796. DOI: <https://doi.org/10.1002/-ceat.201900500>.
- [6] S. Gruber, N. Vorhauer, M. Schulz, M. Hilmer, J. Peters, E. Tsotsas, and P. Foerst. 2020. Estimation of the local sublimation front velocities from neutron radiography and tomography of particulate matter. *Chemical Engineering Science* 211, 115268. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ces.-2019.115268>.
- [7] Mathias Hilmer, Jürgen Peters, Michael Schulz, Sebastian Gruber, Nicole Vorhauer, Evangelos Tsotsas, and Petra Foerst. 2020. Development of an experimental setup for in situ visualization of lyophilization using neutron radiography and computed tomography. *Review of Scientific Instruments* 91, 1, 14102. DOI: <https://doi.org/10.1063/1.5126927>.
- [8] Alexander D. Warning, J.M.R. Arquiza, and Ashim K. Datta. 2015. A multiphase porous medium transport model with distributed sublimation front to simulate vacuum freeze drying. *Food and Bioprocess Processing* 94, 637–648. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2014.08.011>.

Effiziente Mikrowellen-Gefriertrocknung: Steigerung der Prozesseffizienz durch die richtige Kammerform

Efficient microwave freeze drying: Increasing process efficiency with the right chamber shape

Isabel Kalinke, M.Sc.

In vielen Industriezweigen, insbesondere in der Pharma-, aber auch Lebensmittelindustrie, ist die Gefriertrocknung ein entscheidender Schritt in der Produktionskette. Doch herkömmliche Verfahren sind zeitaufwendig und energieintensiv. Der Einsatz von Mikrowellen hat sich als Möglichkeit erwiesen, diesen Prozess erheblich zu beschleunigen und den Energiebedarf deutlich zu senken. Die Trocknungszeit kann um bis zu 40-96 % im Vergleich zu traditionellen Gefriertrocknungsverfahren verkürzt werden [1-5], was wiederum zu einer Reduzierung des Gesamtenergiebedarfs um etwa 35 % führt [3,4]. Diese Einsparungen resultieren vor allem aus verkürzten Betriebszeiten der Hauptenergieverbraucher wie dem Eiskondensator und dem Vakuumsystem in Folge der Trocknungszeitverkürzung.

Trotz dieser Vorteile gibt es jedoch Bedenken hinsichtlich unerwünschter Plasmabildung, begrenzter Kontrollierbarkeit von Leistung und Mikrowellenfeld sowie der Reproduzierbarkeit des Mikrowellenprozesses. Neue Technologien wie die Mikrowellen-Solid-State-Generatoren (SS-Generatoren) bieten jedoch Lösungen für diese Herausforderungen. Durch die gezielte Anpassung von Leistung, Phase und Frequenz des Mikrowellenfeldes ermöglichen diese Generatoren eine präzise Kontrolle des Mikrowellenfeldes [6]. Eine zuverlässige Leistungseinstellung reduziert das Risiko ungewollter Plasmazündung, wie bereits im Jahresbericht 2022 gezeigt werden konnte [7]. Darüber hinaus ermöglichte die gezielte Anpassung der Mikrowellenfrequenz an das zu trocknende Produkt über neuartige SS-Generatoren eine signifikante Zeit- und Energieeinsparung (ca. 23 %) im Vergleich zum herkömmlichen Magnetron-Generator [7].

Die optimale Frequenz für eine energieeffiziente Mikrowellenanregung kann sich jedoch im Verlauf eines Gefriertrocknungsprozesses verändern [8]. Dies erschwert die Implementierung einer erfolgreichen Frequenzanpassung während der Mikrowellen-Gefriertrocknung. Denn es macht eine kontinuierliche Anpassung der Mikrowellenfrequenz über den Trocknungsprozess erforderlich, um die höchstmögliche Energieeffizienz

bei gleichzeitig minimiertem Plasmarisiko zu erzielen. Eine automatisierte Frequenzanpassung ist prozess-technisch in neuen SS-Generatoren bereits grundsätzlich möglich. Jedoch haben unsere Untersuchungen gezeigt, dass das in einigen Generatoren implementierte automatische Tracking der effizientesten Anregungsfrequenz für Gefriertrocknungsprozesse nicht zuverlässig funktioniert.

Die gefrorenen Proben in der Gefriertrocknung reagieren dabei anders auf eine frequenzabhängige Mikrowellenanregung als dies aus der Mikrowellen-Erhitzung bekannt ist, weshalb existierende Frequenz-Tracking-Funktionen in der Mikrowellengefrier-trocknung ihre Aufgabe nur unzureichend erfüllen.

Dieses Problem kann jedoch durch die Wahl der richtigen Bauform der Mikrowellenkammer umgangen werden. Dies haben wir in Untersuchungen zum Anregungsverhalten verschiedener Trocknungsgüter über den Gefriertrocknungsprozess und in unterschiedlichen Mikrowellen-Gefriertrocknungsanlagen herausgefunden. Interessanterweise wurde dabei festgestellt, dass in zylindrischen Trocknungskammern (siehe Abbildung 1) keine signifikante Verschiebung der „optimalen“ Anregungsfrequenz auftritt, während dies bei quaderförmigen Kammern der Fall ist [8]. Während bei einer quaderförmigen Bauweise eine kontinuierliche Frequenzanpassung über den Trocknungsprozess erforderlich ist, reicht bei zylindrischen Anlagen eine einmalige Frequenzanpassung am Anfang des Prozesses aus, um das volle Potential hinsichtlich einer signifikanten Zeit- und Energieeinsparung über gezielte Frequenzwahl auszuschöpfen.

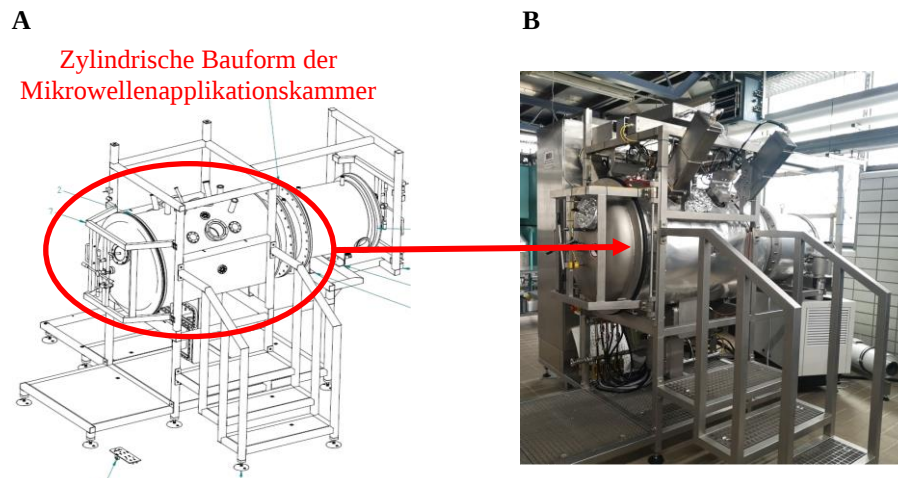


Abbildung 4: Darstellung einer Mikrowellen-Gefriertrocknungsanlage mit zylindrischer Kammerform: A) Schematische Darstellung mit hervorgehobenem Bereich der zylindrischen Mikrowellenapplikationskammer; B) Fotografie derselben MWGT-Anlage im Technikum der Professur.

Eine zylindrische Bauform in Verbindung mit der gezielten Frequenzanpassung zu Beginn des Prozesses erhöht zudem die Sicherheit des Gefriertrocknungsprozesses in Bezug auf eine ungewollte Plasmabildung, verursacht durch eine Anregung bei einer ungeeigneten Mikrowellenfrequenz. Zudem bietet die zylindrische Bauweise zusätzlich eine verbesserte mechanische Stabilität der Vakuumkammer. Aus diesen Erkenntnissen lassen sich wichtige Schlussfolgerungen für den Bau entsprechender Mikrowellengefrier-trocknungsanlagen ziehen. Durch die Auswahl der richtigen Mikrowellenapplikationskammer können die Investitionskosten für entsprechende Mikrowellen-Gefriertrocknungsanlagen in Zukunft reduziert werden, während gleichzeitig das volle Potential einer gezielten Frequenzanpassung ausgeschöpft werden kann.

Dank: Dieses IGF-Vorhaben AiF 22205 des Forschungskreises der Ernährungsindustrie e.V. (FEI) wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Literatur:

- [1] Gitter JH, Geidobler R, Presser I et al. (2018) Significant drying time reduction using microwave-assisted freeze-drying for a monoclonal antibody. *J Pharm Sci* 107:2538–2543. <https://doi.org/10.1016/j.xphs.2018.05.023>
- [2] Ambros S, Mayer R, Schumann B et al. (2018) Microwave-freeze drying of lactic acid bacteria: Influence of process parameters on drying behavior and viability. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 48:90–98. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.-2018.05.020>
- [3] Ozcelik M, Heigl A, Kulozik U et al. (2019) Effect of hydrocolloid addition and microwave-assisted freeze drying on the characteristics of foamed raspberry puree. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 56:102183. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.-2019.102183>
- [4] Jiang H, Zhang M, Liu Y et al. (2013) The energy consumption and color analysis of freeze/microwave freeze banana chips. *Food and Bioprocess Processing* 91:464–472. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2013.04.004>
- [5] Abbasi S, Azari S (2009) Novel microwave-freeze drying of onion slices. *International Journal of Food Science & Technology* 44:974–979. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01774.x>
- [6] Atuonwu, J; Tassou, S (2018) Quality assurance in microwave food processing and the enabling potentials of solid-state power generators: A review. *Journal of Food Engineering* 234:1–15. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2018.04.009>
- [7] Kalinke, I (2023): Potential innovativer Solid-State-Mikrowellengeneratoren in der Mikrowellen-unterstützten Gefriertrocknung. Potentials of innovative solid-state microwave generators in microwave-assisted freeze drying. In: *Milchwissenschaftliche Forschung* Weihenstephan 2022.
- [8] Sickert, T; Kalinke, I; Christoph, J; Gaukel, V (2023): Microwave-Assisted Freeze-Drying with Frequency-Based Control Concepts via Solid-State Generators. A Simulative and Experimental Study. In: *Processes* 11 (2), S. 327. DOI: 10.3390/pr11020327.

II. Forschungsgebiet In-situ Messtechnik und Bildanalyse

3D In-Situ Untersuchung des Gefriertrocknungsprozesses

Bestimmung der Mikrostruktur und dessen Einfluss auf Gefriertrocknungskinetiken

Determination of microstructure and its impact on freeze-drying kinetics

Sebastian Gruber, M.Sc.

Die Gefriertrocknung ist ein wichtiges Trocknungsverfahren und wird vor allem in der Pharma- als auch Lebensmittelindustrie angewendet. Hierbei wird das Produkt zunächst gefroren, bevor das Eis mittels Sublimation entfernt wird. Die Gefriertrocknung gilt im Allgemeinen als ein sehr schonendes Trocknungsverfahren, welches sich durch geringe Strukturveränderungen und dem Erhalt wichtiger Inhaltsstoffe auszeichnet. Für flüssige Systeme wird die Porenstruktur des zu trocknenden Produktes durch den Gefrierschritt festgelegt.

Es konnte bereits in der Vergangenheit gezeigt werden, dass vor allem die Porengröße einen entscheidenden Einfluss auf die Trocknungskinetik ausübt [1-3]. Die Trocknungsgeschwindigkeit erhöht sich mit zunehmender Porengröße. Da die Porenstruktur allerdings oft heterogen ist und somit die Poren auch verschiedenste Formen annehmen können, spielen aber auch Faktoren wie Porengeometrie und Porenorientierung eine entscheidende Rolle.

Zudem kann sich die Struktur während der Trocknung ändern. Diese Tatsachen wurden allerdings bisher in der Literatur kaum berücksichtigt.

Für die Analyse solcher Effekte sind bildgebende, nichtinvasive Analyseverfahren unerlässlich. In der Vergangenheit wurden hierzu lyomikroskopische Aufnahmen angefertigt. Diese haben allerdings den Nachteil, dass sie nur 2D-Informationen bereitstellen. Viel geeigneter erscheint hier die Computertomographie, die 3D-Informationen über die Struktur bereitstellen. Da es sich bei der Gefriertrocknung allerdings um einen dynamischen Prozess handelt, ist die Erweiterung auf dynamische Computertomographie (4D-XCT) äußerst sinnvoll.

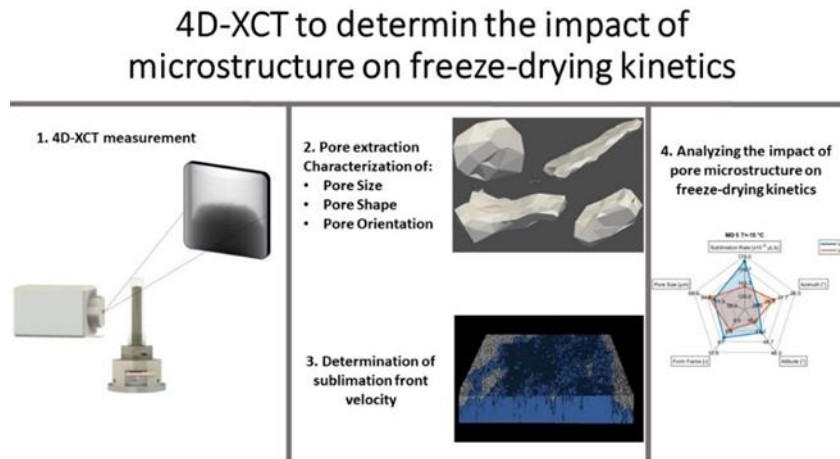


Abbildung 1: Workflow zur Bestimmung des Einflusses der Mikrostruktur auf den Gefriertrocknungsprozess mittels 4D-XCT.

Da die Mikrostruktur des zu trocknenden Materials starken Einfluss auf die Gefriertrocknung nimmt, ist es Ziel meiner Arbeit, diesen Einfluss auf den Gefriertrocknungsprozess von gefrorenen Zuckerlösungen zu beschreiben. Hierbei soll der Einfluss von Porengröße, Porenorientierung und Porengeometrie auf die örtliche Trocknungskinetik und Porenverformung genauer beschrieben werden. Hierzu wurde erstmals eine dynamische mikro-Computertomographie (4D-XCT) während des Gefriertrocknungsprozesses in-situ angefertigt. Dazu wurde die bereits vorgestellte in-situ Gefriertrocknungszelle [4] verwendet. Es konnte gezeigt werden, dass die Porengröße oberhalb einer bestimmten Länge/eines Durchmesserverhältnisses nicht mehr der entscheidende Strukturparameter ist. Vielmehr spielt in diesem Fall die Orientierung der Poren eine Rolle [5]. Diese Erkenntnis ist mit Hinblick auf gezielte Produktstrukturierung von großer Bedeutung und bietet Anwendern neue Möglichkeiten, den Trocknungsprozess gezielt zu beschleunigen ohne Produktschädigungen aufgrund zu hoher Temperaturen herbeizuführen.

Neben den gewonnenen Erkenntnissen dienen die XCT-Daten auch zur Erstellung eines Porennetzwerkmodells (PNM) in Kooperation mit der Otto-von-Guericke Universität Magdeburg [6,7]. Dieses PNM ermöglicht es, Gefriertrocknungsprozesse basierend auf realen Strukturdaten zu simulieren, um anhand der experimentell ermittelten Daten zu validieren.

Dank: Dieses Vorhaben wurde durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Projekts FKZ: 413284489 gefördert.

Literatur:

- [1] Foerst, P.; Melo de Carvalho, T.; Lechner, M.; Kovacevic, T.; Kim, S.; Kirse, C.; Briesen, H. Estimation of mass transfer rate and primary drying times during freeze-drying of frozen maltodextrin solutions based on x-ray -computed tomography measurements of pore size distributions. *J. Food Eng.* 2019, 260, 50–57.
- [2] Assegehegn, G.; La Brito-de Fuente, E.; Franco, J.M.; Gallegos, C. The Importance of Understanding the Freezing Step and Its Impact on Freeze-Drying Process Performance. *J. Pharm. Sci.* 2019, 108, 1378–1395.
- [3] Nakagawa, K.; Tamiya, S.; Sakamoto, S.; Do, G.; Kono, S. Observation of Microstructure Formation During Freeze-Drying of Dextrin Solution by in-situ X-ray Computed Tomography. *Front. Chem.* 2018, 6, 418.
- [4] Hilmer, M., Gruber, S., & Foerst, P. Development of a Freeze-Drying Stage for In-Situ μ -CT Measurements. *Processes*, 2020, 8(7), 869.
- [5] Gruber, S.; Thomik, M.; Coppens, F.; Vorhauer-Huget, N.; Tsotsas, E.; Foerst, P. In-situ analysis of the 3-D microstructure and its impact on the freeze-drying kinetics, In: *Proceedings of the European Drying Conference (EuroDrying)*, Lodz, Polen, July 4-7, 2023.
- [6] Thomik, M., Gruber, S., Foerst, P., Tsotsas, E., & Vorhauer-Huget, N. Determination of 3D pore network structure of freeze-dried maltodextrin. *Drying Technology*, 2022, 40(4), 748–766.
- [7] Thomik, M., Faber, F., Gruber, S., Foerst, P., Tsotsas, E., & Vorhauer-Huget, N. A Non-Isothermal Pore Network Model of Primary Freeze Drying. *Pharmaceutics*, 2023, 15(8).

III. Forschungsgebiet Trenntechnik

Einfluss des Mahlgutwassergehaltes auf die Vermahlung von Ackerbohnen als Vorbereitung für die trockene Fraktionierung

Influence of seeds' moisture on grinding of faba beans as a requisite for dry fractionation

Joshua Greiner, M.Sc.; Zoe Kranz, B.Sc.

Unter dem Titel „Gesundes Essen für Deutschland“ verabschiedete das Bundeskabinett am 17. Januar 2024 die Ernährungsstrategie der Bundesregierung, welche bei ihren Ernährungsempfehlungen neben gesundheits-technischen Aspekten verstärkt auf einen nachhaltigen Charakter der Ernährung abzielt [1]. Auch die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) passte ihre Empfehlungen hinsichtlich einer nachhaltigeren und umweltschonenderen Ernährung an. Vor allem Lebensmittel tierischen Ursprungs sollen dabei reduziert und ersetzt werden. [2] Der hohe Verbrauch an Ressourcen wie Ackerland und Wasser machen eine Reduktion des Verzehr dieser Lebensmittel unausweichlich. Bereits in den letzten Jahren ist auch in der Gesellschaft eine zunehmende Nachfrage nach pflanzlichen Alternativen zu erkennen. Dieser Wandel zeigt sich vor allem auf dem Markt für Pflanzenproteine, welcher seit 2022 jährlich um etwa 8 % steigt. [3]

Die Gewinnung von pflanzlichen Proteinen erfolgt industriell aktuell durch Nassextraktionsverfahren [4]. Jedoch verlieren diese aufgrund ihres hohen Wasser- und Energieaufwandes, sowie des Prozessstressses zunehmend an Bedeutung. (Abweiserad-)Windsichtung und triboelektrische Trennung stellen zwei trockene Alternativen zu den konventionellen Verfahren dar. Dabei werden die Rohmaterialien nicht mehr aufgrund chemischer, sondern lediglich aufgrund physikalischer Unterschiede der Komponenten getrennt. Die Windsichtung bedient sich dabei der Größenunterschiede zwischen Proteinkörpern (3-10 μm) und Stärkekörnern (25-40 μm), die triboelektrische Trennung bedient sich des in Abhängigkeit der Oberflächeneigenschaften unterschiedlichen Ladeverhaltens der beiden Komponenten. [5]

Die Triboelektrik ist kein zwar Begriff des alltäglichen Sprachgebrauches, aber dennoch ist der Ladungsübergang bei Kontakt ein alltägliches Phänomen: Reibt ein Kind einen Ballon an seinen Haaren beziehungsweise Kleidung und nähert diesen darauf hin dann den eigenen Haaren an, ist der Effekt genauso beobachtbar wie nach einem ausgiebigen „Schlurfen“ über den Teppichboden und dem anschließenden Berühren der Türklinke.

Auch wenn die triboelektrische Trennung aufgrund des Trennmerkmals Oberflächenladung unabhängiger vom vorhergehenden Vermahlschritt ist als die Windsichtung, so müssen dennoch bei beiden trockenen Fraktionierungsverfahren die in den Pflanzensamen und -körnern enthaltenen Komponenten physisch voneinander abgelöst werden. Das bedeutet, dass die Proteinpartikel durch die Vermahlung freigelegt werden müssen. [5] Dies führt zu einer Gratwanderung zwischen Ausmahlgrad, Ablösung Freilegung und Energieaufwand bei der Vermahlung.

Die Vermahlung als Unit-Operation dient vorrangig der Zerkleinerung von Rohstoffen, um diese so in eine anwendungsspezifische Form oder einzelne, enthaltene Komponenten voneinander abzutrennen. [6] Während der Vermahlung wird das Mahlgut mechanischem Stress durch Prall, Abrasion, Attrition und Scherung ausgesetzt, wodurch eine Erhöhung der Freien Energie sowie abschließend die Zerkleinerung resultieren [6], [7]. Das Ergebnis des Mahlprozesses ist zum einen von den mechanischen Eigenschaften des Mahlgutes und zum anderen von der Verteilung, Orientierung und der Intensität des durch das Mahlwerk aufgetragenen Stresses abhängig. Allgemein können zwei Bruchverhalten, der duktile und der spröde Bruch, unterschieden werden. Brechen spröde Materialien wie Zuckerkristalle und Kaffee bei der Aufnahme eines externen Stresses bereits bei geringem Energieaufwand und ohne Formverlust in Einzelstücke, so führt die Belastung beim Mahlen von duktilen Materialien wie trockenen Früchten und Blättern erst nach einer plastischen Verformung zum Bruch. [8]

Der Wassergehalt des Mahlgutes bestimmt in direkter Weise seine mechanischen Eigenschaften. Abhängig von diesem kann das Mahlgut eine spröde beziehungsweise brüchige oder eine plastische bis elastische, viskose oder viskoelastische Struktur aufweisen.

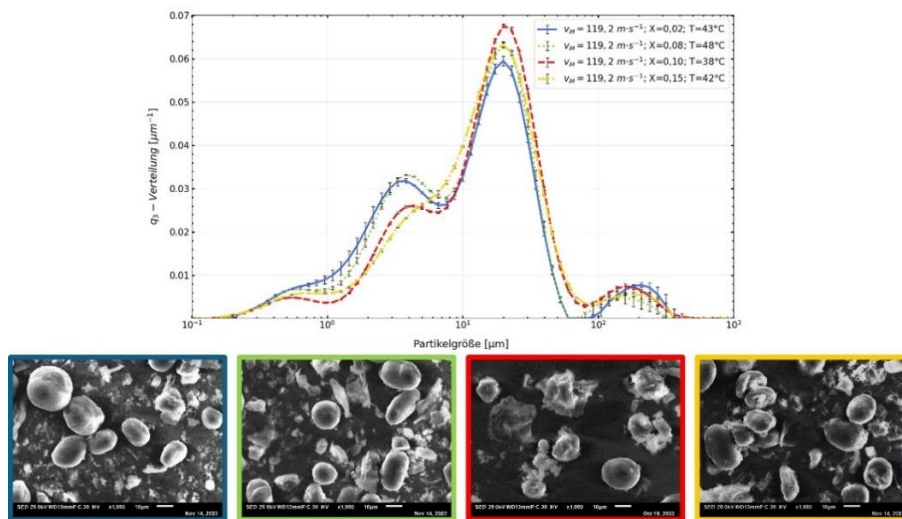


Abbildung 5: Partikelgrößenverteilungen und Rasterelektronenmikroskopaufnahmen von Ackerbohnenpulvern nach Vermahlung der Rohmaterialien mit unterschiedlichen Wassergehalten X in der Ultrazentrifugalmühle ZM 300 (Retsch GmbH, Haan, Deutschland).

Eine gezielte Einstellung des Wassergehaltes geschälter und vorgebrochener Ackerbohnen vor der Vermahlung begünstigt eine feinere Ausmahlung der Rohmaterialien im Vergleich zu einer Vermahlung bei ihrem Ausgangswassergehalt von $X = 0,10$ g Wasser / g Pulver. Dies kann bei Betrachtung der in Abbildung 5 dar-

gestellten Rasterelektronenmikroskopaufnahmen auf zwei unterschiedliche Phänomene zurückgeführt werden: Die hohe Sprödigkeit der trockeneren Ackerbohnen ($X = 0,02$ & $0,08$ g/g) führt zu einem Splintern der Bohnen beim Prall aufeinander oder auf den Rotor der Prallmühle. Dies führt zur Entstehung sehr kleiner, feiner und unregelmäßiger Bruchstücke. Durch die Erhöhung des Wassergehaltes ($X = 0,15$ g/g) verhält sich das Rohmaterial wesentlich duktiler, sodass neben der Hauptbelastung durch Prall ein vom Wassergehalt abhängiger Anteil Attrition in die Belastung miteingeht. Dadurch kommt es zu einem stärkeren Abscheren der an Stärkekörnern haftenden Proteinpartikel. Daraus resultierten ein höherer Feinanteil (Partikel $\leq 10 \mu\text{m}$) im Pulver, sowie eine verbesserte Freilegung der auf den REM-Aufnahmen ovaloiden Stärkekörnern. Hinzu kommt die Beobachtung von Pelgrom et al., welche zeigten, dass sich die in den Keimlingszellen in eine Proteinmatrix eingebetteten Stärkekörner bei Überschreiten der Glasübergangstemperatur einer beziehungsweise beider Komponenten wesentlich besser aus der Matrix lösen als im Glaszustand. [9] In weiteren Versuchen soll nun geklärt werden, ob durch ein gezieltes Einstellen von Wassergehalt und (Mahl-) Temperatur eine signifikante Verbesserung der Freilegung der Stärkekörner erreicht werden kann, um so einen möglichst idealen Ausgangszustand für die trockene Fraktionierung zu schaffen.

Dank: Dieses Vorhaben der Forschungsvereinigung Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V. (FEI) 22876 N „Trockene Aufbereitung von Pflanzenproteinen“ wird im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutsche Bundestages gefördert.

Literatur:

- [1] Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL): Gutes Essen für Deutschland, 2024.
- [2] Schäfer AC, Boeing H, Conrad J, Watzl B für die DGE Arbeitsgruppe Lebensmittelbezogene Ernährungsempfehlungen: Wissenschaftliche Grundlagen der lebensmittelbezogenen Ernährungsempfehlungen für Deutschland. Methodik und Ableitungskonzepte. Ernährungs Umschau 2024; 71(3): M158–66. e5–7.
- [3] Statista. (September 14, 2022). Plant protein market value worldwide from 2022 to 2027 (in billion U.S. dollars) [Graph]. In Statista. Retrieved April 29, 2024, from <https://www.statista.com/statistics/658619/global-plant-protein-market-value/>
- [4] Schlangen, M., Taghian Dinani, S., Schutyser, M. A., & van der Goot, A. J. (2022). Dry fractionation to produce functional fractions from mung bean, yellow pea and cow-pea flour. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 78, 103018.
- [5] Schutyser, M., & van der Goot, A. J. (2011). The potential of dry fractionation processes for sustainable plant protein production. *Trends in Food Science & Technology*, 22, 154–164.
- [6] Baudelaire, E. D. (2013): 6 - Grinding for food powder production. In: Bhesh Bhandari, Nidhi Bansal, Min Zhang und Pierre Schuck (Hg.): *Handbook of Food Powders* : Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition: Woodhead Publishing, S. 132–149.
- [7] Semsari Parapari, P., Parian, M., & Rosenkranz, J. (2020). Breakage process of mineral processing comminution machines – An approach to liberation. *Advanced Powder Technology*, 31, 3669–3685.
- [8] Klimpel, R. R., & Austin, L. G. (1965). The statistical theory of primary breakage distributions for brittle materials. *AIME Trans*, 232, 88–94.
- [9] Pelgrom, P. J. M., Schutyser, M. A. I., & Boom, R. M. (2013). Thermomechanical Morphology of Peas and Its Relation to Fracture Behaviour. *Food and Bioprocess Technology*, 6, 3317–3325.

Eine alternative und wesentlich produktschonendere Methode zur Gewinnung von Pflanzenproteinfraktionen stellt die Anwendung von Membrantrenntechnik dar. Der ebenfalls mittels alternativer Extraktionsmittel erhaltene Pflanzenproteinextrakt kann nach zentrifugaler Abtrennung größerer Störstoffe (Fasern, Stärke etc.) mittels Membrantrenntechnik weiter selektiv aufgetrennt werden. Das Upscaling und die Machbarkeit wurde bereits bestätigt. Im Fokus steht insbesondere eine produktschonende Prozessführung und damit die Gewinnung von nativem Protein. Durch die Anwendung alternativer Extraktionsmittel (Salze, physikalische Verfahren) wird eine Proteinschädigung bereits während der Extraktion vermieden.

Die weitere Aufreinigung, Fraktionierung und Entsalzung wird gegenwärtig mittels Membranfiltrationskaskaden (MF, UF, NF, UO) etabliert, skaliert und optimiert (Abb. 1). Durch eine optimierte Extraktion und Fraktionierung von Pflanzenproteinen mittels der Kombination aus Zentrifugal- und Membrantrenntechnik wird ein wertvoller Beitrag zur Herstellung von Proteinisolaten gleichbleibender und klar definierter Produktqualität geleistet. Mit diesem Wissen ist es zukünftig möglich, den gesamten Prozess, von der Rohstoffvermahlung und Extraktion bis zur Fraktionierung und Funktionalisierung, an die Anforderungen des jeweiligen Endproduktes anzupassen und zu optimieren.

Literatur:

- [1] Liuyi Chang, Yang Lan, Nonoy Bandillo, Jae-Bom Ohm, Bingcan Chen, and Jiajia Rao. 2022. Plant proteins from green pea and chickpea: Extraction, fractionation, structural characterization and functional properties. *Food Hydrocolloids* 123, 107165. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107165>.
- [2] Remco Kornet, Jack Yang, Paul Venema, Erik van der Linden, and Leonard M. Sagis. 2022. Optimizing pea protein fractionation to yield protein fractions with a high foaming and emulsifying capacity. *Food Hydrocolloids* 126, 107456. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.107456>.
- [3] Han-Ni Liang and Chuan-He Tang. 2013. pH-dependent emulsifying properties of pea [*Pisum sativum* (L.)] proteins. *Food Hydrocolloids* 33, 2, 309–319. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.04.005>.
- [4] Florian Schmidt, Max Blankart, Janina Wanger, Markus Scharfe, Theresa Scheuerer, and Jörg Hinrichs. 2022. Upscaling of alkaline pea protein extraction from dry milled and pre-treated peas from laboratory to pilot scale: Optimization of process parameters for higher protein yields. *Food Measure* 16, 6, 4904–4913. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11694-022-01558-0>.
- [5] Andrea K. Stone, Anna Karalash, Robert T. Tyler, Thomas D. Warkentin, and Michael T. Nickerson. 2015. Functional attributes of pea protein isolates prepared using different extraction methods and cultivars. *Food Research International* 76, 31–38. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.11.017>.
- [6] Caren Tanger, Julia Engel, and Ulrich Kulozik. 2020. Influence of extraction conditions on the conformational alteration of pea protein extracted from pea flour. *Food Hydrocolloids* 107, 105949. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2020.105949>.
- [7] Caren Tanger, Johannes Mertens, and Ulrich Kulozik. 2022. Influence of extraction method on the aggregation of pea protein during thermo-mechanical treatment. *Food Hydrocolloids* 127, 107514. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.-2022.107514>.
- [8] Jingqi Yang, Sara Zamani, Li Liang, and Lingyun Chen. 2021. Extraction methods significantly impact pea protein composition, structure and gelling properties. *Food Hydrocolloids* 117, 106678. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106678>.

IV. Forschungsgebiet Lebensmittelstruktur- und -textur

Direktgelierung von mizellarem Caseinpulver mittels Extrusion

Direct gelation of micellar casein powder by extrusion

Michael Reitmaier, Dipl.-Ing. (FH)

Aufgrund verfahrenstechnischer Vorteile wird die Verwendung flüssiger Caseinmizellkonzentrate für eine molkefreie Käseherstellung angestrebt. Diese Konzentrate neigen bei niedrigen Temperaturen zum reversiblen Gelieren („Cold-gelation“). Dies limitiert auch die erzielbare Trockenmasse vor der Trocknung zur Erzeugung des Pulverderivats „Mizellares Casein“ (MCP). Untersuchungen hierzu zeigen, dass mit Zunahme des Konzentrierungsgrades eine Erhöhung der zur Gelierung führenden Temperatur bis in den Bereich von 50 °C auftritt, wobei zumindest partiell irreversible Vernetzung der Mizellen stattfinden dürfte [1]. Die gezielte Nutzung dieses temperaturkontrollierten Mechanismus der Gelierung von Mizellkonzentraten mit einem für Konsumentenprodukte wie Schmelz-, Frisch- oder Labkäse typischen Caseingehalt von >20% ist aus unserer Sicht mittels Doppelschnecken-Extrusion denkbar. Extrusionsverfahren eröffnen die Möglichkeit, in hocheffizienter Weise eine Vielzahl von Lebensmittelstrukturen gezielt mittels der Kombination von Hitze-, Scher- und Druckeinwirkung zu erzeugen. Aus verschiedenen mittels Fällung gewonnenen Caseinerzeugnissen konnten in der Vergangenheit mit Hilfe eines Doppelschneckenextruders bereits erfolgreich Produkte mit supramolekularer Strukturanisotropie und homogener Einbindung der Fettphase erzeugt werden [2]. Daran angelehnt könnte die Rekonstitution von hohen Mengen an MCP mit direkter Überführung in den Gelzustand auch unter Einbindung und Feinverteilung von MilCHFett erzielt werden. Das Potential von MCP als Ausgangsprodukt für die Erzeugung von Gelen mittels 3D-Druck unter Verwendung gezielter Temperaturführung wurde kürzlich aufgezeigt [3] (Ross 2022). 3D-Druck bedarf jedoch homogener Zusammensetzung und Fließfähigkeit des zugeführten Produktes [4]. Dies ist aufgrund der eingeschränkten Löslichkeit hoher MCP-Mengen im Vorfeld dieser Prozessierung schwer realisierbar, was sich auch in einer Inhomogenität der aus MCP erzeugten Gelstrukturen im einfachen 3D-Druck widerspiegelt [3].

Die Doppelschneckenextrusion ist aus unserer Sicht aufgrund der Möglichkeit der Kombination thermischer und mechanischer Einwirkung deutlich besser geeignet, um unter Ausnutzung der Strukturbildungsneigung hochkonzentrierter Caseinmizelllösungen homogene Gelstrukturen zu erzeugen. Davon abgeleitet war die Ausbildung unterschiedlicher Gelstrukturen aus MCP bei simultan erfolgender Rehydratisierung in einem Extruder ohne und mit Einbindung einer Fettphase zentraler Gegenstand der durchgeführten Untersuchungen.

Die Versuche der Machbarkeitsstudie fokussierten sich zunächst auf die Variation der Extrusionsbedingungen zur Erzeugung von möglichst unterschiedlichen Gelstrukturen und hoher Anteile an handelsüblichem MCP.

An einem Doppelschneckenlaborextruder wurde mit unterschiedlichen Mengen an kommerziell erhältlichem MCP (GermanMicell MCC 85 premium, Sachsenmilch Leppersdorf GmbH) untersucht, inwieweit bei einer Prozesstemperatur von 55 °C (durchgehende Einstellung 60 °C am Gerät) unter der Zufuhr von Reinstwasser/Rahm (60 °C) die Ausbildung von Gelstrukturen induziert werden kann. Die Konfiguration der Doppelschnecken war dabei angelehnt an einen typischen Aufbau für die Erzeugung von Fleischersatzprodukten mit mehreren Misch-, Förder- und Scherzonen in Reihe.

Die unter Variation der Extrusionsbedingungen Drehzahl, Massenstrom Zulauf und Flüssigkeits-/Feststoffverhältnis Zulauf entstandenen Gele wurden zunächst optisch charakterisiert.

Im Bereich von 15-35 % TM des zugeführten Produktes mit Wasserphase konnte durch den Extrusionsprozess eine Gelbildung mit sehr unterschiedlichen Strukturen (Abb. 1) induziert werden. Hierbei konnte eine steigende Festigkeit mit Erhöhung der TM im Zulaufstrom als auch Erhöhung der Schneckendrehzahl festgestellt werden. Die meisten Proben zeigten eine gleichmäßige Struktur. Zum Teil lagen leicht expandierte Strukturen, nur selten klumpige Anteile vor.

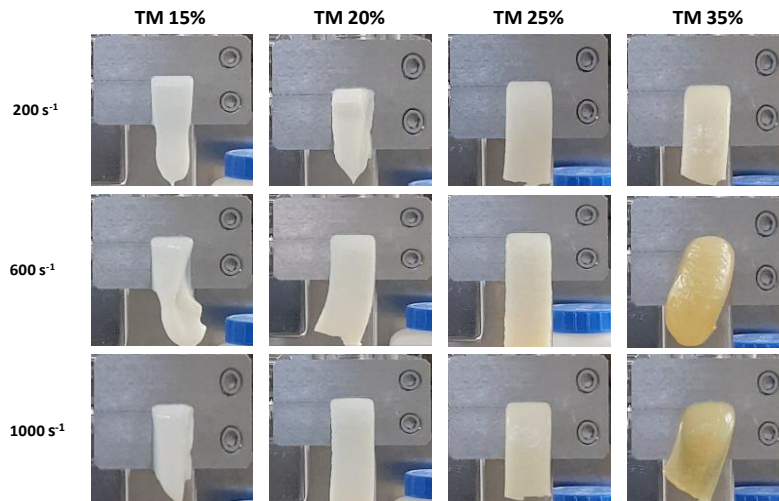


Abbildung 7: Bilder von unter Variation der Trockenmasse (TM) im Zulauf (MCP +Wasser) sowie der Drehzahl der Doppelschnecken bei 55 °C erzeugten Extruderdaten.

Auch bei Produktion mit erhitztem Rahm (38% Fett) als Flüssigphase konnten in einem breiten Einstellungsbereich der Schneckendrehzahl und unter Variation der Menge und Zusammensetzung des Zulaufsubstrats Käse-ähnliche Strukturen unterschiedlicher Ausprägung erzeugt werden (Abb. 2).

Die Haupthypothese bzgl. der Erzeugung von Gelen mit käsetypisch hohem Caseingehalt aus MCP mit Wasser bzw. Rahm mittels Doppelschneckenextrusion konnte in diesen ersten Versuchsreihen bestätigt werden. Dabei ergaben sich in Abhängigkeit sowohl der Zusammensetzung des Zulaufs als auch der Prozessparameter strukturell sehr unterschiedliche Produkte. Bei industrieller Umsetzung dieses Verfahrens könnte bei der Erzeugung von käsetypischen Gelstrukturen auf die Zugabe von Hilfsstoffen wie Schmelzsalzen, Säuerungskultur oder Lab verzichtet werden. Ein gegebenenfalls nachgelagerter Süß- oder Sauermolkeabtrennungsschritt könnte ferner durch die vorgelagerte Erzeugung von besser verwertbarer MF-/Idealmolke ersetzt werden. Weitere geplante Arbeiten konzentrieren sich auf die Charakterisierung erzeugter Produkte mit unterschiedlichem Fettanteil und Gelcharakter. Mittels Variation der Extruderschneckenkonfiguration, der Prozesstemperatur, Milieumodifizierungen oder einer Homogenisierung der Rahmphase könnten weitere gezielte Strukturmodifizierungen induziert werden. Dabei ist für die Erzeugung marktkonformer Produkte mittels dieses Verfahrens neben der Erzielung einer produkttypischen und gleichmäßigen Struktur auch ein käsetypisches Schmelzverhalten von großer Bedeutung.

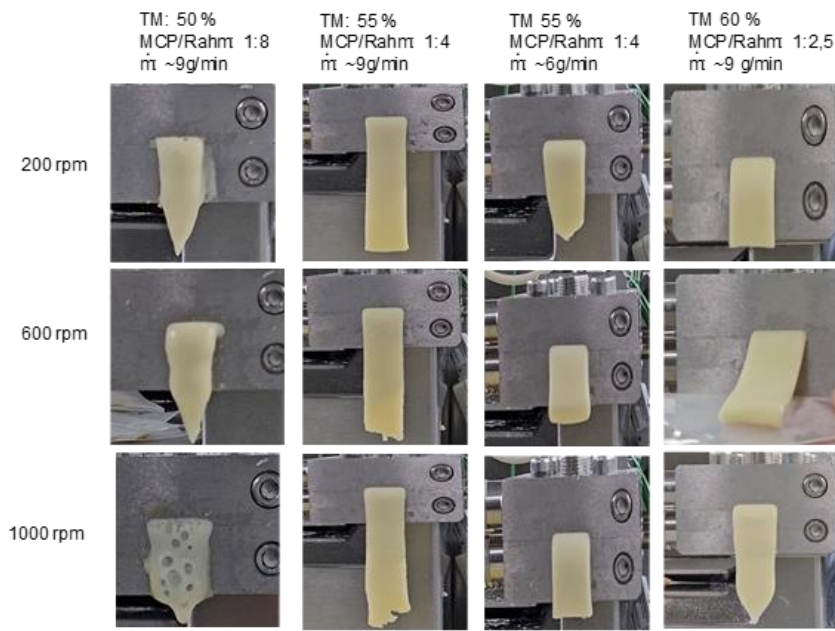


Abbildung 2: Bilder von unter Variation der Menge, Zusammensetzung des Zulaufs (MCP +Wasser) sowie der Drehzahl der Doppelschnecken bei 55 °C erzeugten Extruderdaten.

Literatur:

- [1] Lu, Y., McMahon, J., Vollmer, H.. 2016. Investigating cold gelation properties of recombined highly concentrated micellar casein concentrate and cream for use in cheese making. *Journal of dairy science* 99, 7, 5132-5143. DOI: [https://doi.org/ 10.3168/jds.2015-10791](https://doi.org/10.3168/jds.2015-10791).
- [2] Szpendowski, J.; Śmietana, Z.; Chojnowski, W.; Świgoń, J.. 1994. Modification of the structure of casein preparations in the course of extrusion. *Die Nahrung* 38, 3, 253-258. DOI: [https://doi.org/ 10.1002/food.19940380303](https://doi.org/10.1002/food.19940380303).
- [3] Ross, M.M., Crowley, S.V., Kelly, A.L.. 2022. Applications of micellar casein concentrate on 3D-printed food structures. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 82, 103182, 309–319. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.103182>.
- [4] Daffner, K., Ong, L., Hanssen, E., Gras, S., Mills, T., 2021. Characterising the influence of milk fat towards an application for extrusion-based 3D-printing of casein–whey protein suspensions via the pH–temperature-route. *Food Hydrocolloids* 118, 106642. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106642>.

Dissertationen, Bachelor-, Diplom- und Masterarbeiten

Dissertationen

Haller, Nicole: Separation of the major whey proteins α -Lactalbumin and β -Lactoglobulin by means of selective precipitation and continuous centrifugal separation

Bachelorarbeiten

Fierus, Gunnar: Mikrofiltration von Magermilch: Steigerung der Prozessleistung durch Voraufbringung einer optimierten Deckschicht

Fuchs, Paul: Auslegung und Erprobung einer Trocknungsanlage für eine verfahrenstechnische Teilanlage nach einer automatisierten Nassreinigung (CIP)

Miller, Xavier: Einfluss der Strömungsbedingungen in der Ladestrecke auf die triboelektrische Trennung von Weizenmehl

Schweinitz, Viktoria von: Vergleich der Morphologiebildung bei der konvektiven Tropfentrocknung

Stauder, Leo: Untersuchung der relevanten Prozessparameter auf den Trocknungsverlauf und die Überlebensrate bei der Mikrowellengefrietrocknung von Starterkulturen

Wang, Ziyang: Milchproteinfraktionierung mittels Mikrofiltration: Einfluss einer Vorbehandlung deckschichtbildender Caseinmizellen mit Transglutaminase

Diplomarbeit (kleiner Brauer):

Kölbl, Matthias: Untersuchung verschiedener Prozessparameter bei der Herstellung von Haferdrinks

Masterarbeiten:

Bollwein, Julian: Charakterisierung von Lactose und Maltodextrin mittels dynamisch-mechanischer Analyse

Greiner, Joshua: Entwicklung einer bildbasierten Methode zur Untersuchung der dreidimensionalen Poren-mikrostruktur gefriergetrockneter Produkte und deren Einfluss auf die lokale Trocknungskinetik

Kilger, Mathias: Mathematisches Modell zur Beschreibung der konvektiven Trocknung viskoser, schrumpfender Materialien - Untersuchung der Dünnschichttrocknung von Saccharoselösung

Neureiter, Elen: Untersuchung des Adsorptions- und Reinigungsverhaltens von Tensiden bei der Membranreinigung in der Molkereiindustrie

Pusl, Franziska: Bewertung verschiedener Frequenzverschiebungsstrategien zur gleichmäßigen und energieeffizienten Mikrowellenerhitzung mittels Solid-State-Generatoren

Röder, Johanna: Einsatz von Solid-State-Mikrowellen-Generatoren zur Reduzierung der Inhomogenität und Steigerung der Energieeffizienz in der mikrowellenunterstützten Gefrietrocknung

Schormair, Christian: Methodenentwicklung zur Validierung eines Durchmischungsmodells von Zuckerpartikeln innerhalb einer Schüttguttrommel

Wolf, Carolin: Einfluss der Extrusionsprozessbedingungen auf die Struktur und Sensorik von Fleischanaloga

Vorträge

Jahrestreffen der DECHEMA Fachgruppen Abfallbehandlung und Wertstoffrückgewinnung und Trocknungstechnik vom 06.-07.03.2023 in Dresden

Hilmer, Mathias: Entwurf und Aufbau eines Mikrowellengefrietrockners mit rotierender Schüttguttrommel
55. Technologisches Seminar Weißenstephan, Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnik, 16.03.2023, Freising

Först, Petra: Einsatz von Füllkörpern zur Optimierung der Läuterperformance

Jahrestreffen der DECHEMA Fachgruppen Hochdruckverfahrenstechnik und Lebensmittelverfahrenstechnik vom 13.-15.03.2023 in Bochum

Özcelik, Mine: Dry Fractionation of Protein Enriched Wheat Flour Using Triboelectric Separation

16th European PhD Workshop on Food Engineering and Technology, 09.-10.05.2023 in Kopenhagen, Dänemark

Gruber, Sebastian: How in-situ imaging techniques can help us to better understand process-structure relationships for more sustainable products and processes

15th Annual International Conference on Porous Media, 22.-25.05.2023, Edinburgh, Scotland

Gruber, Sebastian: Using 4D-Imaging to describe the impact of the microstructure on sublimation front patterns

IMPI's 57th Annual Microwave Powder Symposium, 27.-29.06.2023, Denver, USA

Kalinke, Isabel: Potentials of solid-state microwave generators in microwave-assisted freeze drying

13th International Congress on Membranes and Membrane Processes, 09.-14.07.2023, Chiba, Japan

Kürzl, Christian: Improving Efficiency and Sustainability of Membrane Filtration and Cleaning Processes using Pulsed Flow

Reitmaier, Michael: Milk protein fractionation by microfiltration: Effect of pre-treatment of casein micelles with transglutaminase on deposit layer properties and process performance

Weißenstephaner Milchwirtschaftliche Herbsttagung, 13.-14.10.2022, Freising

Reiter, Marius: Extrusion of casein under variation of micellar properties – Potential and challenges

Först, Petra; Gruber Sebastian: Bildgebende Methoden zur Erforschung von Prozess-Struktur-Interaktionen

Kalinke, Isabel: Mikrowellenunterstützte Gefrietrocknung - Schnelle und energieeffiziente Trocknung mittels innovativer Halbleiter-Mikrowellengeneratoren

Kürzl, Christian: Mikrofiltration von Milch: Reinigung von Membranen mittels pulsierender Strömung

Posterpräsentationen

Jahrestreffen der DECHEMA Fachgruppen Hochdruckverfahrenstechnik und Lebensmittelverfahrenstechnik vom 13.-15.03.2023 in Bochum

Gruber, Sebastian: Analyse der Mikrostruktur und deren Einfluss auf die Gefrietrocknungskinetik mittels Computertomographie

8th European Drying Conference, 04.-07.07.2023, Lodz, Polen

Gruber, Sebastian: Analysis of Microstructural Changes during Freeze-Drying in Situ X-Ray Tomography

Veröffentlichungen

Peer-review-Verfahren

Kalinke, Isabel; Kulozik, Ulrich: Irreversible thermochromic ink in the identification of over- and under-processed product segments in microwave-assisted freeze drying. In: Journal of Food Engineering 349, 2023, doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2023.111470.

Kalinke, Isabel; Pusch, Franziska; Häderle, Franziska; Kulozik, Ulrich: A comparative study of frequency-shifting strategies for uniform and energy-efficient microwave heating in solid-state microwave systems. In: Innovative Food Science & Emerging Technologies 86, 2023, doi.org/10.1016/j.ifset.2023.103388

Kürzl, Christian; Hartinger, Martin; Ong, Patrick; Schopf, Roland; Schiffer, Simon; Kulozik, Ulrich: Increasing Performance of Spiral-Wound Modules (SWMs) by Improving Stability against Axial Pressure Drop and Utilising Pulsed Flow. In: Membranes 13, (9) 2023 doi.org/10.3390/membranes13090791.

Kürzl, Christian; Kulozik, Ulrich: Alternating flow direction improves chemical cleaning efficiency in hollow fibre membranes following skim milk microfiltration. In: Journal of Food Engineering 356, 2023, doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2023.111587.

Kürzl, Christian; Kulozik, Ulrich: Comparison of the efficiency of pulsed flow membrane cleaning in hollow fibre (HFM) and spiral-wound microfiltration membranes (SWM). In: Food and Bioprocess Technology 139, 2023, doi.org/10.1016/j.fbp.2023.03.012.

Kürzl, Christian; Kulozik, Ulrich: Influence of pulsed and alternating flow on the filtration performance during skim milk microfiltration with flat-sheet membranes. In: Separation and Purification Technology 321, 2023, doi.org/10.1016/j.seppur.2023.124234.

Maximilian Thomik; Felix Faber; Sebastian Gruber; Petra Foerst; Evangelos Tsotsas and Nicole Vorhauer-Hugert: A Non-Isothermal Pore Network Model of Primary Freeze Drying. In: Pharmaceutics, 2023 (15/8), doi.org/10.3390/pharmaceutics15082131.

Özcelik, Mine; Kulozik, Ulrich: The Role of Maltodextrin Concentration in Maintaining Storage Stability of Dried Fruit Foams Texturized Using Plant Protein–Polysaccharide Blends. In: Foods 12, 2023 (8), doi.org/10.3390/foods12081673.

Perez-Vaquero, Javier; Landauer, Johann; Foerst, Petra: Tribo-electrostatic separation of binary mixtures from polymeric and food materials. In: Journal of Electrostatics 121, 2023, doi.org/10.1016/j.elstat.2022.103772.

Reiter, Marius; Reitmaier, Michael; Haslbeck, Anna; Kulozik, Ulrich: Acid gelation functionality of casein micelles in concentrated state: Influence of calcium supplementation or chelation combined with enzymatic stabilization. In: Food Hydrocolloids 143, 2023, doi.org/10.1016/j.foodhyd.2023.108927.

Sickert, Till; Kalinke, Isabel; Christoph, Jana; Gaukel, Volker: Microwave-Assisted Freeze-Drying with Frequency-Based Control Concepts via Solid-State Generators: A Simulative and Experimental Study. In: Processes 11, 2023 (2), doi.org/10.3390/pr11020327.

Weinberger, Maria (2023): Unsteady Crossflow during Microfiltration and Its Impact on Fouling Occurrence. In: Chemie Ingenieur Technik 95(9), 2023, doi: 10.1002/cite.202300069.

Non Peer-review-Verfahren

Kalinke, I.; Först, P. (2023): Potentials of Solid-State Microwave Generators in Microwave-Assisted Freeze Drying. In: IMPI's 57th Annual Microwave Power Symposium (IMPI 57) 2023 Proceedings.

Kalinke, I.; Hilmer, M.; Först, P. (2023a): Efficient heating and drying using microwaves. A response to rising energy prices. In: FoodLab International (3).

Kalinke, I.; Hilmer, M.; Först, P. (2023b): Energieeffiziente Erhitzung und Trocknung. Mikrowellen als Antwort auf steigende Energiepreise. In: FoodLab (3).

Buchkapitel

Gruber, Sebastian; Foerst, Petra; Thomik, Maximilian; Tsotsas, Evangelos; Vorhauer-Huget, Nicole (Hg.) (2023): Pore Scale Investigation of Freeze-Drying. Album of Porous Media, Springer Nature Switzerland AG.

Technologietransfer

Weihenstephaner Milchwirtschaftliche Herbsttagung des Verbandes Weihenstephaner Milch-wirtschaftler, Bio- und Lebensmitteltechnologien e.V., Freising-Weihenstephan, 12.-13. Oktober 2023 Projektausschusssitzungen zu den nachstehenden, aktiven Forschungsvorhaben.

Im Berichtszeitraum aktive, geförderte Forschungsvorhaben

Öffentliche Förderung

- 1 Schnelle und produktschonende Erwärmung und Gefriertrocknung von Lebensmitteln und biogenen Wirkstoffen mittels Solid-State-Mikrowellengeneratoren. 01.12.2021–31.12.2024
- 2 Proteinverschiebung während der Vermahlung von Weizen mittels triboelektrischer Trennung. 01.01.2021–30.06.2024
- 3 Porennetzwerkmodellierung der Gefriertrocknung auf Basis lyomikroskopischer und tomographischer Messungen. 01.08.2019-31.03.2023
- 4 Entwicklung und Aufbau zweier Mikrowellengefriertrockner im Labormaßstab zur Bestimmung relevanter Prozessparameter sowie der in-situ Bildgebung. 01.01.2021-30.04.2023
- 5 Einsatz trockener Trennverfahren zur Herstellung von funktionellen proteinangereicherten Pulvern aus Hülsenfrüchten mit Fokus auf Vermahlung und trioelektrische Separationstechnologie. 01.04.2023 – 30.09.2025

Anderweitig finanzierte Forschungsprojekte:

- 1 Pea Protein based development of meat analogues 01.04.2022 – 31.03.2025
- 2 Start-up Booster Grant “FoodYou” 06.07.2023 – 31.12.2024
- 3 Untersuchung zur Verkapselung von Haselnussaromaextrakt mittels Sprühtrocknung 15.10.2023 – 30.04.2023

Zusammenarbeit mit wissenschaftlichen Expertengremien und Organisationen bzw. Mitarbeit in Hochschulgremien

Prof. Dr.-Ing. Petra Först

- Berufenes Mitglied in der ständigen DFG Senatskommission zur gesundheitlichen Bewertung von Lebensmitteln
- Mitglied der DFG Gutachterrunde Mechanische Verfahrenstechnik
- Berufenes Mitglied im Wissenschaftlichen Beirat des Forschungskreises der Ernährungsindustrie e.V. (FEI)
- Berufenes Mitglied im ProcessNet-Fachausschuss „Lebensmittelverfahrenstechnik“
- Berufenes Mitglied im ProcessNet-Fachausschuss „Trocknungstechnik“
- Mitglied im Editorial Board von „Particle Processes“



ERFOLG IST...ZUSAMMEN MEHR RAUS- ZUHOLEN.

**IHRE VORTEILE MIT FLOTTWEG TRENNTECHNIK
BEI DER HERSTELLUNG VON PFLANZLICHEN
MILCHALTERNATIVEN**

Dank der verstellbaren Schälsscheibe lassen sich die Zentrifugen für verschiedene pflanzliche Rohstoffe wie Soja, Hafer, Reis, Nuss und Mandeln einsetzen und einfach an neue Rezepturen anpassen. Zentrifugen trennen das Extrakt effizient von der Maische ab. Die hohen G-Kräfte der Dekanterzentrifuge sorgen für eine optimale Klärleistung und eine hohe Flüssigkeitsausbeute durch maximale Feststoffentwässerung.






Engineered For Your Success



WILD UNSERE NATUR. ECHT UNSER GESCHMACK.



www.goldsteig.bayern

OHNE ANWENDUNG
VON GLYPHOSAT

Ohne
Gentechnik



Professur Functional Materials for Food Packaging

Adresse

Maximus-von-Imhof-Forum 2
D-85354 Freising-Weihenstephan
Telefon: 08161-71-6165
Internet: <https://www.lse.ls.tum.de/fmp>
E-Mail: stephen.schrettl@tum.de

Personal

Leitung	Prof. Dr. Stephen Schrettl	-3785
Assistentin	Christina Duffner	-6165
Wissenschaftler	Dr. Karl Glas	-2356
	Dr. Giulia Chiapparini	-3780
	M.Sc. Helge Oesinghaus	-3179
	M.Sc. Verena Wolfarth	-3780
	M.Sc. Lisa Hetzel	-6165
	M.Sc. Raphael Salz	-6165
Technische Mitarbeiter	Leopold Karrer	-5138

Forschung

Die Professur Functional Materials for Food Packaging unter der Leitung von Prof. Dr. Stephen Schrettl wurde im Juni 2022 an der TUM School of Life Sciences in Weihenstephan eingerichtet. Nach dem Studium der Chemie an der Freien Universität Berlin und seiner Masterarbeit an der ETH Zürich forschte Stephen Schrettl an der École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL) in der Schweiz. Dort entwickelte er neue Methoden zur Herstellung von Kohlenstoffnanomaterialien und schloss seine Promotion in den Materialwissenschaften 2014 mit Auszeichnung ab.

Danach setzte Prof. Schrettl seine Forschungsarbeiten als Postdoktorand zunächst an der EPFL und später am Adolphe Merkle Institut (AMI) der Universität Fribourg (Schweiz) fort, wo er zudem Mitglied des Nationalen Forschungsschwerpunkts für Bio-inspirierte Materialien war. Am AMI wurde Prof. Schrettl 2017 zum Forschungsgruppenleiter in Polymerchemie und Materialwissenschaften ernannt. Zusätzlich hielt er von 2020 bis 2021 eine Vertretungsprofessur am Institut für Makromolekulare Chemie der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.

Die Forschungsarbeiten an der Professur Functional Materials for Food Packaging an der TUM School of Life Sciences werden von der Überzeugung geleitet, dass innovative Materialien und neue Ansätze zu ihrer Herstellung den Weg für verbesserte und nachhaltige Technologien ebnen werden. Ziel ist es, neuartige responsive und funktionale Materialien zu entwickeln, wobei ein interdisziplinärer Ansatz verfolgt wird, der Aspekte der organischen und Polymerchemie, der supramolekularen Selbstorganisation, der Materialwissenschaften und weiterer angrenzender Disziplinen kombiniert.

Eine besondere Inspirationsquelle für die interdisziplinären Forschungsbemühungen sind natürliche Materialien, die nicht-kovalente Wechselwirkungen, hierarchische Strukturbildung und komplexe Struktur-Eigenschafts-Beziehungen nutzen, um herausragende Eigenschaften zu erzielen oder bestimmte Funktionen zu erfüllen. Diese Aspekte wollen wir an der Professur Functional Materials for Food Packaging in verschiedenen Anwendungsfeldern nachahmen, um Zugang zu nachhaltigen synthetischen Materialien mit verbesserten Eigenschaften zu erhalten. Diese Materialien sollen die Grundlage für eine Reihe innovativer Technologien bilden, von neuartigen oder verbesserten Verpackungen über innovative Sensorik und Membranen bis hin zu Hochleistungs-Polymermaterialien und -kompositen sowie der Ausnutzung des Mikrobioms zum Polymerabbau und zur Polymersynthese.

Im Folgenden sind einige der aktuellen Projekte der Professur beschrieben.

I. Polymerwissenschaften

Bio-inspirierte Herstellung nachhaltiger Polymermaterialien

Bio-inspired Fabrication of Sustainable Polymer Materials

Prof. Dr. Stephen Schrettl

Innovative Materialien sind ein wesentlicher Bestandteil für eine nachhaltige Zukunft. Um den Bedarf zu decken,¹ müssen zukünftige Polymermaterialien einerseits nachhaltig sein und andererseits fortschrittliche Funktionalitäten wie Selbstheilung, hohe Zähigkeit, mechanische Anpassungsfähigkeit und reversible Kontakthaltung aufweisen. Traditionelle Kunststoffe erfüllen diese Kriterien häufig noch nicht – obwohl sie für viele Anwendungen vorteilhafte Eigenschaften haben, fehlen ihnen fortschrittliche Funktionalitäten und die nachhaltige Herstellung und Wiederverwendung bleibt weiterhin eine Herausforderung.

Die Natur kann hier als Inspiration dienen, um sowohl fortschrittliche Materialeigenschaften als auch nachhaltige Verarbeitung bei polymeren Materialien zu erreichen.² Organismen wie Spinnen und Muscheln nutzen die supramolekulare Selbstorganisation flüssiger Biomoleküle, um unter Umgebungsbedingungen schnell nanostrukturierte polymere Fasern herzustellen, die oft die Eigenschaften unserer besten synthetischen Kunststoffe übertreffen.² Designprinzipien, die von Biopolymeren abgeleitet sind, bieten somit möglicherweise Zugang zu beispiellosen Eigenschaften sowie zu nachhaltiger Herstellung und Biokompatibilität von Kunststoffen. Solche Materialien sind jedoch derzeit nur zu hohen Kosten über relativ ineffiziente, mehrstufige Reaktionen herstellbar.

In der Natur wird die Selbstorganisation der Bausteine in hierarchisch strukturierte Materialien häufig durch spezifische intermolekulare Wechselwirkungen gesteuert.² Supramolekulare Polymere ahmen natürliche Materialien hier nach, da sie durch Selbstorganisation von relativ kleinen Bausteinen gebildet werden, die nicht-kovalent und somit reversibel interagieren, um komplexe Strukturen zu bilden.^{3,4} Typischerweise werden Moleküle dazu mit gerichteten, nicht-kovalenten Wechselwirkungen ausgestattet die über Wasserstoffbrückenbindungen, Metall-Ligand-Koordination oder Wirt-Gast-Wechselwirkungen assoziieren.

Die Koordination von Metallionen, wie sie auch in Fasern von Muscheln und ähnlichen Biomaterialien vorkommt, wird in supramolekularen Polymeren mit Metall-Ligand-Komplexen nachgeahmt, deren Eigenschaften und Strukturen durch Metallsalz oder Ligandendichte eingestellt werden können, was bereits mit reaktiv einfachen Bausteinen Zugang zu komplexen Strukturen ermöglicht. Beispielsweise kann die Assoziation von zwei Liganden mit einem Metallion zur Bildung linearer Polymere führen, während man komplexe Netzwerke erhält, wenn eine größere Anzahl von Liganden an ein einzelnes Metallion bindet.^{5,6} In der Forschungsgruppe von Prof. Schrettl wurde dies bereits genutzt, um die Strukturen und Eigenschaften solcher Materialien zu einzustellen⁷⁻⁹ und verschiedene Arten von metallkoordinierten Nanopartikeln zu erzeugen.¹⁰

Das Gleichgewicht zwischen assemblierten und desassemblierten Zuständen in solchen Polymeren kann durch die Konzentration der Bausteine, die Assoziationsstärke des Motivs, kompetitive Bindungsagenten und externe Stimuli wie Wärme oder Licht beeinflusst werden.^{3,4} Dieser reversible und kontrollierte Übergang zwischen monomeren und polymeren Zuständen verleiht supramolekularen Polymeren viele wünschenswerte responsive, selbstheilende oder mechanisch adaptive Eigenschaften.¹¹ In dem Bemühen, die grundlegenden Anforderungen für polymeren Heilungsprozesse besser zu verstehen, haben wir zuletzt die Bildung gemischter Interphasen während der Heilung untersucht (**Abbildung 1**).¹² Die gewonnenen Erkenntnisse haben es uns ermöglicht, ein grundlegendes Verständnis über die nanoskaligen Veränderungen an der Grenzfläche von weichen Polymerfilmen während des Schweißens oder Siegelns zu etablieren.

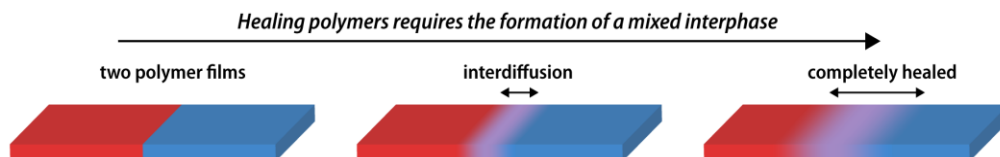


Abbildung 8: Bildung gemischter Interphasen während der Heilung untersucht.¹² Die gewonnenen Erkenntnisse etablieren dabei ein grundlegendes Verständnis über die nanoskaligen Veränderungen an der Grenzfläche von weichen Polymerfilmen während dem Schweißen oder Siegelns.

Der reversible Aufbau von supramolekularen Polymeren macht diese von Natur aus geeignet zur Lösung von Nachhaltigkeitsproblemen, aber die Materialien erreichen bisher allgemein nicht die mechanischen Eigenschaften von herkömmlichen Kunststoffen.³⁻⁵ Die Forschungsgruppe der Professur Functional Materials for Food Packaging hat kürzlich gezeigt, dass diese Einschränkungen überwunden werden können, wenn zwei

verschiedene supramolekulare Polymere in mikrophasenseparierten Mischungen mit lokalen harten und weichen Domänen co-assembliert werden (Abbildung 2).¹³ Durch physikalische Vernetzungseffekte ergab der Ansatz Materialien mit Eigenschaften, die vergleichbar mit herkömmlichen Polymeren wie Polyethylen sind. Die starken Wechselwirkungen zwischen den verwendeten Metall-Ligand-Bindungsmotiven und ihre Fähigkeit zur Ko-Kristallisation sind dabei entscheidend, da dies die bisher stets beobachtete Makrophasenseparation von Polymermischungen unterdrückt. Im Fall der entwickelten Copolymere konnten somit anderweitig nicht mischbare Bausteine in beliebigem Gewichtsverhältnis kombiniert werden, was den Zugang zu responsiven Materialien ermöglicht, deren Eigenschaften eine sonst unerreichbare synergetische Kombination der einzelnen Komponenten widerspiegeln.

Gleichzeitig verringert die Disassemblierung von solchen Copolymeren das Molekulargewicht, was zu einer Reduzierung der Kettenverwicklungen und Viskosität führt. Diese Eigenschaften machen die supramolekularen Copolymere zu attraktiven Kandidaten für eine Verarbeitung zu anisotropen Materialien mit komplexer hierarchischer Struktur. Um diese Möglichkeit aufzuzeigen wurden von der Forschungsgruppe um Prof. Schrettl Filme mit lokal unterschiedlichen mechanischen Eigenschaften hergestellt (Abbildung 2c,d).¹³ Zur Herstellung von Proben mit komplexen Zusammensetzungs- und Eigenschaftsgradienten wurden steifen und weiche Filme gemeinsam verarbeitet. Die erzielten mechanischen Eigenschaftsgradienten ähneln denen komplexerer Biomaterialien, die harte und weiche Gewebe verbinden. Diese Ergebnisse sind aktuell der Ausgangspunkt für Bemühungen in der Produktion von Polymerfilmen mit komplexer Struktur und anisotropen Eigenschaften.

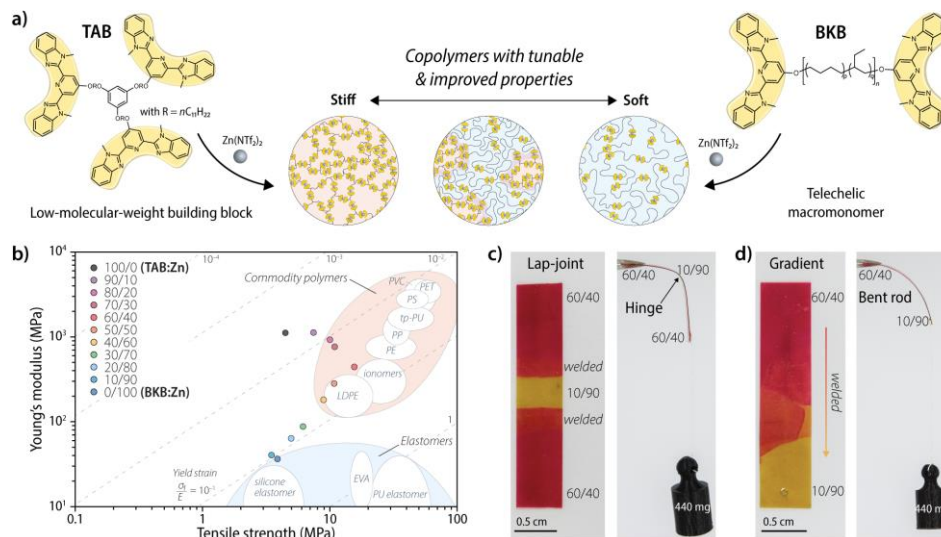


Abbildung 9: Zwei verschiedene Bausteine (TAB und BKB) für supramolekulare Polymere wurden co-assembliert. Die Kombination ergab Materialien mit Eigenschaften, die vergleichbar mit herkömmlichen Polymeren wie Polyethylen sind. Ausserdem können durch eine einfache Schmelzverarbeitung Filme der Copolymere hergestellt werden die komplexen Zusammensetzungs- und Eigenschaftsgradienten aufweisen.¹³

Literatur:

1. Geyer, R.; Jambeck, J. R.; Law, K. L. Production, Use, and Fate of All Plastics Ever Made. *Sci. Adv.* **2017**, 3 (7), e1700782. DOI:10.1126/sciadv.1700782.
2. Rising, A.; Harrington, M. J. Biological Materials Processing: Time-Tested Tricks for Sustainable Fiber Fabrication. *Chem. Rev.* **2023**, 123 (5), 2155–2199. DOI:10.1021/acs.chemrev.2c00465.
3. Brunsveld, L.; Folmer, B. J. B.; Meijer, E. W.; Sijbesma, R. P. Supramolecular Polymers. *Chem. Rev.* **2001**, 101 (12), 4071–4098. DOI:10.1021/cr990125q.
4. Schubert, U. S.; Newkome, G. R.; Winter, A. *Supramolecular Polymers and Assemblies: From Synthesis to Properties and Applications*; Wiley-VCH, 2021.
5. Winter, A.; Schubert, U. S. Synthesis and Characterization of Metallo-Supramolecular Polymers. *Chem. Soc. Rev.* **2016**, 45 (19), 5311–5357. DOI:10.1039/c6cs00182c.
6. Seiffert, S.; Sprakel, J. Physical Chemistry of Supramolecular Polymer Networks. *Chem. Soc. Rev.* **2012**, 41 (2), 909–930. DOI:10.1039/c1cs15191f.
7. Neumann, L. N.; Gunkel, I.; Barron, A.; Oveisi, E.; Petzold, A.; Thurn-Albrecht, T.; Schrettl, S.; Weder, C. Structure–Property Relationships of Microphase-Separated Metallosupramolecular Polymers. *Macromolecules* **2020**, 53 (13), 5068–5084. DOI:10.1021/acs.macromol.0c00876.
8. Mareliati, M.; Tadiello, L.; Guerra, S.; Giannini, L.; Schrettl, S.; Weder, C. Metal–Ligand Complexes as Dynamic Sacrificial Bonds in Elastic Polymers. *Macromolecules* **2022**, 55 (12), 5164–5175. DOI:10.1021/acs.macromol.2c00752.
9. Marx, F.; Pal, S.; Sautaux, J.; Pallab, N.; Stoclet, G.; Weder, C.; Schrettl, S. Plasticization of a Semicrystalline Metallosupramolecular Polymer Network. *ACS Polym. Au* **2023**, 3 (1), 132–140. DOI:10.1021/acspolymersau.2c00044.
10. Neumann, L. N.; Urban, D. A.; Lemal, P.; Ramani, S.; Petri-Fink, A.; Balog, S.; Weder, C.; Schrettl, S. Preparation of Metallosupramolecular Single-Chain Polymeric Nanoparticles and Their Characterization by Taylor Dispersion. *Polym. Chem.* **2020**, 11 (2), 586–592. DOI:10.1039/C9PY01264H.
11. Herbert, K. M.; Schrettl, S.; Rowan, S. J.; Weder, C. 50th Anniversary Perspective: Solid-State Multistimuli, Multiresponsive Polymeric Materials. *Macromolecules* **2017**, 50 (22), 8845–8870. DOI:10.1021/acs.macromol.7b01607.
12. Neumann, L. N.; Oveisi, E.; Petzold, A.; Style, R. W.; Thurn-Albrecht, T.; Weder, C.; Schrettl, S. Dynamics and Healing Behavior of Metallosupramolecular Polymers. *Sci. Adv.* **2021**, 7 (18), eabe4154. DOI:10.1126/sciadv.abe4154.
13. Sautaux, J.; Marx, F.; Gunkel, I.; Weder, C.; Schrettl, S. Mechanically Robust Supramolecular Polymer Co-Assemblies. *Nat. Commun.* **2022**, 13 (1), 356. DOI:10.1038/s41467-022-28017-0.

II. Polymertechnologie in der Wasseraufbereitung

Innovative Faseroptische Sensoren in der Wasseraufbereitung

Innovative Fiber Optic Sensors in Water Treatment

M.Sc. Helge Oesinghaus, Dr. Karl Glas, Prof. Dr. Stephen Schrettl

Die Nutzung fortschrittlicher Polymertechnologie spielt eine zentrale Rolle bei der Entwicklung nachhaltiger und effizienter Wasseraufbereitungsmethoden. In Zusammenarbeit mit Mitgliedern der ehemaligen Arbeitsgruppe Wassertechnologie der TUM School of Life Sciences entwickeln wir innovative faseroptische Sensoren zur Überwachung und Steuerung von Wasseraufbereitungsprozessen. Diese Sensoren bieten eine hohe Sensitivität und Genauigkeit, was entscheidend für die Optimierung der Wasseraufbereitungsprozesse ist.

Polymerwerkstoffe sind in der Wasseraufbereitung elementar, da sie die Grundlage für Ionentauscher sowie für Filtrationsmembranen und die daraus gebauten Spiralwickelmodule bilden. Ein Verständnis für Reaktionen, welche an diesen Polymeroberflächen stattfinden, ist essentiell, um Limitationen in der Wasseraufbereitung zu überbrücken sowie um neue Werkstoffe in die Wasseraufbereitung einzuführen.

In bisherigen Forschungsprojekten wurden beispielsweise faseroptische Sensoren durch eine Oberflächenfunktionalisierung hergestellt, die in die existierenden Feedspacer von Spiralwickelmodulen von Umkehrosmosesystemen integriert werden konnten, sodass Fouling- oder Scalingereignisse frühzeitig detektiert werden können (**Abbildung 3**).¹⁴ Die Erfolge im Bereich der frühzeitigen Membranfoulingerkennung und das verbesserte Verständnis der Foulingprozesse motivierten zu einem großen Verbundprojekt.

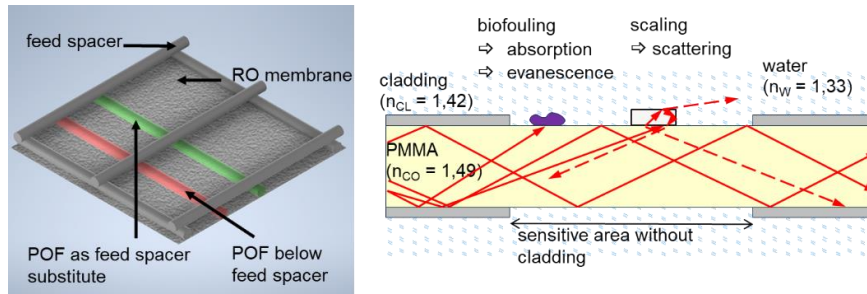


Abbildung 10: Links: Polymer optische Fasersensoren (POF) integriert in den Feedspacer einer RO-Membran. Rechts: Funktionsweise der POF als Fouling-/Scalingsensor mit decladdeter Sensorzone an den Ablagerungen detektiert werden können.^{14,15}

Ziel des positiv begutachteten Forschungsverbundes *BayWater* ist es, Möglichkeiten für maßgeschneiderte, membranbasierte Prozesswasserkreislaufführungen zu erforschen. Dafür sollen je nach Prozessabwasser diverse Vorbehandlungsstufen zum Einsatz kommen, um dem auftretenden Fouling auf den Membranen entgegenzuwirken. Es gilt, bekannte Vorbehandlungsstrategien zu optimieren und neue Ansätze zu entwickeln. Die Auswahl und Kombination der Vorbehandlungsschritte muss individuell an die Abwasserteilströme angepasst werden. Dazu sollen nach einer initialen Abwasseranalyse und der Bestimmung des Foulingpotentials simulativ optimale Vorbehandlungsmethoden ausgelegt werden. Die Entwicklung der entsprechenden Modelle zur simulativen Auslegung wird kontinuierlich durch experimentelle Validierung und detaillierte Membranfoulinganalytik begleitet, um mittels der Simulation in Zukunft verlässliche Vorhersagen zur Zusammenstellung effektiver Aufbereitungsprozesse zu ermöglichen.

Die Forschungsgruppe um Prof. Dr. Stephen Schrettl arbeitet somit kontinuierlich an der Weiterentwicklung von Technologien, die eine Wasseraufbereitung noch effizienter und nachhaltiger gestaltet. Durch die Kombination von Polymertechnologie und Wassertechnologie wollen wir Lösungen schaffen, die sowohl ökologisch als auch ökonomisch vorteilhaft sind und einen wichtigen Beitrag zur nachhaltigen Nutzung der Ressource Wasser leisten können.

Literatur:

1. Hager, S.; Oesinghaus, H.; Bachmann, A.; Meinardus, M.; Hofmann, T. CaCO₃ deposits in reverse osmosis: Part III – Incipient Scaling detection via polymer optical fibre sensors. Comparison to hydrochemical prediction and image analytical methods *Brewing Science* **2023**. DOI: 10.23763/BrSc23-03hager.
2. Oesinghaus, H.; Wanken, D.; Lupp, K.; Gastl, M.; Elsner, M.; Glas, K. Incipient Biofouling Detection via Fiber Optical Sensing and Image Analysis in Reverse Osmosis Processes. *Membranes* **2023**, 13 (6), 553. DOI: 10.3390/membranes13060553.

III. Mikrobieller Abbau von Polymeren

Mikrobieller und enzymatischer Abbau von Polyolefin-Kunststoffen

Microbial and enzymatic biodegradation of polyolefin plastics

Dr. Giulia Chiapparini, M.Sc. Verena Wolfarth, Dr. Melanie Baudrexel, Prof. Dr. Stephen Schrettl

Die globale Umweltverschmutzung durch Plastikmüll ist ein drängendes Problem, das zunehmendes Interesse an nachhaltigen Lösungen weckt.^{16,17} In Deutschland ist Polyethylen (PE) der am häufigsten verwendete Kunststoff, aber weniger als 10% davon werden recycelt. Eine innovative Strategie zur Verbesserung der Recyclingsysteme und zur Bekämpfung der Verschmutzung in kontaminierten Gebieten ist die Nutzung biologischer Prozesse zum Abbau von Kunststoffen. Verschiedene Insekten, Pilze und Mikroorganismen haben das Potenzial gezeigt, Polyolefine abzubauen.¹⁸⁻²¹ Die Mechanismen dieses Abbauprozesses sind jedoch noch weitgehend unverstanden. Trotz der Herausforderungen im Zusammenhang mit dem PE-Abbau haben bestimmte Organismen, wie Mehlwürmer und Wachsmottenlarven, die Fähigkeit gezeigt, PE zu zersetzen.^{20,21} Enzyme, die im Speichel der *Galleria mellonella*-Larven gefunden wurden, scheinen in diesem Prozess eine entscheidende Rolle zu spielen.^{22,23} Ihre Wirksamkeit und die zugrundeliegenden Mechanismen sind jedoch unter Experten weiterhin umstritten.

Unsere Forschungsarbeit in diesem Bereich zielt darauf ab, einen biotechnologischen Prozess zur Wiederverwertung von Polyethylen-Abfällen zu entwickeln, insbesondere für solche Abfälle, die für ein mechanisches oder chemisches Recycling ungeeignet sind. Wir untersuchen dazu die Verwendung bekannter und neu isolierter Bakterien und ihrer Enzyme beim Abbau von Alkanen und Polyolefinen. Unsere Forschung umfasst die Charakterisierung der Organismen und die Untersuchung der molekularen Wege, die am Abbau von Alkanen beteiligt sind, mit dem Ziel, die biotechnologischen Prozesse auf Polymere wie LDPE und andere Polyolefine anzuwenden.

Der Schwerpunkt unserer aktuellen Forschung liegt auf einer vergleichenden Untersuchung der Fähigkeit verschiedener Bakterien und Enzyme, Polyolefine und verwandte Substanzen wie Alkane und Wachse abzubauen. Unser Ziel ist es, den PE-Abbau eindeutig zu verifizieren und zu quantifizieren, um eine signifikante Lücke in der bestehenden Literatur zu schließen. Dazu entwickeln wir in Zusammenarbeit mit der Professur für Biothermodynamik von Prof. Minceva und dem Lehrstuhl für Mikrobiologie von Prof. Liebl Methoden, die es uns erlauben, die Effektivität unterschiedlicher Organismen für die Spaltung aliphatischer Ketten zu bewerten. So sollen zuverlässige Methoden für ein effektives Screening von PE-abbauenden Bakterien etabliert und Organismen identifiziert werden, die das größte Potenzial für einen biotechnologischen Abbau von Polyolefinen aufweisen.

Literatur:

1. **Umweltbundesamt.** (2023, Juni 30). Kunststoffabfälle. Umweltbundesamt; Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/daten/ressourcen-abfall/verwertung-entsorgung-ausgewaehlter-abfall-arten/kunststoffabfaelle#kunststoffe-produktion-verwendung-und-verwertung_zuletzt_aufgerufen_am_19.10.23
2. Andrady, A. L. Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, **2011**, 62, 1596–1605. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2011.05.030
3. Kundungal, Harsha, et al. Efficient biodegradation of polyethylene (HDPE) waste by the plastic-eating lesser waxworm (*Achroia grisella*). *Environmental Science and Pollution Research*, **2019**, 26, 18509–18519
4. Jin, J., Arciszewski, J., Auclair, K., and Jia, Z. Enzymatic polyethylene biorecycling: Confronting challenges and shaping the future. *J. Hazard. Mater.*, **2023**, 460, 132449.

5. Ghatge, S., Yang, Y., Ahn, J.-H., & Hur, H.-G. Biodegradation of polyethylene: A brief re-view. *Applied Biological Chemistry*, **2020**, 63, 27. DOI: 10.1186/s13765-020-00511-3
6. Billen, Pieter, et al. Technological application potential of polyethylene and polystyrene biodegradation by macro-organisms such as mealworms and wax moth larvae. *Science of the Total Environment*, **2020**, 735, 139521.
7. Bombelli, P., Howe, C. J., Bertocchini, F. Polyethylene bio-degradation by caterpillars of the wax moth *Galleria mellonella*. *Current biology* **2017**, 27, R292-R29.
8. Sanluis-Verdes, Anahi, et al. Wax worm saliva and the enzymes therein are the key to polyethylene degradation by *Galleria mellonella*. *Nature Commun.* **2022**, 13, 1-11.
9. Spínola-Amilibia, M., et al. Plastic degradation by insect hexamerins: Near-atomic resolution structures of the polyethylene-degrading proteins from the wax worm saliva. *Sci. Adv.* **2023**, 9, eadi6813.

Professur für Funktionelle Phytometabolik

Adresse

Lise-Meintner-Straße 34
D-85354 Freising-Weißenstephan
Telefon: 08161-71-2901
Internet: <http://www.molekulare-sensorik.de>
E-Mail: corinna.dawid@tum.de

Personal

Leitung	Prof. Dr. Corinna Dawid	-2901
Sekretariat	Angela Lebedicker	-2902
Wissenschaftler	Prof. Dr. Corinna Dawid	-2901
	Dr. Verena Mittermeier-Kleßinger	-2992
	Dr. Michael Gigl	-2923
Technische Mitarbeiter	Walter Stelzer	-2996

Steckbrief

Curriculum Vitae

Seit 2023	Leitung der Professur für Funktionelle Phytometabolomik, TUM
Seit 2023	Stellvertretende Direktorin des Zentralinstitut „ZIEL – Institute for Food and Health“, TUM
2021	Habilitation zum Thema „Molekulare Kartierung stress-induzierter Metabolomveränderungen in pflanzlichen Nahrungsmitteln“ an der TUM
Seit 2020	Stellvertretende Direktorin des Bayerischen Zentrums für Biomolekulare Massenspektrometrie (BayBioMS), TUM
Seit 2019	Kommissarische Leitung des Lehrstuhls für Lebensmittelchemie und Molekulare Sensorik, TUM
2016-2020	Aufbau und Leitung der Arbeitsgruppe „Phytometabolomics“ am Lehrstuhl für Lebensmittelchemie und Molekulare Sensorik, TUM
2016	Forschungsaufenthalt und Aufbau des Instituts für Molekulare Sensorik bei Prof. Dr. Suwimon Keeratipibul an der Chulalongkorn Universität, Bangkok, Thailand
2012-2016	PostDoc am Lehrstuhl für Lebensmittelchemie und Molekulare Sensorik, TUM (Prof. Dr. Thomas Hofmann)
2012	Promotion (Dr. rer. nat., <i>summa cum laude</i>) zum Thema „Strukturaufklärung und psychophysiologische Studien zu sensorisch aktiven Naturstoffen in Spargel (<i>Asparagus officinalis</i> L.) und Pfeffer (<i>Piper nigrum</i> L.)“ am Lehrstuhl für Lebensmittelchemie und Molekulare Sensorik, TUM (Prof. Dr. Thomas Hofmann)
2005	Abschluss des Studiums der Lebensmittelchemie an der Westfälischen Universität Münster (1. Staatsexamen)

Forschungsgebiete und -ziele

Die Professur für Funktionelle Phytometabolomik beschäftigt sich mit dem Screening, der Identifizierung und Quantifizierung bioaktiver, sensorisch aktiver und technofunktionaler Naturstoffe in Lebensmitteln und pflanzlichen Rohstoffen sowie mit deren Humanmetabolismus. Ein Fokus liegt dabei auf Metaboliten, welche durch abiotische und biotische Stressfaktoren in Nutzpflanzen hochreguliert werden.

IHR MAGAZIN

für unternehmerische Erfolge

LOGISTIK

PROZESSTECHNIK

VERPACKUNG UND
VERPACKUNGSTECHNOLOGIE

ANALYSE- UND

ABFÜLLTECHNOLOGIE

MESSTECHNIK, QS

INGREDIENTS

KÄSEREITECHNIK

IT & AUTOMATISATION

**molkerei
industrie**



Das bietet Ihnen ein Jahresabonnement:

- Vollzugang zu allen brandaktuellen News auf moproweb.de
- E-Mail Newsletter
- Exklusiv: Marktinformationen – Spotmärkte, ZMB Marktbericht, ife Rohstoffwerte
- molkerei-industrie liefert die Fakten und Informationen, die erfolgreiche Manager in der Molkereiindustrie benötigen: inhaltsreich und präzise – ohne unnötigen Ballast.



Professur für Plant Proteins and Nutrition

Adresse

Weihenstephaner Berg 1
D-85354 Freising-Weihenstephan
Telefon: 08161-71-3536
Internet: <https://www.lse.ls.tum.de/ppn>
E-Mail: ute.weisz@tum.de

Personal

Leitung	Prof. Dr. Ute Weisz	-3536
Sekretariat	Jennifer Schultz	-5330
Wissenschaftler	Dr. Lara Etzbach	-5337
	Dr. Regina Bittner	-5330
	Dr. Esther Chinelo Omah	-3834
	Janina Horn	-5332
Doktoranden	Anna Dziuballe	-5331
	Marie Zöllner	-5331
	Sophie Arnold	-5331
	Lisa Ziegltrum (extern, HSWT)	
	Laura Ignatzy (extern, Fraunhofer IVV)	
	Laura Scheurer (extern, Fraunhofer IVV)	
	Luisa Vieler (Universität Bonn)	
	Christina Wintersohle (Universität Bonn)	
Technische Mitarbeiter	Andreas Mattysek	-3855
	Maria Führer	-5331
	Gitta Clasen	-3855

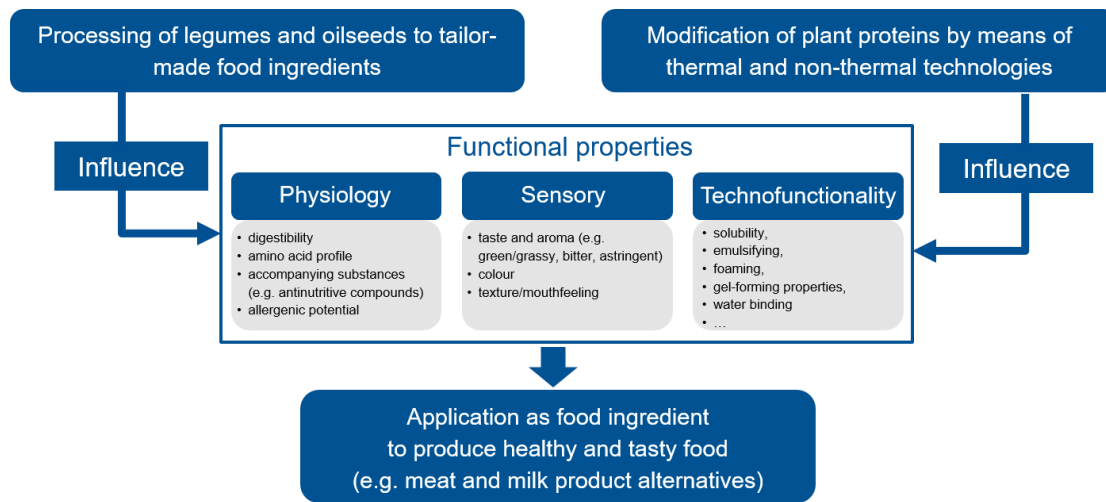
Steckbrief

Curriculum Vitae

Degree programme	Diploma Food Technology, 1997 – 2003, University of Hohenheim
Doctorate	2006 (Dr. rer. nat., <i>summa cum laude</i>), Plant Foodstuff Technology, University of Hohenheim, Germany
Stages of academic career	Since 01/2021 Professor of Plant Protein and Nutrition, School of Life Sciences, Technical University of Munich Since 01/2021 Scientific Advisor and Young Scientist Mentor, Fraunhofer Institute for Process Engineering and Packaging (IVV), Freising, Germany 2021 – 10/2023 Professor of Food Sciences, University of Bonn, Institute of Nutritional and Food Sciences; 2018 – 2020 Head of Department 'Food Development', Fraunhofer, IVV, Freising, Germany 2016 – 2020 Group Leader 'Fermentation of Plant Materials', Fraunhofer IVV, Freising, Germany 2008 – 2016 Deputy of the Head of Department 'Process Engineering', Fraunhofer IVV, Freising, Germany 2007 – 2008 Research Scientist, Fraunhofer IVV, Freising, Germany, 2006 – 2007 Postdoctoral Researcher, University of Hohenheim, Germany

Forschungsgebiete und -ziele

Die Bewältigung der zukünftigen Herausforderungen der Lebensmittelindustrie eine wachsende Weltbevölkerung mit ausreichend qualitativ hochwertigen Lebensmitteln zu versorgen, bedingt ein Umdenken in der bisherigen Produktion von Lebensmitteln und den dafür zur Verfügung stehenden Rohstoffen. Die ganzheitliche Verwertung pflanzlicher Rohmaterialien, die die Nutzung aller Nebenströme der Lebensmittelproduktion beinhaltet, wie auch Alternativen zu tierischen Produkten, können hierbei mögliche Ansätze sein.



I. Gewinnung und Charakterisierung von Pflanzenproteinen

Einfluss der botanischen Herkunft, der Anbaubedingungen und der Verarbeitung auf die technofunktionellen wie auch gesundheitlichen Eigenschaften von Proteinen

Die Lebensmittelindustrie sieht sich mit dem Problem konfrontiert, dass die funktionellen Eigenschaften von Proteinzutaten mitunter sehr unterschiedlich sind, was sich erheblich auf ihr Anwendungspotenzial in den Endprodukten auswirkt. Systematische Ansätze zur Untersuchung des Einflusses der Rohstoffe, ihrer Anbaubedingungen und der Wirkung von Verarbeitungsmethoden auf die charakteristischen sowie nutritiven Eigenschaften von Proteinbestandteilen könnten solche Schwankungen in Zukunft verringern. Dies ermöglicht es den Landwirten, Pflanzen zu produzieren, die an die Bedürfnisse der Industrie angepasst sind. Dieses Wissen ist auch wertvoll für die gezielte Anpassung von Funktionalitäten, welche sowohl die technofunktionellen wie auch die ernährungsphysiologischen Eigenschaften beinhalten.

Aktuelles Forschungsprojekt (finanziert durch BMBF-Mittel)

Gewinnung der Proteine aus Presskuchen von Hanfsamen mittels nass- und trockentechnischer Fraktionierung
Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher Prozessparameter auf die chemische Zusammensetzung, ausgewählte antinutritive Inhaltsstoffe und relevante funktionelle Eigenschaften der Hanfproteinzutaten.

Förderung der biologischen Vielfalt in der Landwirtschaft, im Lebensmittel(Protein)zutaten-Markt und bei den Endverbrauchern

Der Markt für Proteinzutaten überstieg im Jahr 2021 die Marke von 70 Milliarden US-Dollar und wird voraussichtlich bis 2030 die 115-Milliarden-Marke erreichen. Der Markt setzt sich zu 67 % aus tierischen Proteinen (CAGR 5 %) und zu 33 % aus pflanzlichen Proteinen (CAGR 8,2 %) zusammen, wobei Soja und (Weizen) Gluten nach wie vor dominieren. Andere Pflanzen wie Erbsen, Ackerbohnen oder Raps sind auf dem Vormarsch, da diese Rohstoffe aufgrund ihrer Verwendung in Tierfutter oder als Bioenergie auf dem Markt weit verbreitet sind. Die biologische Vielfalt auf dem Markt für Lebensmittelzutaten ist jedoch auch für die Verbesserung der biologischen Vielfalt in der Landwirtschaft von entscheidender Bedeutung, da die Landwirte einen sicheren Kundenstamm benötigen und – umgekehrt die Lebensmittelzutaten – und Lebensmittelindustrie verlässliche Lieferketten brauchen. Daher beziehen wir in unsere Forschung insbesondere auch weniger beachtete, aber vielversprechende proteinreiche Rohstoffe mit ein.

Aktuelle Projekte (gefördert durch Landesmittel des Bundeslandes Nordrhein-Westfalen):

- 1 Chemische und funktionelle Charakterisierung der Mungbohne vom Mehl bis zum Isolat. Auswirkungen unterschiedlicher Isolationsbedingungen auf die chemische Zusammensetzung sowie die technofunktionellen Eigenschaften von Mungbohnenproteinisolaten. Einfluss verschiedener Keimungszeitpunkte auf ausgewählte Enzymaktivitäten, antinutritive Inhaltsstoffe und die chemische Zusammensetzung von Mungbohnenmehl.
- 2 Charakterisierung verschiedener Sorten der Gartenbohne (*Phaseolus vulgaris* L.) und Bestimmung ihrer Eignung zur Proteingewinnung. Untersuchung der Auswirkung unterschiedlicher thermischer Behandlungsverfahren auf den Gehalt ausgewählter antinutritiver Inhaltsstoffe sowie auf die strukturellen und technofunktionellen Eigenschaften der enthaltenen Proteine.

Literatur:

1. Schweiggert-Weisz U, Etzbach L, Gola S, Kulling SE, Diekmann C, Egert S, Daniel H: New plant-based food products between technology and physiology. Molecular Nutrition and Food Research 2024 DOI: 10.1002/mnfr.202400376
2. Etzbach, L., Gola, S., Küllmer, F., Acir, I.-H. Wohlt, D., Ignatzy, L.M., Bader-Mittermaier, S., Schweiggert-Weisz, U. (2024) Opportunities and Challenges of Plant Proteins as Functional Ingredients for Food Production. PNAS – Special Issue ‘Sustainability of animal-sourced foods and plant-based alternatives, in print.
3. Wintersohle, C., Kracke, I., Ignatzy, L.M., Etzbach, L., Schweiggert-Weisz, U. (2023) Physiochemical and chemical properties of mung bean protein isolate affected by the isolation process. Current Research in Food Science, 7, 100582
4. Schweiggert-Weisz, U., Eisner, P., Bader-Mittermaier, S., Osen, R. (2020) Food proteins from plants and fungi. Current Opinion in Food Science, 32, 156-162.
5. Muranyi I., Volke, D., Hoffmann, R., Eisner, P., Herfellner, T., Brunnbauer, M., Koehler, P., Schweiggert-Weisz, U. (2016) Protein distribution in lupin protein isolates from *Lupinus angustifolius* L. prepared by various isolation techniques. Food Chemistry, 15, 6-15.
6. Stephany, M., Eckert, P., Bader-Mittermaier, S., Schweiggert-Weisz, U., Carle, R. (2016) Lipoxygenase inactivation kinetics and quality-related enzyme activities of narrow-leaved lupin seeds and flakes. LWT – Food Science and Technology, 68, 36-43.

II. Modifikation von Pflanzenproteinen - Auswirkungen thermischer und nicht-thermischer Verfahren auf technofunktionelle wie auch gesundheitliche Eigenschaften

Pflanzenproteine haben im Vergleich zu tierischen Proteinen oft einige nachteilige Eigenschaften, wie z.B. unerwünschte Aromastoffe oder auch verminderte technofunktionelle Eigenschaften wie beispielsweise die Gel- oder Schaumbildungseigenschaften. Diese können durch thermische und nicht-thermische Verfahren verändert werden. Dies erfordert Kenntnisse über die Faktoren, die sich auf die Struktur der Proteine und die daraus resultierenden Eigenschaften auswirken. Der Einfluss der Lebensmitteltechnologie auf die ernährungsphysiologischen Eigenschaften von Proteinen ist ein vielversprechendes Forschungsgebiet. So können beispielsweise durch enzymatische wie auch fermentative Methoden antinutritive und zeitgleich unter Umständen sensorisch unerwünschte Inhaltsstoffe abgebaut werden.

Literatur:

1. García-Arteaga, V., Leffler, S., Muranyi, I., Eisner, P., Schweiggert-Weisz, U. (2021) Sensory profile, functional properties and molecular weight distribution of fermented pea protein isolate. *Current Research in Food Science*, 4, 1-10.
2. Schlegel, K., Lidzba, N., Ueberham, E., Eisner, P., Schweiggert-Weisz, U. (2021) Fermentation of lupin protein hydrolysates - Effects on their functional properties, sensory profile and the allergenic potential of the major lupin allergen *Lup an 1*, *Foods*, 10, 281.
3. Meinschmidt, P., Ueberham, E., Lehmann, J., Reineke, K., Schlüter, O., Schweiggert-Weisz, U., Eisner, P. (2016) The effects of pulsed ultraviolet light, cold atmospheric pressure plasma, and gamma-irradiation on the immunoreactivity of soy protein isolate. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 38, 374-383.

Lehrstuhl für Tierphysiologie und Immunologie

Adresse

Liesel-Beckmann-Strasse 1
D-85354 Freising-Weihenstephan
Telefon: 08161-71-3508
Internet: <https://www.physio.wzw.tum.de>
E-Mail: physio@ls.tum.de

Personal

Leitung	Univ.-Prof. Dr. med. Dietmar Zehn	-3508
Sekretariat	Sabine Saul-Hubrich (Teilzeit)	-3556
	Eva de Carné (Teilzeit)	-3508
Wissenschaftler	Prof. Dr. Michael W. Pfaffl	-3511
	Dr. Talyn Chu	-3314
	Dr. Hayley McNamara (AvH-Stipendiatin, bis 31.07.2023)	-3867
	Dr. Benedikt Kirchner (bis 31.10.2023)	-4429
	Dr. Gustavo Pereira de Almeida	-3867
	Dr. Anna Schulz	-3510
	Dr. Christine Wurmser	-2009
Doktoranden	M. Sc. Jacqueline Berner	-5503
	M. Sc. Maria Bui (bis März 2023)	-5550
	M. Sc. Dapi Meng-Lin Chiang	-5550
	M. Sc. Lara Donhauser	-3314
	M. Sc. Ann-Katrin Gerullis	-3314
	M. Sc. Christian Grätz	-5520
	M. Sc. Miriam Kuhlmann	-5503
	M. Sc. Wenzel Manlik	-3314
	M. Sc. Mia Yu	-5550
	M.Sc. Lucas Fellmann (ab 01.04.2023)	-3314

Tierärzte	Granit Thaqi	-5520
Lehrbeauftragte	Prof. Dr. Bajram Berisha, Universität Prishtina	-3510
Technische Mitarbeiter	Inge Celler	-3510
	Brigitte Dötterböck	-5556
	Amanda Ramirez Cordero	-3510
	Waltraud Schmid	-5544
	Beta Zarif el Awady (ab 15.06.2023)	
Gäste	Dr. Caleb Guedes Miranda Dos Santos, Brasilien, (bis 31.08.2023)	-5520

Forschung

I. Laktations- und Reproduktionsphysiologie

Physiologische Aspekte zur somatischen Milchzellzahl bei kleinen Wiederkäuern – eine Übersicht.

Physiological Aspects of milk somatic cell count in small ruminant - a review.

Shehadeh Kaskous¹, Sabine Farschtschi², Michael W. Pfaffl²

¹Department of Research and Development, Siliconform, Schelmengriesstrasse 1, 86842 Türkheim, Germany; ²Department of Animal Physiology and Immunology, TUM School of Life Sciences, Technical University of Munich, Weihenstephan, Weihenstephaner Berg 3, 85354 Freising-Weihenstephan, Germany; Dairy (Basel) MDPI 2023 4(1): 26-42

Ziel dieses Reviews ist es, die physiologischen Aspekte der somatischen Zellzahl (somatic cell count, SCC) in der Milch von kleinen Wiederkäuern zu beschreiben. Somatische Zellen sind ein wichtiger, natürlicher Bestandteil der Milch und ihre Anzahl wird generell als Indikator für die Milchqualität und die Eutergesundheit bei milchproduzierenden Wiederkäuern verwendet. Der SCC inkludiert folgende Zellen: polymorphkernige Neutrophile (PMN), Makrophagen, Lymphozyten und viele Milchepithelzellen, sowie Zellfragmente und zytoplasmatische Partikel/Vesikel. Bei gesunden, nicht infizierten Ziegen stellen die PMN mit 40-80% die Hauptzellart in der Milch dar, während die Makrophagen mit 45-88 % die häufigste Zellart in der Schafmilch sind. Milchziegen und Schafe verfügen jedoch über ein apokrines Sekretionssystem, das zytoplasmatische Zellpartikel/Vesikel und eine große Anzahl von Zellfragmenten produziert, wodurch der physiologische SCC-Grenzwert überschritten wird. Es liegt auf der Hand, dass der SCC-Gehalt in der Milch von kleinen Wiederkäuern durch verschiedene Einflussfaktoren, wie z.B. Rasse, Laktationsstadium, Parität, Geburtsart und Melksystem beeinflusst werden kann. Ein Anstieg des SCC-Wertes über den physiologischen Grenzwert hinaus deutet nicht nur auf eine Eutererkrankung oder allgemeines Gesundheitsproblem hin, sondern verringert auch die Milchproduktion, verändert die Milchezusammensetzung und beeinträchtigt in Folge auch die Milchverarbeitung. Darüber hinaus spielt die Melkmaschine eine wichtige Rolle bei der Erhaltung der Eutergesundheit bei kleinen Wiederkäuern und der Stabilisierung des SCC auf einem physiologischem Niveau. Bislang sind keine physiologischen Grenzwerte für den SCC-Wert in der Milch von kleinen Wiederkäuern definiert. Darüber hinaus könnte eine Differenzialzellzahlzählung (differential cell count, DCC) oder sogar ein hochauflösender Bestimmung des DCC (high-resolution differential cell count, HRDCC), wie kürzlich für Kuhmilch entwickelt, auch bei kleinen Wiederkäuern helfen, einen tieferen Einblick in die Immunologie der Milchdrüse zu gewinnen und potente Biomarker zur Bewertung der Eutergesundheit zu finden. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der SCC-Wert ein Hinweis auf die Eutergesundheit oder die Exposition des Euters gegenüber Infektionserregern oder mechanischem Stress ist und daher erhöhte Werte immer als Warnzeichen betrachtet werden sollte.

Melkmaschineneinstellungen und Liner-Design sind wichtig zur Verbesserung der Melkeffizienz und des Wohlergehens laktierender Tiere

Milking Machine Settings and Liner Design Are Important to Improve Milking Efficiency and Lactating Animal Welfare — A technical Note

Shehadeh Kaskous¹ and Michael W. Pfaffl²

¹Department of Research and Development, Siliconform, Schelmengriesstrasse 1, 86842 Türkheim, Germany; ²Department of Animal Physiology and Immunology, TUM School of Life Sciences, Technical University of Munich, Weihenstephaner Berg 3, 85354 Freising, Germany; AgriEngineering 2023, 5, 1314–1326.

Der Zweck von Melkmaschinen besteht darin, Milch in optimaler Qualität und Geschwindigkeit zu melken und gleichzeitig auf das Tiewphl zu achten sowie die physiologischen und anatomischen Abwehrmechanismen der Zitzen gegen eindringende Mastitiserreger aufrecht zu erhalten. Daher ist die Melkmaschine essentiell in Milchviehbetrieben, um eine lange, gesunde Laktation aufrechtzuerhalten, indem sie den physiologischen Bedingungen des Euters folgt. Die mechanischen Kräfte beim langfristigen maschinellen Melken führen zu Veränderungen im Euter- und vor allem Zitzengewebe. Dieser Effekt hängt mit dem Grad der Anpassung der Melkmaschinen an die physiologischen Anforderungen der individuellen Euteranatomie und die physiologischen Bedingungen der laktierenden Tiere zusammen. Wenn sowohl die Einstellungen der Melkmaschine als auch das Zitzendesign nicht für alle Zitzen und Tiere im Betrieb geeignet sind, werden einige Tiere nicht vollständig gemolken, der Zustand der Zitzen verschlechtert sich mit der Zeit und diese können schließlich an Mastitis erkranken. Daher ist die Aufrechterhaltung gesunder Euter und Zitzen während des Melkens eine Schlüsselkomponente eines effektiven Melkprozesses, um eine gute und qualitativ hochwertigere Milchproduktion zu erreichen, indem Mastitis verhindert und die Gesundheit und das Wohlergehen der Tiere erhalten bleibt. Bei großen und dicken Zitzen sitzen herkömmliche Liner oft zu eng, was zu einer massiven mechanischen Belastung der Gewebe führt. Allerdings haften sie bei kleinen Zitzen oft nicht ausreichend dicht an der Zitze, was zu einem erheblichen Luftestrom führen kann und daher verrutschen die Liner. Die neuen Zitzengummis „Stimulor StressLess“ (Siliconform, Türkheim, Deutschland) haben eine wellenförmige Lippenkonstruktion und passen sich gut an die unterschiedlichen Zitzengrößen in einer heterogenen Herde an und sorgen so für einen gleichmäßigen Melkvorgang. Eine optimale Melkmaschine sollte für alle Zitzengrößen und Typen geeignet sein, verfügt über ein geringes Vakuum, um die Zitze effektiv zu öffnen und die physiologische Milchabgabe zu stimulieren. Darüber hinaus sorgt die richtige Pulsationsrate während des Melkens für ein stabiles Vakuum im Zitzenbereich. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich eine ideale Melkmaschine an die morphologischen, anatomischen und physiologischen Eigenschaften des Euters und der Zitzen der laktierenden Tiere anpasst und einen physiologisch idealen Melkprozess erzielen soll, der den hohen Tierschutzstandards entspricht und die Milchproduktion auf einem hohen Qualitätsniveau steigert.

Expression von lokal produzierten Adipokinen und ihren Rezeptoren während verschiedener physiologischer und reproduktiver Phasen im bovinen Corpus Luteum

Expression of Locally Produced Adipokines and Their Receptors during Different Physiological and Reproductive Stages in the Bovine Corpus Luteum

Granit Thaqi ¹, Bajram Berisha ^{1,2} and Michael W. Pfaffl ¹

¹Chair of Animal Physiology and Immunology, TUM School of Life Sciences, Technical University of Munich, 85354 Weihenstephan, Germany; ²Department of Animal Biotechnology, Faculty of Agriculture and Veterinary, University of Prishtina, 10000 Prishtina, Kosovo; Animals 2023, 13(11), 1782; <https://doi.org/10.3390/ani13111782>

Diese Studie hatte zum Ziel, die Genexpression verschiedener lokaler neuartiger Adipokine wie Vaspin, Adiponektin, Visfatin und Resistin sowie ihrer bekannten Rezeptoren (Hitzeschockprotein 70-5, Adiponektinrezeptor 1 und Adiponektinrezeptor 2) im bovinen Corpus luteum (CL) während verschiedener Phasen des Östruszyklus (an den Tagen 1–2, 3–4, 5–7, 8–12, 13–18, >18) und der Schwangerschaft (in den Monaten 1–2, 3–4, 5–7, >7) quantitativ zu bestimmen. Die mRNA-Expression wurde mittels reverser Transkription und polymerasekettenreaktion (RT-qPCR) quantifiziert, wobei die mRNA-Expressionsniveaus auf das geometrische Mittel aller drei konstant exprimierten Referenzgene (Cyclophilin A, Ubiquitin, Ubiquitin C) normalisiert wurden. Unsere Ergebnisse legen nahe, dass Adipokine in allen untersuchten Gruppen aktiv exprimiert werden und während des Östruszyklus und der Schwangerschaft spezifisch hoch- bzw. herunterreguliert sind. Die Vaspin- und Adiponektinspiegel waren in den mittleren und späten Zyklusphasen hochreguliert. Resistin war während der Regression des CL und in den ersten Monaten der Schwangerschaft reichlich vorhanden. Die

spezifische Expression von Adipokinrezeptoren weist auf ihre Beteiligung an den lokalen Mechanismen hin, die die Funktion des CL regulieren. Weitere Untersuchungen sind erforderlich, um die regulativen Mechanismen zu klären, die den unterschiedlichen lokalen Effekten von Adipokinen auf die Ovarphysiologie von Kühen zugrunde liegen.

Lokale Expressionsdynamik verschiedener Adipokine während induzierter lutealer Regression (Luteolyse) im bovinen Corpus Luteum

Local Expression Dynamics of Various Adipokines during Induced Luteal Regression (Luteolysis) in the Bovine Corpus Luteum

Granit Thaqi¹, Bajram Berisha^{1,2} and Michael W. Pfaffl¹

¹Chair of Animal Physiology and Immunology, TUM School of Life Sciences, Technical University of Munich, 85354 Weihenstephan, Germany; ²Department of Animal Biotechnology, Faculty of Agriculture and Veterinary, University of Prishtina, 10000 Prishtina, Kosovo; Animals 2023, 13(20), 3221; <https://doi.org/10.3390/ani13203221>

Die Studie zielte darauf ab, die mRNA-Expressionsniveaus verschiedener lokaler neuartiger Adipokine, einschließlich Vaspin, Adiponektin, Visfatin und Resistin, sowie ihrer zugehörigen Rezeptoren, Hitzeschockprotein 70-5, Adiponektinrezeptor 1 und Adiponektinrezeptor 2, im Corpus luteum (CL) während der lutealen Regression, auch bekannt als Luteolyse, bei Milchkühen zu bewerten. Wir wählten Kühe der Rasse Fleckvieh in der mittleren Lutealphase (Tage 8–12, Kontrollgruppe) aus und verabreichten Cloprostenol, ein PGF-Analoga, zur experimentellen Induktion der Luteolyse. Die CL-Proben wurden zu verschiedenen Zeitpunkten nach der PGF-Anwendung gesammelt: vor der Behandlung (Tage 8–12, Kontrollgruppe) und nach 0,5, 2, 4, 12, 24, 48 und 64 Stunden nach der Behandlung pro Gruppe (n = 5). Die mRNA-Expression wurde mittels Reverse-Transkription-Polymerasekettenreaktion (RT-qPCR) quantifiziert. Vaspin zeigte hohe mRNA-Spiegel zu Beginn der Regressionsphase, gefolgt von einem signifikanten Abfall 48 und 64 Stunden nach der PGF-Behandlung. Die mRNA-Spiegel von Adiponektin waren 48 Stunden nach PGF erhöht. Resistin zeigte eine Hochregulierung 4 Stunden nach der PGF-Anwendung. Zusammenfassend könnten die beobachteten Veränderungen in der Adipokin-Familie innerhalb experimentell induzierter regressiver CL-Gewebe eine wesentliche Rolle bei den lokalen regulatorischen Prozessen spielen, die die Abfolge von Ereignissen steuern, die in die funktionelle Luteolyse und anschließende strukturelle Veränderungen im Eierstock der bovinen resultieren.

Prostaglandine als lokale Regulatoren der Ovarialphysiologie bei Wiederkäuern

Prostaglandins as local regulators of ovarian physiology in ruminants

Bajram Berisha^{1,2,3}, Granit Thaqi³, Fred Sinowatz^{4,5}, Dieter Schams³, Daniela Rodler⁴, Michael W. Pfaffl³

¹Animal Biotechnology, Faculty of Agriculture and Veterinary, University of Prishtina, Kosovo; ²Academy of Science of Albania, Tirana, Albania; ³Animal Physiology and Immunology, School of Life Sciences, Technical University of Munich, Freising Weihenstephan, Germany; ⁴Department of Veterinary Sciences, Ludwig-Maximilian-University of Munich, Germany; ⁵Department of Morphology, Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University, Merelbeke, Belgium; Anatomia Histologia Embryologia; <https://doi.org/10.1111/ahc.12980>

Prostaglandine werden aus Arachidonsäure durch die katalytische Aktivität der Cyclooxygenase synthetisiert, während die Produktion verschiedener Prostaglandintypen, Prostaglandin F2 Alpha (PGF) und Prostaglandin E2 (PGE), durch spezifische Prostaglandinsynthasen (PGFS und PGES) reguliert wird. Prostaglandin-Liganden (PGF und PGE) binden an spezifische hochaffine Rezeptoren und initiieren biologisch unterschiedliche Signalwege. In den Ovarien sind Prostaglandine als wichtige endokrine Regulatoren der weiblichen Reproduktion bekannt, zusätzlich zur Aufrechterhaltung der lokalen Funktion durch autokrine und/oder parakrine Effekte. Viele Forschungsgruppen in verschiedenen Tierarten haben bereits eine Vielzahl von Faktoren und

molekularen Mechanismen identifiziert, die für die Regulation der Prostaglandinfunktionen verantwortlich sind. Darüber hinaus stimulieren Prostaglandine ihre intrafollikuläre und intraluteale Produktion über den Weg der Prostaglandin-Selbstregulation im Ovar. Daher ist das Ziel dieser Übersichtsartikels, aktuelle Erkenntnisse über lokale Regulationsmuster der Prostaglandin-Liganden PGF und PGE während verschiedener physiologischer Stadien der Ovarialfunktion bei heimischen Wiederkäuern, insbesondere bei Rindern, zusammenzufassen und zu diskutieren. Abschließend können die diskutierten lokalen Regulationsmechanismen der Prostaglandine im Ovar weitere Forschungsaktivitäten in verschiedenen methodischen Ansätzen stimulieren, insbesondere während der endgültigen Follikelreifung und Ovulation sowie der Bildung und Funktion des Corpus luteum.

II. Tiergesundheit

Charakterisierung des Methyloms von *Staphylococcus xylosus* zeigt eine neue Variante des Typ-I-Restriktionsmodifikationssystems bei Staphylokokken

Characterization of the *Staphylococcus xylosus* methylome reveals a new variant of type I restriction modification system in staphylococci

Carolyn J. Schiffer^{1,3}, Christian Grätz², Michael W. Pfaffl², Rudi F. Vogel¹ und Matthias A. Ehrmann^{1,3}

¹Technical University of Munich, TUM School of Life Sciences, Chair of Technical Microbiology, 85354 Freising, Germany; ²Technical University of Munich, TUM School of Life Sciences, Chair of Animal Physiology and Immunology, 85354 Freising, Germany; ³present address: Technical University of Munich, TUM School of Life Sciences, Chair of Microbiology, 85354 Freising, Germany; *Frontiers in Microbiology* 14: 946189

Restriktionsmodifikations-(RM)-Systeme stellen bekanntermaßen eine starke Barriere für den Austausch von DNA zwischen und innerhalb bakterieller Arten dar. Ebenso ist bekannt, dass DNA-Methylierung eine wichtige Funktion in der bakteriellen Epigenetik hat, indem sie essentielle Wege wie die DNA-Replikation und die phasenvariable Expression prokaryotischer Phänotypen reguliert. Bislang konzentrierte sich die Forschung zur DNA-Methylierung bei Staphylokokken hauptsächlich auf die beiden Arten *Staphylococcus aureus* und *S. epidermidis*. Über andere Mitglieder der Gattung, wie *S. xylosus*, ein Koagulase-negativer Kommensale auf der Haut von Säugetieren, ist weniger bekannt. Die Spezies wird häufig als Starterkultur für Lebensmittelfermentationen verwendet, ihr wird aber auch zunehmend eine bisher nicht fassbare Funktion bei bovinen Mastitis-Infektionen zugeschrieben. Wir haben die Methylome von vierzehn *S. xylosus*-Stämmen durch Single-Molecule Real-Time (SMRT) Sequenzierung analysiert. Anschließend in silico Sequenzanalyse ermöglichte die Identifizierung der RM-Systeme und die Zuordnung der entsprechenden Enzyme zu den entdeckten Modifikationsmustern. Dabei wurde das Vorhandensein von RM-Systemen vom Typ I, II, III und IV in unterschiedlicher Anzahl und Kombination bei den verschiedenen Stämmen nachgewiesen, was die Art deutlich von dem unterscheidet, was bisher für andere Mitglieder der Gattung bekannt ist. Darüber hinaus charakterisiert die Studie ein neu entdecktes RM-System vom Typ I, das von *S. xylosus*, aber auch von einer Vielzahl anderer *Staphylococcus*-Spezies kodiert wird und eine bislang unbekannte Genanordnung aufweist, die zwei Spezifitätseinheiten statt einer umfasst (*hsdRSMS*). Die Expression verschiedener Versionen des Operons in *E. coli* zeigte nur dann eine ordnungsgemäße Basenmodifikation, wenn Gene für beide *hsdS*-Untereinheiten vorhanden waren. Diese Studie liefert neue Einblicke zum allgemeinen Verständnis der Vielseitigkeit und Funktion von RM-Systemen sowie deren Verbreitung und Variationen in der Gattung *Staphylococcus*.

Extrazelluläre Vesikel isoliert aus Adipozyten verstärken die Insulinsekretion durch den Transport insulinotroper Proteinfracht

Adipocyte derived extracellular vesicles exacerbate insulin secretion through transport of insulinotropic protein cargo

Konxhe Kulaj^{1,2}, Alexandra Harger^{1,2}, Michaela Bauer^{1,2}, Özüm S. Caliskan^{1,2}, Tilak Gupta³, Dapi Chiang⁴, Dominik Lutter^{1,2}, Petra Kotzbeck^{1,5}, David N. Sailer^{1,6}, Josefine Reber⁷, Angelos Karlas⁷, Sneha Prakash^{1,2}, Francesco Volta⁸, Juliane Merl-Pham⁹, Vasilis Ntziachristos⁷, Hans Hauner¹⁰, Michael W. Pfaffl⁴, Matthias H. Tschöp^{1,2,11}, Timo D. Müller^{1,2}, Stefanie M. Hauck⁹, Ben Engel³, Jantje M. Gerdes⁸, Paul T. Pflüger^{1,2,12,13}, Natalie Krahmer^{1,2}, Kerstin Stemmer^{1,2,14}

¹Institute for Diabetes and Obesity, Helmholtz Zentrum München, Neuherberg, Germany; ²German Center for Diabetes Research, Neuherberg, Germany; ³Department of Molecular Structural Biology, Max Planck Institute of Biochemistry, Martinsried, Germany; ⁴Division of Animal Physiology and Immunology, TUM, Munich, Germany; ⁵Department of Internal Medicine, Division of Endocrinology and Diabetology, Medical University of Graz, 8036 Graz, Austria; ⁶Department of Medicine II, Klinikum rechts der Isar, TUM, München, Germany; ⁷Institute for Biological and Medical Imaging, Helmholtz Zentrum München, Neuherberg, Germany; ⁸Institute of Diabetes and Regeneration Research, Helmholtz Zentrum München, Neuherberg, Germany; ⁹Research Unit Protein Science, Helmholtz Zentrum München, Neuherberg, Germany; ¹⁰School of Medicine, Institute for Nutritional Medicine, TUM, Munich, Germany; ¹¹Division of Metabolic Diseases, Department of Medicine, Technische Universität München, München, Germany; ¹²Research Unit NeuroBiology of Diabetes, Helmholtz Zentrum München, Neuherberg, Germany; ¹³Chair of Neurobiology of Diabetes, TUM School of Medicine, Munich, Germany; ¹⁴Molecular Cell Biology, Institute for Theoretical Medicine, University of Augsburg, Augsburg, Germany; Nature Communication 2023 14: 709

Extrazelluläre Vesikel isoliert aus Adipozyten (AdEVs) sind membranöse Nanopartikel, die die Kommunikation vom Fettgewebe zu anderen Organen vermitteln. Um ihre Rolle als Botenstoffe mit glukoregulatorischer Natur zu beschreiben, haben wir hier fluoreszierende AdEV-Verfolgung und SILAC-Markierung mit (Phospho-)Proteomik kombiniert und gezeigt, dass AdEVs funktionelle insulinotrope Proteinfracht in pankreatische β -Zellen übertragen. Nach der Übertragung wurden AdEV-Proteine einer Phosphorylierung unterzogen, die insulinotrope GPCR/cAMP/PKA-Signalisierung durch Erhöhung der Gesamtproteinhäufigkeit und der Phosphosytdynamik verstärkt und schließlich die glukosestimulierte Insulinsekretion (GSIS) der ersten Phase in murinen Inseln verstärkte. Bemerkenswert ist, dass die insulinotropen Wirkungen auf AdEVs beschränkt waren, die aus adipösen und insulinresistenten, aber nicht mageren Mäusen isoliert wurden, was mit unterschiedlichen Proteinbelastungen und AdEV-Lumenmorphologien übereinstimmte. Ebenso verstärkte die *in-vivo* Vorbehandlung mit AdEVs von fettleibigen, aber nicht mageren Mäusen die Insulinsekretion und die Glukosetoleranz bei Mäusen. Diese Daten legen nahe, dass sekretierte AdEVs die β -Zellen der Bauchspeicheldrüse über die Insulinresistenz im Fettgewebe informieren können, um GSIS in Zeiten erhöhten Insulinbedarfs zu verstärken.

III. Bioanalytik

Aufnahme und Wirkung von Polystyrol-Nanoplastik im Vergleich zu nicht-plastischen Silica-Nanopartikeln auf Dünndarmzellen (IPEC-J2)

Uptake and effects of polystyrene nanoplastics in comparison to non-plastic silica nanoparticles on small intestine cells (IPEC-J2)

Ronja D. Binder, Veronika Mussack, Benedikt Kirchner, Michael W. Pfaffl
Ecotoxicology and Environmental Safety 2023 (262): 115147

Nanoplastik, das kleiner als 1 μm ist, reichert sich als anthropogenes Material in der Nahrungskette an. Über seine Aufnahme und mögliche Auswirkungen auf potenziell stark exponierte Zellen des Dünndarms ist jedoch nur wenig bekannt. Ziel der Studie war es, die Aufnahme von 100 nm großen Polystyrol-Nanoplastiken in ein

nicht tumorerzeugendes Dünndarmzellkulturmodell (IPEC-J2-Zellen) zu beobachten und die Auswirkungen auf das Zellwachstum und die Genregulation im Vergleich zu einem 100 nm großen, nicht-tumorigenen Dünndarmzellkulturmodell zu überwachen, als Referenz zu Kunststoff-Silica-Nanopartikeln. Die intrazelluläre Aufnahme beider Arten von Nanopartikeln wurde mittels konfokaler Fluoreszenzmikroskopie nachgewiesen und durch Transmissionselektronenmikroskopie ergänzt. Fluoreszenzmikroskopie zeigte eine wachstumsphasenabhängige Aufnahme von Nanopartikeln in die Zellen. Daher umfassten weitere Experimente verschiedene Zeitpunkte im Zusammenhang mit dem Epithelverschluss, die über die Messung der elektrischen Zellschestratimpedanz bestimmt wurden. Es konnten keine Verzögerungen beim epithelialen Zellverschluss nach der Behandlung mit Polystyrol-Nanopartikeln festgestellt werden. Im Gegensatz dazu wurde der Epithelzellverschluss durch Silica-Nanopartikel teilweise negativ beeinflusst. Eine erhöhte Produktion organischer natürlicher Nanopartikel, wie z. B. extrazellulärer Vesikel, war mittels Nanopartikel-Tracking-Analyse nicht messbar. Eine Bewertung der Boten-RNA mittels Next-Generation-Sequenzierung und anschließender Signalweganalyse ergab, dass der TP53-Signalweg durch die Behandlung mit Polystyrol-Nanopartikeln erheblich beeinflusst wurde. Bei beiden Behandlungen waren fehlregulierte mRNAs im NOTCH-Signalweg im Vergleich zur Nicht-Partikel-Kontrolle stark angereichert.

Die Offenlegung quantitativer RT-PCR-Rohdaten bei der Einreichung von Manuskripten – ein dringender Aufruf zum Handeln

Disclosing quantitative RT-PCR raw data during manuscripts submission -- a call for action.

Untergasser, Andreas ; Hellemans, Jan; Ruijter, Jan; van den Hoff, Maurice ; Pfaffl, Michael; Dragomir, Mihnea P.; Meira Douglas; Dias, Sandra; Reis, Rui M.; Ferracin, Manuela; Dias-Neto, Emmanule; Marsh, Ian; Kubista, Mikael; Fabbri, Muller; Goel, Ajay; Slaby, Ondrej; Knutsen, Erik; chen, BaoQing; Negrini, Massimo; Mimori, Koshi ; Pichler, Martin; Papatriantafyllou, Maria; Anfossi, Simone; Schmittgen, Thomas; Huggett, Jim; Bustin, Stephen; Vandesompele, Jo; Calin, George;
Molecular Oncology 17(5): 713-717

Die Genauigkeit und Transparenz wissenschaftlicher Daten werden immer wichtiger, da in vielen Forschungsbereichen zunehmend Bedenken hinsichtlich der Bewertung der Datenreproduzierbarkeit bestehen. Diese Sorge gilt auch für die Quantifizierung kodierender und nichtkodierender RNAs, da die Zahl der Veröffentlichungen, in denen über RNA-Profilierungs- und Sequenzierungsstudien berichtet wird, hat deutlich zugenommen. Um das Problem anzugehen, schlagen wir die folgenden Empfehlungen vor: (a) genaue Dokumentation experimenteller Verfahren in „Materialien und Methoden“ (und nicht nur in den Zusatzinformationen, da viele Zeitschriften den strengen Auftrag haben, „Materialien und Methoden“ so sichtbar wie möglich in der Zusammenfassung, Haupt Text); (b) Einreichung von RT-qPCR-Rohdaten für alle gemeldeten Experimente; und (c) Einführung eines einheitlichen, einfachen Formats für übermittelte RT-qPCR-Rohdaten. Zu diesem Zweck wurde das real-time PCR (qPCR) Data Essential Spreadsheet Format (RDES) erstellt.

IV. Biomarker

Die potenzielle Rolle von aus extrazellulären Vesikeln im Serum stammenden kleinen RNAs in der AML-Forschung als nicht-invasive Biomarker

The potential role of serum extracellular vesicle-derived small-RNAs in AML research as non-invasive biomarker

Lin Li¹, Veronika Mussack², André Görgens³, Elena Pepeldjyska¹, Anne Sophie Hartz¹, Hazal Aslan¹, Elias Rackl¹, Andreas Rank⁴, Jörg Schmohl⁵, Samir El Andaloussi³, Michael W. Pfaffl², Helga Schmetzer¹

¹Immune-Modulation, Medical Department III, University Hospital of Munich, Munich; ²Department of Animal Physiology and Immunology, TUM School of Life Sciences Weihenstephan, Technical University of Munich, Freising; ³Department of Laboratory Medicine, Division of Biomolecular and Cellular Medicine, Karolinska Institutet, Stockholm; ⁴Department of Hematology and Oncology, University Hospital of Augsburg, Augsburg; ⁵Department of Hematology and Oncology, Hospital of Stuttgart, Stuttgart; Nanoscale Advances 5(6): 1691-1705

Hintergrund: Extrazelluläre Vesikel (EV) sind von Zellen sezernierte Vesikel, die von allen Zellen in gesunden und kranken Zellen freigesetzt werden. Dementsprechend werden EVs auch von Zellen bei akuter myeloischer Leukämie (AML) freigesetzt, einer hämatologischen Malignität, die durch unkontrolliertes Wachstum unreifer myeloischer Zellen gekennzeichnet ist. Diese EVs tragen Marker und molekulare Fracht, die die bösartige Transformation in erkrankten Zellen widerspiegeln. Die Überwachung antileukämischer oder proleukämischer Prozesse während der Krankheitsentwicklung und -behandlung ist von wesentlicher Bedeutung. Daher wurden EVs und deren microRNA (miRNA) aus AML-Proben als Biomarker untersucht, um krankheitsbedingte Muster *ex vivo* oder *in vivo* zu unterscheiden.

Methodik: EVs wurden durch Immunaффinität aus dem Serum gesunder (H) Freiwilliger und AML-Patienten gereinigt. Die Profile der EV-Oberflächenproteine wurden mittels Multiplex-Bead-basierter Durchflusszytometrie (MBFCM) analysiert und die Gesamt-RNA wurde vor der miRNA-Profilierung mittels Small-RNA-Sequenzierung aus EVs isoliert.

Ergebnisse: MBFCM zeigte unterschiedliche Oberflächenproteinmuster bei H- und AML-EVs. Die miRNA-Analyse zeigte sowohl individuelle als auch stark fehlregulierte Muster in H- und AML-Proben.

Schlussfolgerungen: In dieser Studie liefern wir einen Proof-of-Concept für das Unterscheidungspotenzial von EV-abgeleiteten miRNA-Profilen als Biomarker in Gesunden- sowie AML-Proben.

Replikative Studie zu leistungsbezogenen Genen brasilianischer Elite-Fußballspieler zeigt genetische Unterschiede zu afrikanischen Vorfahren und Ähnlichkeiten zwischen Profi- und U20-Jugendsportlern.

Replicative Study in Performance-Related Genes of Brazilian Elite Soccer Players Highlights Genetic Differences from African Ancestry and Similarities between Professional and U20 Youth Athletes.

Tane Kanope¹, Caleb Santos^{2,7}, Feliciano Marinho³, Gustavo Monnerat-Cahli⁴, Mario Junior⁵, Ana Carolina Fonseca^{5,6}, Verônica Zembrzusi⁴, Michael W. Pfaffl⁷, Miller de Assis¹, Eduardo Pimenta¹

¹UFMG Soccer Science Center, Sports Department, School of Physical Education, Physiotherapy and Occupational Therapy, Federal University of Minas Gerais – UFMG, Belo Horizonte – MG, Brazil; ²Brazilian Army Institute of Biology, Research, Teaching and Research Division, Rio de Janeiro – RJ, Brazil; ³Instituto Hermes Pardini SA, Vespasiano, Minas Gerais, Brazil; ⁴Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Biofísica Carlos Chagas Filho, Physiology, Rio de Janeiro – RJ, Brazil; ⁵Human Genetics Laboratory, Oswaldo Cruz Institute, Oswaldo Cruz Foundation (Fiocruz), Rio de Janeiro – RJ, Brazil; ⁶Laboratory of Immunopharmacology, Oswaldo Cruz Institute, Oswaldo Cruz Foundation, Rio de Janeiro – RJ, Brazil; ⁷Department of Animal Physiology and Immunology, School of Life Sciences, Technical University of Munich, Weihenstephaner Berg 3, 85354 Freising, Germany; *Genes* 2023, 14(7): 1446

Genetische Assoziationsstudien versuchen in der Regel genetische Polymorphismen im Zusammenhang mit der menschlichen Physiologie und körperlichen Leistungsfähigkeit zu bewerten. Allerdings treibt die Heterogenität einiger Ergebnisse die Forschung dazu an, sie zu replizieren, zu validieren und zu bestätigen, da dies wesentliche Aspekte für die Sicherstellung ihrer Anwendbarkeit in den Sportwissenschaften sind. Genetische Distanzmatrix- und molekulare Varianzanalysen könnten einen alternativen Ansatz zum Vergleich von Genomen von Sportlern mit denen aus öffentlichen Datenbanken bieten. Daher führten wir eine vollständige Sequenzierung von 44 Genomen männlicher brasilianischer Erstliga-Fußballspieler unter 20 Jahren (U20_BFDSC) durch. Die leistungsbezogenen SNP-Genotypen wurden von Spielern und aus der Datenbank „1000 Genomes“ (europäisch, afrikanisch, amerikanisch, ostasiatisch und südasiatisch) ermittelt. Überraschenderweise wiesen die leistungsbezogenen Genotypen U20_BFDSC signifikant höhere FST-Werte auf ($p < 0,00001$) als afrikanische Populationen, obwohl Studien mit Abstammungsmarkern eine wichtige Ähnlichkeit zwischen brasilianischen und afrikanischen Populationen gezeigt haben (12–24 %). U20_BFDSC waren genetisch den Profisportlern ähnlich und zeigten den starken genetischen Selektionsdruck, der wahrscheinlich vor diesem Reifestadium auftritt. Unsere Studie hat gezeigt, dass leistungsbezogene Gene aufgrund der körperlichen Leistungsfähigkeit sowie umweltbedingter, kognitiver und soziokultureller Faktoren einem selektiven Druck ausgesetzt sein können. Diese replikative Studie legt nahe, dass die molekulare Varianz und die Wright-Statistik zu neuen Schlussfolgerungen in der Sportwissenschaft führen können.

Anästhesie spezifische lncRNA- und mRNA-Profiländerungen im Blut während der Resektion von Darmkrebs -- eine prospektive, abgestimmte Pilotstudie.

Anesthetic-specific lncRNA and mRNA profile changes in blood during colorectal cancer resection: A prospective, matched-case pilot study.

Anja Lindemann¹, Florian Brandes², Melanie Borrmann², Agnes S. Meidert², Benedikt Kirchner³, Ortrud K Steinlein¹, Gustav Schelling², Michael W. Pfaffl³, Marlene Reithmair¹ (2023)

¹Institute of Human Genetics, University Hospital, Ludwig-Maximilians-University Munich, Munich, Germany; ²Department of Anesthesiology, University Hospital, Ludwig-Maximilians-University Munich, Munich, Germany; ³Division of Animal Physiology and Immunology, School of Life Sciences Weihenstephan, Technical University of Munich, Freising, Germany; Oncology Reports 2023 (49) 2: 28

Prometastatische und antitumorale Effekte verschiedener Anästhetika wurden in mehreren Studien mit widersprüchlichen Ergebnissen analysiert. Daher bleiben die zugrundeliegenden perioperativen molekularen Mechanismen, die durch Anästhetika vermittelt werden und möglicherweise den Tumorphänotyp und die Metastasierung beeinflussen, unklar. Es wurde die Hypothese aufgestellt, dass anästhesiespezifische Veränderungen der Expression langer nicht-kodierender RNAs (lncRNAs) im Blutkreislauf induziert werden und eine entscheidende Rolle beim Tumorverlauf spielen. In der vorliegenden Studie wurden Hochdurchsatzsequenzierung und quantitative RT-PCR durchgeführt, um Veränderungen der lncRNA- und mRNA-Expression zu identifizieren, die durch zwei therapeutische Regimes beeinflusst werden: totale intravenöse Anästhesie (TIVA) und flüchtiges Anästhesiegas (VAG) bei Patienten, die sich einer Resektion eines kolorektalen Karzinom (CRC) unterzogen. Total-RNA aus Blut wurde vor und nach der Resektion isoliert und mittels RNA-Sequenzierung charakterisiert. Die mRNA-lncRNA-Interaktionen und deren Rolle in krebsbezogenen Signalwegen der unterschiedlich exprimierten lncRNAs wurden mittels bioinformatischer Analysen identifiziert. Der Vergleich dieser beiden Zeitpunkte ergab 35 unterschiedlich exprimierte lncRNAs in der TIVA-Gruppe und 25 in der VAG-Gruppe, wobei acht in beiden Gruppen gemeinsam waren. Zwei lncRNAs in der TIVA-Gruppe und 23 in der VAG-Gruppe von in silico identifizierten Ziel-mRNAs wurden als unterschiedlich reguliert im NGS-Datensatz der vorliegenden Studie bestätigt. Eine Pathway Analyse wurde durchgeführt und krebsrelevante

kanonische Signalwege für TIVA identifiziert. Die Ziel-mRNA-Analyse von VAG zeigte eine deutlich verschlechterte immunologische Antwort gegen Krebs. In dieser Machbarkeitsstudie wurden anästhesiespezifische Expressionsänderungen in lncRNA- und mRNA-Profilen im Blut erfolgreich identifiziert. Darüber hinaus liefern die Daten der vorliegenden Studie den ersten Beweis dafür, dass durch Anästhesie induzierte lncRNA-Musterveränderungen zu den beobachteten Unterschieden im CRC-Verlauf nach Tumorresektion beitragen können.

Transkriptomstudien im Blut von COVID-19 Patienten zeigen zelluläre Signalnetzwerke, die durch zirkulierende Glykokalyx-Komponenten aktiviert werden, was auf eine aktive Gefäßschädigung deutet

Extensive blood transcriptome analysis reveals cellular signaling networks activated by circulating gly-cocalyx components reflecting vascular injury in COVID-19

Melanie Borrmann¹, Florian Brandes¹, Benedikt Kirchner², Matthias Klein³, Jean-Noël Billaud⁵, Marlene Reithmair⁴, Markus Rehm¹, Gustav Schelling¹, Michael W. Pfaffl², Agnes S. Meidert¹

¹Department of Anesthesiology, University Hospital, Ludwig-Maximilians-University Munich, Munich, Germany; ²Division of Animal Physiology and Immunology, School of Life Sciences Weihenstephan, Technical University of Munich, Freising, Germany; ³Department of Neurology, University Hospital, Ludwig-Maximilians-University of Munich, Munich, Germany; ⁴Institute of Human Genetics, University Hospital, Ludwig-Maximilians-University Munich, Munich, Germany; ⁵QIAGEN Digital Insights, Redwood City, USA; *Frontiers in Immunology* 14: 1129766

Hintergrund: Der Abbau der endothelialen schützenden Glykokalyx-Schicht während einer COVID-19 Infektion führt zum Abwurf wichtiger Glykokalyx-Komponenten. Diese zirkulierenden Proteine und ihre Abbauprodukte können auf Immun- und Endothelzellen rückwirken und molekulare Signalkaskaden bei COVID-19 assoziierten Mikrogefäßschäden aktivieren. Um diese Hypothese zu testen, haben wir Glykokalyx-Komponenten im Plasma von Patienten mit SARS-CoV-2 Infektion unterschiedlicher Schweregrade gemessen und die durch Glykokalyx Komponenten in Immun- und Endothelzellen aktivierten molekularen Signaturnetzwerke identifiziert.

Methoden: Wir untersuchten Patienten mit durch RT-qPCR bestätigter COVID-19-Pneumonie, Patienten mit COVID-19 Akuten Respiratorischen Distress Syndrom (ARDS) und gesunde Kontrollen (Wildtyp, n=20 in jeder Gruppe) und maßen Syndecan-1, Heparansulfat und Hyaluronsäure. Der in-silico Aufbau von Signalnetzwerken basierte auf RNA-Sequenzierung (RNAseq) von mRNA Transkripten, die aus Blutzellen und miRNAs, die aus extrazellulären Vesikeln derselben Kohorte isoliert wurden, abgeleitet wurden. Differential regulierte RNAs zwischen den Gruppen wurden durch Genexpressionsanalyse identifiziert. Beide RNAseq Datensätze wurden zur Konstruktion von Netzwerken zirkulierender Glykosaminoglykane verwendet, mit Fokus auf Immun- und Endothelzellen.

Ergebnisse: Die Plasmakonzentrationen der Glykokalyx-Komponenten waren am höchsten bei COVID-19 ARDS. Die Hyaluronsäure-Plasmaspiegel bei Patienten, die mit COVID-19 Pneumonie aufgenommen wurden und während der Krankenhausbehandlung ARDS entwickelten (n=8), waren bei Krankenhausaufnahme signifikant höher als bei Patienten mit einer frühen Erholung. RNAseq identifizierte Hyaluronsäure als positiven Regulator von TLR4 bei Pneumonie und ARDS. Bei COVID-19 ARDS erhöhte Syndecan-1 IL-6, was signifikant höher war als bei Pneumonie. Bei ARDS aktivierte Hyaluronsäure NRP1, einen Korezeptor von aktiviertem VEGFA, der mit pulmonaler vaskulärer Hyperpermeabilität assoziiert ist und mit VCAN (hochreguliert), einem für die Chemokin-Kommunikation wichtigen Proteoglykan, interagiert.

Schlussfolgerungen: Zirkulierende Glykokalyx Komponenten bei COVID-19 haben deutliche biologische Rückkopplungseffekte auf Immun- und Endothelzellen und führen zur Hochregulation wichtiger regulatorischer Transkripte, die zu weiterer Immunaktivierung und stärkerer systemischer Entzündung führen. Diese

Konsequenzen sind während der frühen Krankenhausphase von COVID-19 am stärksten ausgeprägt, bevor es zum Lungenversagen kommt. Erhöhte Spiegel zirkulierender Glykokalyx Komponenten könnten frühzeitig Patienten identifizieren, die ein Risiko für Mikrogefäßschäden und ARDS haben. Die rechtzeitige Hemmung des Glykokalyx Abbaus könnte einen neuartigen therapeutischen Ansatz bieten, um die Entwicklung von ARDS bei COVID-19 zu verhindern.

Extrazelluläre Vesikel und Endocannabinoid Signalling bei COVID-19 Patienten

Extracellular Vesicles and Endocannabinoid Signaling in Patients with COVID-19

Florian Brandes¹, Annekathrin M. Keiler², Benedikt Kirchner³, Melanie Bormann¹, Jean-Noël Billaud⁴, Marlene Reithmair⁵, Matthias Klein⁶, Patrizia Campolongo⁶, Detlef Thieme², Michael W. Pfaffl³, Gustav Schelling¹, Agnes S. Meidert¹

¹Department of Anesthesiology, University Hospital, Ludwig-Maximilians-University Munich, Munich, Germany; ²Institute of Doping Analysis and Sports Biochemistry, Kreischa, Germany; ³Division of Animal Physiology and Immunology, School of Life Sciences Weihenstephan, Technical University of Munich, Freising, Germany; ⁴QIAGEN Digital Insights, Redwood City, USA; ⁵Institute of Human Genetics, University Hospital, Ludwig-Maximilians-University Munich, Munich, Germany; ⁴Department of Neurology, University Hospital, Ludwig-Maximilians-University of Munich, Munich, Germany; ⁶Department of Physiology and Pharmacology «V. Erspamer», Sapienza University of Rome, Rome, Italy, Cannabis and Cannabinoid Research (2023)

Einleitung: Endocannabinoide haben bei COVID-19 immunmodulatorische und entzündungshemmende Eigenschaften, aber die funktionelle Rolle und Regulation der Endocannabinoid-Signalling bei dieser pandemischen Krankheit sind umstritten. Um ihre biologische Funktion auszuüben, müssen Endocannabinoide den interzellulären Raum und den Blutstrom durchqueren, um ihre Zielzellen zu erreichen. Wie die lipophilen Endocannabinoide im Gefäßsystem transportiert werden und wie diese hydrophoben Verbindungen Zellmembranen überwinden, ist noch unklar. Extrazelluläre Vesikel (EVs) werden von vielen Zelltypen, einschließlich Immunzellen, freigesetzt und aufgenommen. EVs sind kleine lipidmembranbedeckte Partikel und enthalten RNA, Lipide und Proteine. Sie spielen eine wichtige Rolle in der interzellulären Kommunikation, indem sie diese Signalmoleküle von ihren Ursprungszellen zu spezifischen Zielzellen transportieren. EVs könnten ideale Transportvehikel für lipophile Signalmoleküle wie Endocannabinoide darstellen, und dieser Effekt könnte auch bei COVID-19 vorliegen.

Materialien und Methoden: Wir haben die Endocannabinoide Anandamid, 2-AG, SEA, PEA und OEA bei Patienten mit COVID-19 in EVs und Plasma gemessen. Die RNA-Sequenzierung von aus EVs abgeleiteten miRNAs und mRNA-Transkripten aus Blutzellen wurde verwendet, um Signalnetzwerke zu konstruieren, die die Endocannabinoid- und miRNA-Kommunikation durch EVs zu Ziel-Immunzellen widerspiegeln.

Ergebnisse: Mit Ausnahme von Anandamid waren Endocannabinoid-Konzentrationen in EVs im Vergleich zum Plasma signifikant angereichert und nahmen mit der Schwere der COVID-19 Erkrankung zu. Keine Anreicherung in EVs wurde für die hydrophileren Steroidhormone Cortisol und Testosteron beobachtet. Hohe EV-Endocannabinoid-Konzentrationen waren mit der Herunterregulierung von CNR2 (CB2) durch hochregulierte EV-miRNA miR-146a-5p und der Hochregulierung von MGLL durch herunterregulierte EV-miR-199a-5p und EV-miR-370-5p verbunden, was auf gegenregulatorische Effekte hindeutet. Im Gegensatz dazu waren niedrige EV-Anandamid-Spiegel mit der Hochregulierung von CNR1 durch die Herunterregulierung von EV-miR-30c-5p und miR-26a-5p sowie der Hemmung von FAAH verbunden. Immunologisch aktive Moleküle in Immunzellen, die durch Endocannabinoid-Signale reguliert werden, umfassen unter anderem VEGFA, GNAI2, IGF1, BDNF, IGF1R und CREB1 sowie CCND1.

Diskussion und Schlussfolgerungen: EVs transportieren immunologisch funktionelle Endocannabinoide bei COVID-19 zusammen mit miRNAs, die die Expression von mRNA Transkripten regulieren könnten, die an der Regulation der Endocannabinoid-Signalisierung und des Metabolismus beteiligt sind. Dieser Mechanismus könnte die Endocannabinoid-Effekte in den Empfängerzellen in Beziehung zum aktuellen biologischen Kontext feinabstimmen und anpassen.

V. Immunologie

Funktionelle T-Zellen sind zur übermäßigen Zellteilung und Langlebigkeit fähig

Functional T cells are capable of supernumerary cell division and longevity

Soerens AG, Künzli M, Quarnstrom CF, Scott MC, Swanson L, Locquiao JJ, Ghoneim HE, Zehn D, Youngblood B, Vezys V, Masopust D.
Nature 2023 614 (7949): 762-766

Interleukin-33 fördert die Expansion und bewahrt die Stammzellen von Tcf-1+ CD8+ T-Zellen bei chronischen Virusinfektionen

The alarmin interleukin-33 promotes the expansion and preserves the stemness of Tcf-1+ CD8+ T cells in chronic viral infection

Marx AF, Kallert SM, Brunner TM, Villegas JA, Geier F, Fixemer J, Abreu-Mota T, Reuther P, Bonilla WV, Fadejeva J, Kreutzfeldt M, Wagner I, Aparicio-Domingo P, Scarpellino L, Charmoy M, Utzschneider DT, Hagedorn C, Lu M, Cornille K, Stauffer K, Kreppel F, Merkler D, Zehn D, Held W, Luther SA, Löhning M, Pinschewer DD:
Immunity 2023 56 (4): 813-828

Stat5a macht berauschte T-Zellen nüchtern

Stat5a sobers up inTOXicated T cells

Donhauser LV, Zehn D.
Immunity 2023 56(12): 2670-2672

Der Austausch einer einzelnen Aminosäure im Adapter LAT beschleunigt die Kinetik des TCR-Korrekturlesens und verändert die Auswahl, Aufrechterhaltung und Funktion von T-Zellen

A single-amino acid substitution in the adaptor LAT accelerates TCR proofreading kinetics and alters T-cell selection, maintenance and function

Lo WL, Kuhlmann M, Rizzuto G, Ekiz HA, Kolawole EM, Revelo MP, Andargachew R, Li Z, Tsai YL, Marson A, Evavold BD, Zehn D, Weiss A; Nat Immunol. 2023 24 (4): 676-689

Ein Adrenalinkick zur Erschöpfung der T-Zellen

An adrenaline kick to exhaust T cells

Berner J, Zehn D.
Nature Immunology 2023 24 (11): 1792-1793

Die Hemmung der Pyrimidin de-novo Synthese blockiert selektiv die Entwicklung von Effektorzellen, nicht aber die Entwicklung von Gedächtnis-T-Zellen

Pyrimidine de novo synthesis inhibition selectively blocks effector but not memory T cell development

Scherer S, Oberle SG, Kanev K, Gerullis AK, Wu M, de Almeida GP, Puleston DJ, Baixauli F, Aly L, Greco A, Nizharadze T, Becker NB, Hoesslin MV, Donhauser LV, Berner J, Chu T, McNamara HA, Esencan Z, Roelli P, Wurmser C, Kleiter I, Vehreschild MJGT, Mayer CA, Knolle P, Klingenspor M, Fumagalli V, Iannacone M, Prlic M, Korn T, Pearce EL, Höfer T, Schulz AM, Zehn D.

Nature Immunology 2023 24 (3): 501-515

Das Ansprechen von Krebspatienten auf mRNA-Impfstoffe hängt vom Zeitintervall zwischen der Impfung und der letzten Behandlung ab

Responses of patients with cancer to mRNA vaccines depend on the time interval between vaccination and last treatment

Donhauser LV, Veloso de Oliveira J, Schick C, Manlik W, Styblova S, Lutzenberger S, Aigner M, Philipp P, Robert S, Gandorfer B, Hempel D, Hempel L, Zehn D.

Journal Immunotherapy Cancer 2023 11(9): e007387

Conference Report über das erste ImmunOctoberfest 2022 in Raitenhaslach

Tapping the keg of discovery to advance T cell therapy

Schulz AM, Zebley CC, Youngblood B, Zehn D.

Nature Immunology 2023 24(2): 213-215

Exkursionen

Zwei Exkursionen zur Besamungsstation der Bayern Genetik GmbH in Grub fanden am 7.02.2023 und am 11.07.2023 unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. Michael Pfaffl und Herrn Granit Thaqi statt.

Die Exkursion zum Milchprüfing Bayern e.V. in Wolnzach fand am 1.02.2023 unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. Michael Pfaffl und Frau Dr. Heike Kliem statt.

Dissertationen, Master- und Bachelorarbeiten

Dissertationen

Wu, Ming: Stratification of CD8+ T cell diversity in acute and chronic infection via single-cell RNA sequencing

Kanev, Kristiyan: CD4 T cell help sustains distinct subpopulations in functional and dysfunctional CD8 T cell responses

Masterarbeiten

Lobbichler, Markus: Revitalisieren von erschöpften natürlichen Killerzellen durch proinflammatorische Signale und Checkpoint-Inhibition

Liao, Shiqi: Mitochondrial respiratory chain perturbation modulates CD8+ T cell metabolic phenotype and effector function

Sinja Bächtle: Development of a Sample Preparation Method for Next Generation Sequencing

Phillip Pascal Baumgartner: Entwicklung eines ECLIAS zum Nachweis von exosomalen PD-L1 in Blutplasma

Bachelorarbeiten

Kalteich, Laura: Evaluierung des stabilen Transfers von Psmb11 in einer Tumorzelle

Rager, Katrin: Klonierung und Expression von RNA-Positivkontrollen in E. coli für RT-qPCR-Assays zur Detektion von Krebs-Biomarkern

Vorträge

Michael Pfaffl

Neue Möglichkeiten für die Erfassung der Tiergesundheit und des Tierwohls.

25. - 26. Januar 2023, HEF Retreat 2023, Evangelische Akademie Tutzing, Germany.

A development and analysis pipeline for microRNA biomarker signatures in molecular diagnostics based on circulating EVs.

GQ2023, 10th Gene Quantification Event, 20. – 22. March 2023, TUM, Freising-Weihenstephan, Germany.

“The New Kids on the Block” - Extracellular Vesicles and circulating RNA in Molecular Diagnostics.

Laboratory Automation and Liquid Handling in Molecular Diagnostics.

29. - 30. March 2023, Panoramahotel Oberjoch, Paßstraße 41, 87541 Bad Hindelang.

The Future of Labtech PCR, qPCR, NGS Library Preparation, Extracellular Vesicles, and more

LabTechCircle, 29. - 30. March 2023, Panoramahotel Oberjoch, Paßstraße 41, 87541 Bad Hindelang, Germany.

EV associated Biomarkers in Liquid Biopsies -- How to identify valid microRNA Biomarker Signatures in circulating extracellular vesicles.

Symposium “microRNA: from detection technologies to applications”

21. – 25. May 2023, WorldLab-EuroMedLab Rome 2023, Rome, Italy.

EV Workshop Introduction and the MISEV Guidelines.

28. June 2023, EV Workshop, 3rd International Symposium on Microgenomics, University of Florence, Italy.

EV Biomarker Discovery - Comparison of EV Isolation Methods, small-RNA Seq & RT-qPCR validation.

28. June 2023, EV Workshop, 3rd International Symposium on Microgenomics, University of Florence, Italy.

A development and analysis pipeline for microRNA biomarker signatures in molecular diagnostics based on circulating EVs.

29. – 30. June 2023, 3rd International Symposium on Microgenomics, University of Florence, Italy.

miRNA — Biology, Cellular function and Valid quantification.

3rd October 2023, The Science Academy of Mongolia, Ulanbaatar, Mongolia.

A development and analysis pipeline for microRNA biomarker signatures in molecular diagnostics based on circulating EVs.

4th October 2023, National Center for Public Health, Ministry of Health, Ulanbaatar, Mongolia.

Exosomal Biomarkers in Liquid Biopsies: How to identify valid and better ‘Biomarker Signatures’ from micro-vesicular small-RNA Sequencing.

EMBL Liquid Biopsy Workshop, 10th October 2023, Heidelberg, Germany.

A development pipeline for omics biomarkers based on circulating EVs.

GSEV EV OMICS Workshop Marburg, 6.-7. December 2023, Marburg, Germany.

Bajram Berisha

The scientific achievements that have preceded artificial intelligence, and human fears - Examples from the field of Agriculture and Food

The XVIII International Annual Scientific Meeting of Albshkenca Institute. 12-14.10.2023. Prishtina, Kosova.

Projections of the National Science Program of Kosovo (2023-2028) in relation to the scientific diaspora

Munich Meetings 2023 Scientific Symposium: Building a platform to support the cooperation and networking of the Albanian scientific Diaspora. 24-25.11.2023, Munich, Germany.

Benedikt Kirchner

Hidden layers of complexity - How small RNA distribution and sample handling affect sequencing results

29. – 30. June 2023, 3rd International Symposium on Microgenomics, University of Florence, Italy.

In-depth characterization of EV transcription profiles by (small) RNA NGS

GSEV EV OMICS workshop, Marburg, Deutschland, 6.-7. Dezember 2023

Granit Thaqi

Detection of local produced adipokines and their receptors in the bovine during different physiological and reproductive stages

Weihenstephaner Milchwirtschaftliche Herbsttagung 2023, 13.10.2023, Freising, Germany

Detection of Novel Adipokines in Bovine Ovaries during Different Reproductive Stages.

European Biotechnology Congress 2023, 06.10.2023, Ljubljana, Slovenia.

Regulation of local produced novel adipokines and their receptors during different reproductive stages in the bovine ovary.

02.03.2023, 56th Annual Meeting for Physiology and Pathology of Reproduction and 48th Joint Meeting of Veterinary and Human Reproductive Medicine, Münster, Germany.

Dapi Menglin Chiang

Identification of EV-biomarker candidates from peripheral and local tumor plasma in head and neck squamous cell carcinoma using proteome analysis before/after tumor removal surgery.

MOVE Symposium, 24. – 27. October 2023, Malaga, Spain.

Kurzfassungen (Abstracts & Proceedings)

Regulation of local produced novel adipokines during different reproductive stages in the bovine ovary

Granit Thaqi¹, Bajram Berisha^{1,2}, Michael W. Pfaffl¹

1 Chair of Animal Physiology and Immunology, School of Life Sciences, Technical University of Munich, Weihenstephan, Germany; 2 Department of Animal Biotechnology, Faculty of Agriculture and Veterinary, University of Prishtina, Kosovo;

DVG Tagung, 56. Jahrestagung Physiologie und Pathologie der Fortpflanzung, 1.-3.März 2023, Münster, Germany

Identification of altered protein and microRNA signatures in extracellular vesicle-enriched fractions of bronchoalveolar lavage fluid from patients with chronic obstructive pulmonary disease

M Hylkema, SR Bartel, JC Wolters, B Kirchner, E Nolte, MW Pfaffl, SR Rutgers, W Timens, M Van den Berge

American Thoracic Society, COPD CLINICAL AND TRANSLATIONAL STUDIES, A5733-A5733

Extracellular Vesicles in COVID-19 pneumonia and progression to acute respiratory failure

Agnes Meidert¹, Florian Brandes¹, Benedikt Kirchner², Matthias Klein¹, Marlene Reithmair¹, Michael W. Pfaffl², Gustav Schelling¹

1LMU University Hospital, Germany; 2Division of Animal Physiology and Immunology, School of Life Sciences Weihenstephan, Technical University of Munich;

GQ2023, 10th Gene Quantification Event, 20.-22. March 2023, TUM, Freising Weihenstephan, Germany, GQ2023 proceedings page 8

A development and analysis pipeline for microRNA biomarker signatures in molecular diagnostics based on circulating EVs

Michael W Pfaffl

GQ2023, 10th Gene Quantification Event, 20.-22. March 2023, TUM, Freising-Weihenstephan, Germany, GQ2023 proceedings page 12

Comparison of EVs associated miRNA Profiles in 2D and 3D primary glioblastoma models

Martina Schuster¹, Frank K. Braun², Dapi Meng-Lin Chiang³, Benedikt Kirchner³, Christian Grätz³, Markus J. Riemen-schneider², Michael W. Pfaffl³, Marlene Reithmair¹

1Institute of Human Genetics, University Hospital, Ludwig-Maximilians-University Munich, Munich, Germany; 2Department of Neuropathology, University Hospital Regensburg, Regensburg, Germany; 3Division of Animal Physiology and Immunology, School of Life Sciences Weihenstephan, Technical University of Munich, Freising, Germany;

GQ2023, 10th Gene Quantification Event, 20.-22. March 2023, TUM, Freising-Weihenstephan, Germany, GQ2023 proceedings page 36

Simplifying Small RNA Seq Data Analysis with caRNAge - Comprehensive Analysis of small RNA Gene Expression.

Benedikt Kirchner¹, Johannes Kersting², Michael W Pfaffl¹

1 Division of Animal Physiology and Immunology, School of Life Sciences Weihenstephan, Technical University Munich, Germany; 2 Research Group Big Data in Biomedicine, Technical University Munich, Munich, Germany;

GQ2023, 10th Gene Quantification Event, 20.-22. March 2023, TUM, Freising-Weihenstephan, Germany, GQ2023 proceedings page 38

Expression of Adipokine Family Members in Bovine Corpus Luteum During the Estrous Cycle and Pregnancy

Granit Thaqi¹, Bajram Berisha^{1,2}, Michael Pfaffl¹

1)TUM School of Life Sciences, Germany; 2)University of Prishtina, Faculty of Agriculture and Veterinary, Kosovo;

GQ2023, 10th Gene Quantification Event, 20.-22. March 2023, TUM, Freising-Weihenstephan, Germany, GQ2023 proceedings page 43

Exosomes - The Next Generation Therapy-Monitoring Tool in Cancer Patients?

Yannik da Silva^{1,2}, Dapi Menglin Chiang^{1,3}, Laura Benecke^{1,2}, Sacha Rothschild⁴, Michael W. Pfaffl³ and Laurent Muller^{1,2}

1Department of Biomedicine, University of Basel, Switzerland; 2Department of Otorhinolaryngology, Head and Neck Surgery, University Hospital of Basel, Switzerland; 3Department of Animal Physiology and Immunology, TUM School of Life Sciences, Technical University of Munich, Freising, Germany; 4Department of Oncology, Cantonal Hospital Baden, Switzerland

HNO Congress Zürich 2023, Switzerland

Extracellular Vesicles and Endocannabinoid Signaling in Patients with COVID-19

Florian Brandes¹, Annkathrin M. Keiler², Benedikt Kirchner³, Melanie Borrmann¹, Marlene Reithmair⁴, Detlef Thieme², Michael W. Pfaffl³, Gustav Schelling¹, Agnes S. Meidert¹

1Department of Anesthesiology, University Hospital, Ludwig-Maximilians-University Munich, Munich, Germany; 2Institute of Doping Analysis and Sports Biochemistry, Kreischa, Germany; 3Division of Animal Physiology and Immunology, School of Life Sciences Weihenstephan, Technical University of Munich, Freising, Germany; 4Institute of Human Genetics, University Hospital, Ludwig-Maximilians-University Munich, Munich, Germany

Sepsis Congress 2023, Weimar, Germany

ECIS helps to tackle the conundrum of nanoplastic effects

A.R.D. Binder, V. Mussack, B. Kirchner and M.W. Pfaffl

TUM School of Life Sciences, Division of Animal Physiology and Immunology, Freising (Germany)

4th – 6th September 2023, IBCA 2023, Aachen, Germany.

Detection of Novel Adipokines in Bovine Ovaries during Different Reproductive Stages

Granit Thaqi¹, Bajram Berisha^{1,2}, Michael W. Pfaffl¹

1) TUM School of Life Sciences, Chair of Animal Physiology and Immunology, Germany; 2) Animal Biotechnology, University of Prishtina, Kosovo

EuroBiotech 2023, 4. – 6. October 2023, Ljubljana, Slovenia.

Identification of EV-biomarker candidates from peripheral and local tumor plasma in head and neck squamous cell carcinoma using proteome analysis before/after tumor removal surgery

Dapi Menglin Chiang^{1,2}, Christina Ludwig³, Chen Meng³, Marlene Reithmair², Laura Benecke^{4,5}, Yannik da Silva^{4,5}, Michael W. Pfaffl¹ and Laurent Muller^{4,5}

¹Division of Animal Physiology and Immunology, School of Life Sciences, Technical University of Munich, 85354 Freising Weihenstephan, Germany; ²Institute of Human Genetics, University Hospital, LMU Munich, 80336 Munich, Germany; ³Bavarian Center for Biomolecular Mass Spectrometry (BayBioMS), Technical University of Munich (TUM), Freising, Germany; ⁴Department of Otorhinolaryngology, Head and Neck Surgery, University Hospital of Basel, Switzerland; ⁵Department of Biomedicine, University of Basel, Switzerland

Proceedings, MOVE Symposium, 24. – 27. October 2023, Malaga, Spain

Bacterial membrane vesicles as potential biomarkers for bacteremia diagnostics

Mia S.C. Yu, Dapi Menglin Chiang, Marlene Reithmair, Agnes Meidert, Florian Brandes, Gustav Schelling, Christina Ludwig, Chen Meng, Benedikt Kirchner, Christian Zenner, Laurent Muller, Michael W. Pfaffl

Proceedings, MOVE Symposium, 24. – 27. October 2023, Malaga, Spain

EV miRNA and protein composition of primary glioblastoma cells changes in 3D organoid models

Marlene Reithmair¹, Martina Schuster¹, Frank K. Braun², Meng-Lin Chiang^{1,3}, Christina Ludwig⁴, Peter Hau⁵, Christian Grätz³, Benedikt Kirchner³, Gustav Schelling⁵, Ortrud K. Steinlein¹, Markus J. Riemenschneider², Michael W. Pfaffl³

¹Institute of Human Genetics, University Hospital, Ludwig-Maximilians-University Munich, Munich, Germany; ²Department of Neuropathology, University Hospital Regensburg, Regensburg, Germany; ³Division of Animal Physiology and Immunology, School of Life Sciences Weihenstephan, TUM, Freising, Germany; ⁴Bavarian Center for Biomolecular Mass Spectrometry (BayBioMS), TUM, Freising, Germany; ⁵Department of Neurology and Wilhelm Sander-NeuroOncology Unit, Regensburg University Hospital, 93053 Regensburg, Germany; ⁶Department of Anesthesiology, University Hospital, LMU, Munich, Germany, Proceedings, MOVE Symposium, 24. – 27. October 2023, Malaga, Spain

Enhance small RNA NGS analyses with caRNAge - bias detection, ncRNA isoforms and improved validation chances

Benedikt Kirchner¹, Johannes Kersting², Michael W Pfaffl¹

1 Division of Animal Physiology and Immunology, School of Life Sciences Weihenstephan, Technical University Munich, Germany; 2 Research Group Big Data in Biomedicine, Technical University Munich, Munich, Germany;

Proceedings, MOVE Symposium, 24. – 27. October 2023, Malaga, Spain

Exploration of novel extracellular transcriptional biomarker candidates for early chemotherapy response prediction in cancer cells

Christian Grätz^{1,2}, Benedikt Kirchner^{1,2}, Dapi Menglin Chiang¹, Robert P. Loewe², Michael W. Pfaffl¹

1) Technische Universität München, Lehrstuhl für Tierphysiologie und Immunologie, 2) GeneSurge GmbH, München

Proceedings, MOVE Symposium, 24. – 27. October 2023, Malaga, Spain

Adipocyte-derived extracellular vesicles are endocrine regulators of insulin secretion in mice

Konxhe Kulaj, Alexandra Harger, Michaela Bauer, Özüm S. Caliskan, Tilak Kumar Gupta, Dapi Menglin Chiang, Edward Milbank, Sneha Prakash, Michael W. Pfaffl, Benjamin D. Engel, Paul T. Pfluger, Natalie Krahmer, Kerstin Stemmer

Proceedings, MOVE Symposium, 24. – 27. October 2023, Malaga, Spain



Der Milchindustrie-Verband e.V. (MIV) ist der Spitzenverband der deutschen Milchindustrie



Seit über 100 Jahren vertritt der MIV die Interessen der Milchindustrie

Der MIV repräsentiert mit rund 90 Mitgliedsunternehmen beinahe die gesamte Molkereiwirtschaft in Deutschland. Als zentraler Ansprechpartner der Branche führt der MIV einen offenen Dialog und ist Interessenvertreter und Dienstleister auf regionaler, nationaler, europäischer und internationaler Ebene. Tätigkeitsfelder sind neben Milchwissenschaft und -forschung u. a. Agrarpolitik, Marktordnung und Wirtschaft, rechtliche Fragestellungen und Qualität, auch Sozial- und Tarifpolitik sowie Außenhandel, Umwelt oder Logistik.

Milchwissenschaft und -forschung: die Chance für Milchindustrie und Wissenschaft

Die Milchindustrie ist die forschungsintensivste Lebensmittelbranche.

Der MIV fördert Forschung und Wissenschaft über verschiedene Formate:

- **MIV-Kompetenznetzwerk-Milch:** Milchindustrie und Wissenschaft als Partner
- **Wissenschaftlicher Beirat des MIV** mit Experten der Natur-, Rechts- und Wirtschaftswissenschaft
- **MIV-Ideenbörse Forschung:** Generierung praxisnaher Forschungsideen
- **MIV-Arbeitsgruppe Forschung:** Initiierung, Prüfung und Koordinierung von milchspezifischen Projekten der Gemeinschaftsforschung,
- Jährliche Vergabe des **Milch-Wissenschaftlichen Innovationspreises**

Milchindustrie-Verband e.V. | Jägerstraße 51 | 10117 Berlin
Ansprechpartnerin Wissenschaft: Dr. Angela Kohl
Tel.: +49 30 4030445-19 | Fax: +49 30 4030445-57 | E-Mail: kohl@milchindustrie.de
www.milchindustrie.de | www.milch-im-blut.de

Verband Weihenstephaner Milchwirtschaftler, Bio- und Lebensmitteltechnologien e.V.

Adresse

Weihenstephaner Berg 1
D-85354 Freising-Weihenstephan
Telefon: 08161-71-2507
Internet: <https://www.verband-weihenstephan.de>
E-Mail: info@verband-weihenstephan.de



Geschäftsführung

Magdalena Bock, Christina Peterzell & Eva Guyot

Vorstand

Prof. Dr. Horst-Christian Langowski

Struktur des Verbandes

Neuentwicklungen bei den Verbandsmitgliedern

Der Verband Weihenstephaner Milchwirtschaftler, Bio- und Lebensmitteltechnologien e.V. ist ein unabhängiger Berufsverband für die Lebensmittel- und Bioprozesstechnikbranche mit derzeit 1922 Mitgliedern (Stand 10.10.2023). Im Geschäftsjahr 2023 konnten wir 71 neue Mitglieder für den Verband begeistern. Der Verband setzt sich im Wesentlichen zur Hälfte aus studentischen Mitgliedern verschiedener Fachrichtungen (Lebensmittel- und Biotechnologie, Bioprozesstechnik, Brauwesen, Ernährungswissenschaft, etc.) und Mitgliedern unterschiedlicher Industriezweige der Nahrungsmittel- und Pharmaindustrie zusammen. Der Mitgliedsbeitrag beträgt 20,00 EUR im Jahr.

Neuentwicklungen bei den Verbandsverantwortlichen

Im Jahr 2023 endete die Wahlperiode der Herrn Dr. Betz, Herrn Dr. Schraml und Herrn Dr. Strixner. Alle drei Vorstandsmitglieder wurden für die nachfolgende Wahlperiode wiedergewählt. Frau Dr. Corina Jantke musste ihr Amt als Kassenprüfer aus beruflichen Gründen niederlegen. Als Nachfolgerin wurde Frau Schöpflin gewählt.

Die Geschäftsführung hat seit 01.08.2023 tatkräftige Unterstützung durch Frau Christina Peterzell.

Zielsetzungen des Verbandes

Der Verband Weihenstephaner Milchwirtschaftler, Bio- und Lebensmitteltechnologien e.V. dient der Förderung und Unterstützung seiner studentischen Mitglieder und versteht sich als Netzwerk- und Kontaktplattform zum Informationsaustausch zwischen Universität und Industrie.

Der Verband bietet seinen Mitgliedern:

1) Finanzielle Unterstützung bei Fachexkursionen

- a) Bezuschussung privat organisierter Exkursionen zu Messen, Tagungen o.ä.
- b) Bezuschussung universitärer Exkursionen

2) Hilfe bei der Suche nach Praktika und Arbeitsstellen

- a) Studienbegleitende Industriepraktika
- b) Übermittlung von Stellenangeboten über einen regelmäßigen Newsletter

3) Preise für herausragende wissenschaftliche Arbeiten

- a) Bachelorarbeit: 500 EUR
- b) Masterarbeit: 1.000 EUR
- c) Doktorarbeit: 2.000 EUR

4) Preis für Innovationswettbewerb Lebensmittel (IGL Food)

- a) Preisgeld für Gewinnerteam: 2.500 EUR
- b) Präsentationsmöglichkeit bei Weihenstephaner Herbsttagung

5) Eine Netzwerk-Plattform

- a) Mehr als 1.900 Mitglieder (Studiengangsübergreifend)
- b) Jährlich erscheinendes Mitgliederverzeichnis
- c) Jährliches Ehemaligentreffen bei der Weihenstephaner Herbsttagung

6) Informationsaustausch zwischen Industrie und Universität

- a) Wissenschaftlicher Jahresbericht über aktuelle Forschungsthemen
- b) Regelmäßig erscheinender Newsletter zu Stellenanzeigen und Neuigkeiten
- c) Weihenstephaner Milchwirtschaftliche Herbsttagung mit Fachvorträgen, Mitgliederversammlung und Käsebuffet (Ehemaligentreffen)
- d) Einladung zu Weihenstephaner Tagungen, Veranstaltungen und Messen

Bericht aus Weihenstephan und dem Verbandsleben

Magdalena Bock, Christina Peternell & Eva Guyot

I. Herbsttagung 2023

Die traditionsreiche Weihenstephaner Milchwirtschaftliche Herbsttagung fand im Jahr 2023 am 12. und 13. Oktober statt. Da die hybride Veranstaltung aus dem vergangenen Jahr großen Anklang gefunden hat, wurde auch die Herbsttagung 2023 online für unsere interessierten Mitglieder übertragen. Mit insgesamt 180 angemeldeten Teilnehmern war die Veranstaltung in den Räumlichkeiten der Forstwissenschaften ein voller Erfolg.

II. Preisverleihungen für herausragende Abschlussarbeiten

Wie bereits in den Jahren zuvor wurden auch in diesem Jahr wieder Nachwuchswissenschaftler*innen für herausragende wissenschaftliche Abschlussarbeiten geehrt.

Der mit 500 EUR dotierte Preis für die beste Bachelorarbeit ging in diesem Jahr an Frau Britta Baumann für ihre Arbeit mit dem Thema „„Milchproteinfraktionierung mittels Mikrofiltration: Einfluss einer Vorbehandlung der Magermilch mit Transglutaminase auf die Trennleistung““. Frau Baumann war am Lehrstuhl für Lebensmittel- und Bio-Prozesstechnik unter der Leitung von Prof. Rychlik tätig. Ihre Arbeit wurde mit der Bestnote 1,0 bewertet.

Der mit 1.000 EUR dotierte Preis für die beste Masterarbeit ging in diesem Jahr an Frau Franziska Häderle. Ihre Arbeit trägt den Titel „Prozessoptimierung der Mikrowellen-Erhitzung: Potential des Frequenz-Sweeps in Solid-State-Generator-Systemen“. Frau Häderle hat ihre mit der Bestnote 1,0 bewertete Arbeit am Lehrstuhl für Lebensmittel- und Bioprozesstechnik unter der Leitung von Prof. Kulozik angefertigt.

Den mit 2.000 EUR dotierten Preis für die beste Doktorarbeit erhielt in diesem Jahr Herr Stefan Alexander Pieczonka. Die Doktorarbeit trägt den Titel „Comprehensive characterization of the beer and brewing metabolome“. Diese wurde von Prof. Rychlik am Lehrstuhl für Lehrstuhl für Analytische Lebensmittelchemie betreut.

III. Ehrungen

Die langjährige Treue von Verbandsmitgliedern ist Voraussetzung für eine erfolgreiche Verbandsarbeit. Die Unterstützung der ehemaligen Weihenstephaner ermöglicht dem Verband die Förderung der Nachwuchskräfte und erlaubt die Durchführung einer Veranstaltung wie der Weihenstephaner Milchwirtschaftlichen Herbsttagung. Daher ehrt der Verband auf der Herbsttagung Mitglieder mit 40-, 50- oder 60-jähriger Mitgliedschaft.

Im Jahr 2023 waren Herr Arno Abele, Herr Peter Alexander, Frau Ingeborg Bayer, Herr Fritz Colesan, Herr Dr. Frank Dannenberg, Frau Dorothea Deutsch, Herr Dr. Johann Dirndorfer, Herr Helmut Faltin, Herr Josef Fischer, Herr Alfred Geiger, Herr Stefan Geyer, Frau Dr. Sabine Geyer, Herr Werner Glaser, Frau Claudia Gschwind, Frau Dr. Beate Hambsch, Herr Martin Hartinger, Herr Bernhard Heymann, Frau Brigitte Kellerer-Mikschl, Herr Franz-Josef Kiel, Herr Jürgen Kinna, Herr Dr. Viktor Kleinmann, Herr Dr. Norbert Kolb, Herr Dr. Josef Krapf, Frau Heidi Lippold, Herr Andreas Müller, Herr Michael Pfister, Herr Dr. Armin Röckseisen, Herr Dr. Valentin Sauerer, Herr Gerhard Schier, Frau Elisabeth Schlatter-Wagner, Frau Angelika Schlößer und Herr Reinhard Unold bereits 40 Jahre lang Mitglieder im Verband. Herr Peter Furtner und Herr Gabriel Hengge blicken bereits auf 50 Jahre Mitgliedschaft im Verband zurück. Herr Peter Hauder und Herr Durk Pitzel können sogar bereits das 60-jährige Jubiläum im Verband feiern. Wir gratulieren und bedanken uns bei allen Jubilaren ganz herzlich für ihre Unterstützung und Treue.

IV. Deutschlandstipendium - Der Verband als Förderer

Der Verband WMBL tritt nach Beschluss der Vorstandschaft im Herbst 2016 bereits seit 2017 als Förderer im Rahmen des Deutschlandstipendiums auf. Die Stipendien kommen jeweils zur Hälfte Studierenden der Technischen Universität München und der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf zugute, die sich durch besondere Leistungen im Studium und durch ehrenamtliches Engagement im universitären und privaten Bereich hervorgetan haben. Das Fördergeld von jeweils 3.600 EUR jährlich soll den Stipendiat*innen helfen, ihre Aktivitäten weiterhin verfolgen zu können und ihre Ziele im Studium zu erreichen. Die Fördersumme für jede*n Stipendiaten*in setzt sich dabei zur Hälfte aus den Geldern des jeweiligen Förderers und zur anderen Hälfte aus Mitteln des Bundes zusammen.

Der Verband Weihenstephaner Milchwirtschaftler, Bio- und Lebensmitteltechnologen freut sich sehr, in diesem Jahr Studierende der Lebensmitteltechnologie, der Bioprozesstechnik und der Brau- und Getränketechnologie zu fördern.

Frau Elisabeth Huber	Biotechnologie, HSWT
Herr Aleksandar Todorov	Bioprozesstechnik, TUM

Der Verband WMBL gratuliert den Stipendiat*innen herzlich und wünscht weiterhin viel Erfolg im Studium.

Wenn Sie sich näher über das Fördermodell Deutschlandstipendium informieren möchten, finden Sie weiterführende Informationen direkt auf der Website www.deutschlandstipendium.de oder Informationen über die Zusammenarbeit von Deutschlandstipendium und der Technischen Universität München unter www.tum.de.

Versammlungen

Vorstandssitzung am	29.03.2023
Vorstandssitzung am	11.10.2023
Mitgliederversammlung am	12.10.2023

Verleihungsrichtlinien

zum Preis des Verbands Weihenstephaner Milchwirtschaftler, Bio- und Lebensmitteltechnologien e.V. für Bachelorarbeiten, Masterarbeiten sowie Doktorarbeiten

Präambel

Der Verband Weihenstephaner Milchwirtschaftler, Bio- und Lebensmitteltechnologien e.V. (WMBL) ist einer der traditionsreichsten Hochschulverbände mit nahezu 2000 Mitgliedern. Das stetige Wachsen des Verbands ist eng mit den Erfolgen der Absolvent*innen der Lebensmittelforschung in Weihenstephan verbunden. Der Verband möchte durch die Vergabe eines Preises für herausragende Studien- und Forschungsleistungen die Verbundenheit zu den Forschungsinstituten noch stärker zum Ausdruck bringen und die Studierenden dazu ermutigen, sich an den Einrichtungen der Lebensmittelforschung weiter zu engagieren.

Dotierung

Die Preise werden je nach Kategorie mit folgenden Beiträgen honoriert:

- Bachelorarbeit 500,00 EUR
- Masterarbeit 1000,00 EUR
- Doktorarbeit 2000,00 EUR

In jeder Kategorie wird jährlich jeweils ein Preis verliehen.

Auswahlkriterien

- Bei der eingereichten wissenschaftlichen Arbeit muss es sich um eine herausragende Arbeit im Zusammenhang mit einer überdurchschnittlichen Bewertung handeln.
- Die Arbeit muss dem Themenbereich der Lebensmittelforschung zugeordnet werden können, wobei die genaue Fachrichtung offen ist.

Bewerbungsverfahren

Die Arbeit muss vom Leiter / der Leiterin des betreuenden Instituts oder Lehrstuhls nominiert werden und ist in digitaler Form (PDF) zusammen mit dem vollständig ausgefüll-ten Bewerbungsformular (auch digital ausreichend) per E-Mail oder Post bei der Geschäftsstelle des Verbandes WMBL spätestens bis zum von der Geschäftsführung mitgeteilten Datum, i.d.R. Ende April, einzureichen. Das Datum der Verteidigung muss zwischen dem 1. April des Vorjahres und dem Termin der Einreichung liegen und darf nicht schon im Vorjahr eingereicht worden sein.

Preisverleihung

Der Preis für die beste Bachelorarbeit wird bei der Absolvent*innenverabschiedung, üblicherweise Ende Juni, verliehen. Die Preise für die beste Master- und Doktorarbeit werden vom Vorstand des Verbands jährlich bei der Weihenstephaner Milch- und Lebensmittel-wissenschaftlichen Herbsttagung, üblicherweise im Oktober, verliehen. Nur der Vorstand des Verbands ist berechtigt die Preisträger*innen öffentlich bekannt zu geben.

Jury

Die Jury besteht aus 5 Professor*innen der Technischen Universität München und der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf. Die Jury kontrolliert, ob die vorgeschlagenen Kandidat*innen den Bedingungen dieser Verleihungsrichtlinien entsprechen, prüft die eingereichten Unterlagen und benennt die Preisträger*innen. Sie ist berechtigt Beurteilungen von dritter Seite einzuholen und Kandidat*innen zur persönlichen Beurteilung einzuladen. Die Entscheidung der Jury ist unanfechtbar. Ein Rechtsanspruch auf Zuerkennung eines Preises besteht nicht.

Bewerbungsformulare können bei der Geschäftsführung des Verbandes angefordert werden.

Vereinigung zur Förderung der Milchwissenschaftlichen Forschung an der TUM in Freising-Weihenstephan e.V.

Adresse

c/o Professur Food Process Engineering
Prof. Dr.-Ing. Petra Först
Weihenstephaner Berg 1
Telefon: 08161-71-4205
E-Mail: foederverein.weihenstephan@gmx.de

Vorstand

1. Vorsitzender	Dr. Hans Schraml
Stellvert. Vorsitzender	Dr. Thomas Obersojer
Stellvert. Vorsitzender	Dr. Timo Winkelmann
Geschäftsführer	Prof. Dr.-Ing. Petra Först

Zweck und Ziele der Fördervereinigung

Die Fördervereinigung wird getragen von ca. 60 Mitgliedsunternehmen aus der Milch- und Lebensmittelindustrie. Die Vereinigung hat die Aufgabe, insbesondere die milchwissenschaftliche Forschung an der TU München in ihrer ganzen Breite zur Fortentwicklung der gesamten Milch- und Lebensmittelwirtschaft zu fördern. Die Vereinigung verfolgt ausschließlich und unmittelbar gemeinnützige Zwecke im Sinne des Abschnitts steuerbegünstigte Zwecke der Abgabenordnung. Sie sucht dies zu erreichen durch:

- Bereitstellung von Mitteln für Forschungsaufgaben auf dem Gebiet der Milch- und Lebensmittelwirtschaft, insbesondere der milchwissenschaftlichen Forschung,
- Förderung des Nachwuchses durch Stipendien,
- ständigen Gedanken- und Erfahrungsaustausch mit der Milch- und Lebensmittelwirtschaft, den land- und milchwirtschaftlichen Organisationen, wissenschaftlichen Gesellschaften, Anstalten und Instituten des In- und Auslandes, durch Tagungen und Vorträge.

Unterstützt werden die am Campus Weihenstephan milchwissenschaftlich forschenden Einrichtungen in Form von Mitteln für neue Forschungsgebiete entweder direkt milchbezogen oder auch auf die Lebensmitteltechnologie allgemein bzw. für spezifische Ausstattungen. Oftmals werden dadurch Vorarbeiten initiiert, die später zu öffentlich geförderten, vorwettbewerblich durchgeführten Gemeinschaftsforschungsprojekten führen, so dass die bereit gestellten Mittel mehrfach multipliziert werden. Die Vergabe der Forschungsmittel bzw. die Auswahl der beantragten Vorhaben nimmt der Vorstand vor, wobei ein aus dem Mitgliederkreis gewähltes Kuratorium mit 12 Industrievertretern den Vorstand berät. Die Kuratoriumsmitglieder haben eine Amtszeit von 3 Jahren.

Die Mitgliedsunternehmen ermöglichen mit ihren nach der Unternehmensgröße (Umsatz) gestaffelten Beiträgen eine substratspezifische Forschung in allen relevanten Disziplinen, die sich vorrangig mit zukunftsgerichteten Fragestellungen in der Milch- bzw. Lebensmittelwissenschaft befassen kann, die ohne diese Förderung nicht zustande kommen könnten. Insofern übernimmt die Branche ein hohes Maß an Verantwortung und Engagement in Bezug auf stetige Innovation eines Segments der Lebensmittelindustrie, das seit jeher eine Leitfunktion in der gesamten Lebensmittelbranche innehat.

Im laufenden Jahr geförderte Projekte sind nachfolgend aufgeführt:

Lehrstuhl für Tierphysiologie und Immunologie

Label-free Differential Cell Count (LFDCC) – Markierungsfreie Differenzierung von Immunzellen aus Blut und Milch von Milchkühen (Verlängerung)

Professur für Food Process Engineering

Extrusion von Casein unter Variation der mizellaren Eigenschaften

Professur für Funktionsmaterialien für Lebensmittelverpackungen und Professur für Cellular Agriculture (Gemeinschaftsantrag)

Optische Sensorik für die biotechnologische Herstellung alternativer Lebensmittel

Professur für Biothermodynamik

Isolierung von Proteinen aus Ölsaatenpresskuchen und Modifikation ihrer funktionellen Eigenschaften durch überkritische CO₂-Extraktion

Eine besondere Rolle spielen in diesem Zusammenhang die öffentlichen, durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie (BMWi) geförderten Forschungsprojekte im Rahmen der „Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)“, die über den Forschungsbereich der Ernährungsindustrie (FEI) ausgeschrieben werden. An derartigen Vorhaben beteiligen sich Mitglieder der Fördervereinigung unter Einsatz von Mitgliedsbeiträgen regelmäßig, so dass eine enge Anbindung der Wissenschaft an industrierelevante Fragestellungen gewährleistet ist.

Beitragsordnung

1. Unternehmen

Mindestbeitrag	500,00 EUR	bis 10 Mio. EUR Umsatz
	1000,00 EUR	über 10-50 Mio. EUR Umsatz
	2500,00 EUR	Über 50-125 Mio. EUR Umsatz
	3750,00 EUR	über 125-250 Mio. EUR Umsatz
	5000,00 EUR	Über 250 Mio. EUR Umsatz

2. Einzelmitglieder

Mindestbeitrag	100,00 EUR
----------------	------------

Informationstransfer – Mitgliederinformation

Ein wichtiges Hilfsmittel zum Informationsaustausch ist der "**Wissenschaftliche Jah-resbericht**", der mit Unterstützung der Vereinigung zusammengestellt wird. Neben diesem Bericht sind auch regelmäßige Rund-schreiben ein wesentlicher Beitrag zur Informationspolitik der Vereinigung.

Ferner führt die Fördervereinigung gemeinsam mit dem Verband Weihenstephaner Milch-wirtschaftler, Bio-und Lebensmitteltechnologien e.V. die „**Weihenstephaner Milchwirt-schaftliche Herbsttagung**“ durch, die sich als Branchentreffpunkt mit ca. 200 Teilnehmern einen festen Platz im Austausch zwischen Forschung und Industrie erarbeitet hat, jedoch Wert auf branchenübergreifende Beiträge legt.

Die Institute bieten jederzeit **Beratung** auch für unternehmensspezifische Fragestellungen (Technologie- bzw. Investitionsentscheidungen, Produktions- und Absatzoptimierung, Krisenmanagement) an.

Ferner steht die Fördervereinigung in engem Kontakt mit Industrieverbänden wie dem Milchindustrie-Ver-band (MIV) und dem Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e.V. (VDMA), die als Multiplikatoren wirken und Forschungsergebnisse in ihre jeweiligen Netzwerke hineintragen.

Vereinigung zur Förderung der
Milchwissenschaftlichen Forschung
an der Technischen Universität München
in Freising-Weihenstephan e.V.

c/o Professur Food Process Engineering
85354 Freising, Weihenstephaner Berg 1
Telefon: 0 81 61 / 71 42 05
Telefax: 0 81 61 / 71 43 84
foerderverein.weihenstephan@gmx.de
Bankverbindung: Sparkasse Freising
IBAN: DE68 7005 1003 0000 1718 76
SWIFT-BIC: BYLADEM1FSI

BEITRITTSERKLÄRUNG

Ich (wir) erkläre(n) meinen (unseren) Beitritt zur Vereinigung zur Förderung der Milchwissenschaftlichen Forschung an der TU München in Freising-Weihenstephan e.V. ab und werde(n) gemäß Satzung/Beitragsordnung einen jährlichen Förderungsbeitrag von € leisten. Die Bedingungen der Mitgliedschaft sind mir (uns) aus den mir (uns) übermittelten Satzungen der Vereinigung bekannt.

Name:

bzw. Firma:

Anschrift:

....., den

.....

(Unterschrift)

Technischer Teil

Hinweis auf neue Techniken und Produkte

Der technische Teil des wissenschaftlichen Jahresberichtes will den Leserkreis auch in diesem Jahr über Neuigkeiten in der milchwirtschaftlichen Technologie informieren und auf neue Produkte und Angebote von Milch verarbeitenden Unternehmen hinweisen. Die Herausgeber danken den im Folgenden aufgeführten Firmen, die zu diesem Zweck eine Anzeige zur Verfügung gestellt haben und den Druck des Jahresberichtes unterstützten.

Verzeichnis der Fachfirmen

1. Flottweg SE	31
2. Goldsteig Käsereien Bayerwald GmbH	31
3. B&L Mediengesellschaft mbH & Co. KG	42
4. Privatmolkerei Bauer GmbH & Co. KG	67
5. Milchindustrie-Verband e.V. (MIV)	67