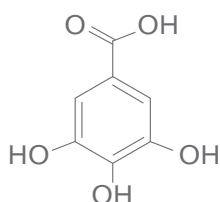
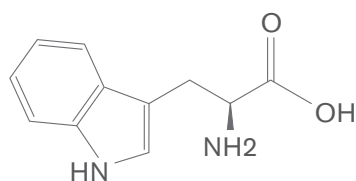
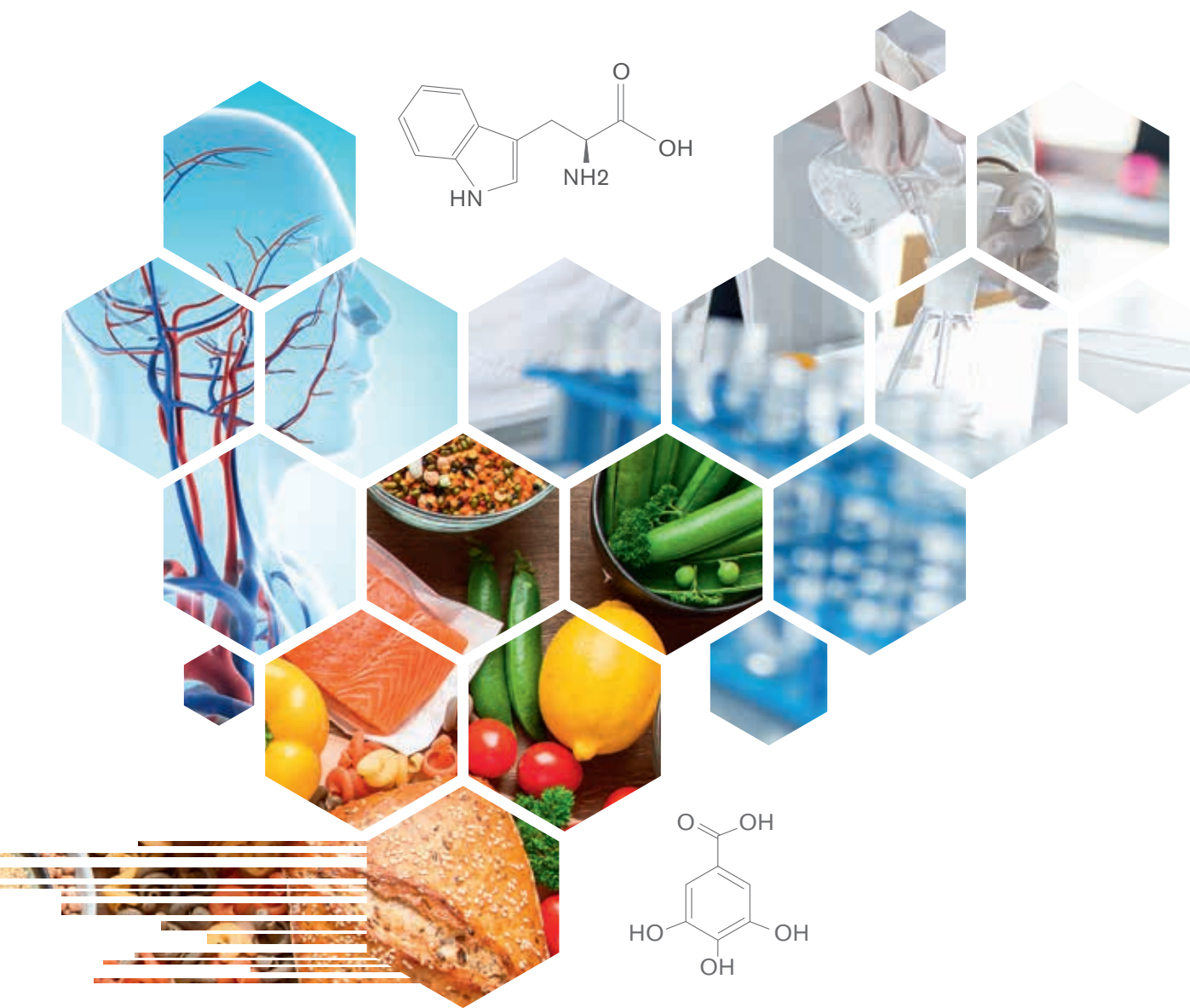


# Advancing Science for Food & Health



Leibniz-Institut für Lebensmittel-Systembiologie  
an der Technischen Universität München



0100010000010001010110  
0010001010110

**2020**  
**2021**



# Zweijahresbericht *Biennial Report* 2020–2021

# Inhalt

# Content

---

04 **Vorwort**  
*Preface*

08 **Das Leibniz-LSB@TUM stellt sich vor**  
*The Leibniz-LSB@TUM: Who We Are*

---

10 **SEKTION I | SECTION I**  
Chemie Sensorischer Systeme  
*Sensory Systems Chemistry*

12 **Neues aus der Analytik**  
*News from Analytics*

Kakao-Fehlaromen sicher erkennen  
*Reliably Detecting Cocoa Off-Flavors*

Wie Spezialmalze das Aroma untergäriger  
Biere beeinflussen  
*How Specialty Malts Influence the Aroma  
of Bottom-Fermented Beers*

Optimierte Fruchtschaumherstellung  
erhält Schlüsselgeruchsstoffe  
*Optimized Fruit Foam Production  
Preserves Key Odorants*

Trocknen verbessert die sensorischen  
Eigenschaften von Eiweiß  
*Drying Improves Sensory Characteristics  
of Protein*

Scharfstoff aus Pfeffer gelangt nach dem  
Essen in Muttermilch  
*Spicy Substance from Pepper Gets into  
Breast Milk*

Freispruch für modernen Weizen?  
*Is Modern Wheat off the Hook?*

20 **Neuartige Methoden der Datenspeicherung**  
*Novel Methods of Data Storage*

Biomoleküle als Datenspeicher  
*Biomolecules as Data Storage*

Komplexe DNA-Bibliotheken  
*Complex DNA Libraries*

---

24 **SEKTION II | SECTION II**  
Metabolische Funktion,  
Chemorezeption & Biosignale  
*Metabolic Function,  
Chemoreception & Biosignals*

26 **Was die Evolution verrät**  
*What Evolution Reveals*

Was wir von Blutsaugern und Blutschleckern  
lernen können  
*What We Can Learn from Bloodsucking Bats*

„Postleitzahlen“ für Geruchssensoren  
identifiziert  
*“ZIP Codes” Identified for Odorant Receptors*

30 **Auf der Suche nach Partnern**  
*Search for Partners*

Geruchsrezeptor für Pyrazine identifiziert  
*Odorant Receptor for Pyrazines Identified*

Multitalent unter den menschlichen  
Geruchsrezeptoren  
*Multi-Talent Among the Human  
Odorant Receptors*

Neues zu Bitterstoffen aus Kaffee  
*Latest Findings on Bitter Substances  
in Coffee*

34 **Nicht nur geschmacksrelevant?**  
*Not Only Relevant to Taste?*

Bitterrezeptor an entzündungshemmender  
Wirkung beteiligt?  
*Bitter Receptor Involved in Anti-Inflammatory  
Effects?*

Gallussäure im Rampenlicht  
*Gallic Acid in the Spotlight*

Zuckersüße macht satt!  
*Sweet Taste Reduces Appetite!*

---

**38 SEKTION III | SECTION III**

*In-silico-Biologie & Maschinelles Lernen  
In Silico Biology & Machine Learning*

**40 Entwicklung neuer Methoden, Werkzeuge und Strategien**

***Development of New Methods, Tools, and Strategies***

Neue Methode, um seltene Zelltypen zu erkennen  
*New Method to Identify Rare Cell Types*

Was wir von Tryptophan lernen können  
*What We Can Learn from Tryptophan*

Computergestützte Werkzeuge auf dem Prüfstand  
*Computational Tools Put to the Test*

Beschleunigte Methodenentwicklung  
*Accelerated Method Development*

**46 Systembiologische Charakterisierung**  
***Characterization on a Systems Biology Level***

Weltkarte für Kakaogeschmack  
*Cocoa Flavor World Map*

Eine bemerkenswerte Gruppe von Bitterstoffen  
*A Remarkable Group of Bitter Compounds*

Strukturmerkmale von Bitterstoffen charakterisiert  
*Structural Features of Bitter Compounds Characterized*

---

**50 Unsere (Infra)struktur**  
***Our (Infra)structure***

**52 Technologie-Ressorts**  
***Technology Facilities***

Integriertes Datenmanagement  
*Integrated Data Management*

Analytische Technologien  
*Analytical Technologies*

Datenbanken  
*Databases*

---

**60 Ausbildungsprogramme**  
***Training Programs***

Ausbildungsprogramm für Promovierende  
*Training Program for Doctoral Candidates*

Ausbildungsprogramm für Postdocs  
*Training Program for Postdocs*

Promovierenden- und Postdoc-Vertretungen  
*PhD Student and Postdoc Representatives*

Interview mit Dr. Melanie Köhler  
*Interview with Dr. Melanie Köhler*

Interview mit Alessandro Nicoli  
*Interview with Alessandro Nicoli*

---

**74 Arbeitsgruppenleiterinnen und -leiter**  
***Heads of Working Groups***

**80 Geehrt und ausgezeichnet**  
***Honored and Awarded***

**82 Networking**  
***Networking***

**86 Presse- und Öffentlichkeitsarbeit**  
***Press and Public Relations***

**90 Kennzahlen**  
***Figures***

**92 Organigramm**  
***Organization Chart***

**94 Gremien**  
***Committees***

---

**96 Impressum**  
***Imprint***

# Vorwort

# Preface

## Liebe Leserinnen und Leser,

die Jahre 2020 und 2021 waren maßgeblich durch die Corona-Pandemie, zwei große Evaluierungen sowie räumliche und personelle Veränderungen geprägt. So erforderte der pandemiebedingte „Lock Down“ Anfang 2020, dass fast alle Beschäftigten ihre Tätigkeiten vom alternativen Arbeitsplatz aus ausüben mussten. Im Sommer 2020 trug jedoch der Umzug eines Teils unseres Instituts in das benachbarte Innovations- und Gründerzentrum Biotechnology (IZB) wesentlich dazu bei, die Arbeitssituation zu verbessern. So ermöglichte der räumliche Zugewinn, die Forschungsarbeiten in den Laboren fast uneingeschränkt fortzuführen und das am Institut vorhandene Technologiespektrum deutlich zu erweitern.

Im wissenschaftlichen Fokus des Jahres 2020 stand die Bewerbung um eine große strategische Erweiterung und die damit verbundene Begutachtung durch den Wissenschaftsrat sowie den Senatsausschuss Strategische Vorhaben der Leibniz-Gemeinschaft. Obgleich das Leibniz-LSB@TUM sein mit der strategischen Neuausrichtung einhergehendes, großes wissenschaftliches Potential vermitteln konnte, stimmte der Senat der Leibniz-Gemeinschaft dem Erweiterungsvorhaben nicht zu. Er empfahl jedoch eine erneute Beantragung zu einem späteren Zeitpunkt, um der Implementierung des neuen Forschungsansatzes **Lebensmittel-Systembiologie** mehr Zeit einzuräumen. An diese Begutachtung schlossen sich im Jahr 2021 fast nahtlos die Vorbereitungen für die alle sieben Jahre erfolgende reguläre Evaluierung

des Leibniz-LSB@TUM durch den Leibniz-Senat an. Aufgrund des positiven Gutachtens der unabhängigen Bewertungskommission empfahl der Senat in seiner Stellungnahme vom 12. Juli 2022 dem Bund und den Ländern, unser Institut weiter zu fördern. Eine erneute Überprüfung der Fördervoraussetzungen soll im Jahr 2026 erfolgen.

Im November 2021 erfolgte die Zusage der Leibniz-Gemeinschaft, unsere Forschung im Rahmen des Leibniz-Wettbewerbs 2022 mit fast zwei Millionen Euro zu fördern. So gehört Frau Dr. Antonella Di Pizio (Seite 78) zu insgesamt vier international hervorragend ausgewiesenen Wissenschaftlerinnen, die künftig durch das Leibniz-Professorinnen-Programm gefördert werden. Darüber hinaus erhielt Frau Dr. Melanie Köhler (Seite 63) mithilfe des Förderprogramms *Leibniz-Junior Research Group* die Möglichkeit, ihre eigene Nachwuchsgruppe im Bereich Mechanorezeptoren am Leibniz-LSB@TUM aufzubauen.

Im Herbst 2021 erfolgte zudem ein Wechsel im Vorstand. Herr Michael Paul, zuletzt als kaufmännischer Geschäftsführer des Instituts für Landes- und Stadtentwicklungsforschung in Dortmund tätig, übernahm diese Position an unserem Institut zum 1. November 2021.

Wir möchten uns an dieser Stelle bei allen Beschäftigten für ihr großes Engagement und ihr Durchhaltevermögen in diesen herausfordernden Zeiten bedanken!



Prof. Dr. Veronika Somoza



Michael Paul

Ebenso möchten wir uns ganz herzlich bei unseren Zuwendungsgebern, dem Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie sowie dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, für die exzellente und unermüdliche Unterstützung bedanken. Insbesondere danken wir dem Staatsministerium für seine großzügige finanzielle Unterstützung durch die Bayerische Projektförderung.

Ein herzliches Dankeschön gilt ebenso unserem Stiftungsrat und unserem Wissenschaftlichen Beirat! Die Mitglieder beider Gremien haben uns maßgeblich bei den Vorbereitungen auf die Evaluierungen unterstützt.

Wir wünschen Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, viel Freude beim Lesen unseres Zweijahresberichtes, der Ihnen einen Einblick in unsere spannenden und vielseitigen Forschungsarbeiten der Jahre 2020 und 2021 geben soll.

Prof. Dr. Veronika Somoza  
Direktorin & Vorsitzende des Vorstands

Michael Paul  
Kaufmännischer Geschäftsführer

### ***Dear reader,***

*The years 2020 and 2021 were shaped by the Corona pandemic, two major evaluations, and spatial and personnel changes. For example, the pandemic-related "lock down" in early 2020 required almost all employees to perform their activities from the alternative workplace at home. However, in the summer of 2020, the relocation of Section II to the neighboring Innovation and Start-up Center Biotechnology (IZB) contributed to significantly improving the work situation. Despite this pandemic, the increase in space made it possible to continue the research work in the laboratories almost without restriction and to significantly expand the range of any research technologies available at the Institute.*

*The scientific focus of 2020 was the application for a major extraordinary item of expenditure and the associated review by the German Science and Humanities Council and the evaluation by the Senate Strategic Committee of the Leibniz Association. Although the Leibniz-LSB@TUM was able to communicate its great potential associated with the strategic realignment, the Senate did not approve the application. Instead, it recommended a renewed application at a later date in order to allow more time for the implementation of the new research approach **Food Systems Biology**. This evaluation was followed almost seamlessly in 2021 by preparations for the regular evaluation of the Leibniz-LSB@TUM by the Leibniz Senate, which takes place every seven years.*

---

***Despite the pandemic, the increase in space made it possible to continue the research in the laboratories almost without restriction and to significantly expand the range of any research technologies available at the Institute.***

---

*Based on the positive report of the independent evaluation commission, the Senate recommended in its statement of July 12<sup>th</sup>, 2022, that the federal and state governments continue to fund the Institute. The next review of the funding requirements is to take place in 2026.*

*In November 2021, the Leibniz Association pledged to fund our research with almost two million euros as part of the Leibniz Competition 2022. As part of this competition, Dr. Antonella Di Pizio (page 78) is one of a total of four internationally outstanding female scientists who will be funded by the Leibniz Professors Program in the future. In addition, Dr. Melanie Köhler (page 63) was given the opportunity to establish her own junior research group in the field of mechanoreceptors at the Leibniz-LSB@TUM with the help of the Leibniz Junior Research Group funding program.*

*In the fall of 2021, there was also a change in the Board of Directors. Mr. Michael Paul, most recently head of administration of the Research Institute for Regional and Urban Development in Dortmund, took over this position at our Institute on November 1<sup>th</sup>, 2021.*

*We would like to take this opportunity to thank all employees for their great commitment and perseverance in these challenging times! We would also like to express our sincere gratitude to our funders,*

*the Bavarian Ministry of Economic Affairs, Regional Development and Energy and the Federal Ministry of Food and Agriculture, for their excellent and tireless support.*

*A heartfelt thank you also goes to our Board of Trustees and our Scientific Advisory Board! The members of both boards have been tremendously supportive in helping us prepare for the evaluations.*

*We hope you enjoy reading our biennial report, which will give you an insight into our exciting and diverse research in 2020 and 2021.*



Prof. Dr. Veronika Somoza  
Scientific Director &  
Chair of the Board of Directors



Michael Paul  
Administrative Director





# Das Leibniz-LSB@TUM stellt sich vor

**Das Leibniz-Institut für Lebensmittel-Systembiologie an der Technischen Universität München (Leibniz-LSB@TUM) besitzt ein einzigartiges Forschungsprofil an der Schnittstelle zwischen Lebensmittelchemie & Biologie, Chemosensoren & Technologie sowie Bioinformatik & Maschinellem Lernen.**

Weit über die bisherige Kerndisziplin der klassischen Lebensmittelchemie hinausgewachsen, leiten wir am Institut die Entwicklung einer Systembiologie der Lebensmittel ein.

Unser Ziel ist es, neue Ansätze für die nachhaltige Produktion ausreichender Mengen an Lebensmitteln zu entwickeln, deren Inhaltsstoff- und Funktionsprofile an den gesundheitlichen und nutritiven Bedürfnissen, aber auch den Präferenzen der Verbrauche-

rinnen und Verbraucher ausgerichtet sind. Hierzu erforschen wir die komplexen Netzwerke sensorisch relevanter Lebensmittelinhaltsstoffe entlang der gesamten Wertschöpfungskette mit dem Ziel, deren physiologische Wirkungen systemisch verständlich und langfristig vorhersagbar zu machen.

### **Was bedeutet Lebensmittel-Systembiologie?**

Die Lebensmittel-Systembiologie ist ein fächerübergreifender Forschungsansatz, der es ermöglicht, komplexe Fragestellungen in der Lebensmittelforschung anzugehen. Er verknüpft lebensmittelchemische und molekularbiologische Grundlagenforschung mit *In-silico*-Biologie und integriert die Bereiche Bioinformatik, Statistik & Maschinelles Lernen, Systemtheorie & Mathematische Modellierung sowie den Bereich Molekulare Analysen.



📍 Sitz des Leibniz-Instituts, Foto: Joseph Krpelan  
*Location of the Leibniz Institute, photo: Joseph Krpelan*



📍 Mitarbeitende fotografiert in Corona-Zeiten, Foto: Joseph Krpelan  
*Our co-workers pictured during the Corona pandemic, photo: Joseph Krpelan*

## **The Leibniz-LSB@TUM: Who We Are**

*The Leibniz Institute for Food Systems Biology at the Technical University of Munich (Leibniz-LSB@TUM) comprises a new, unique research profile at the interface of Food Chemistry & Biology, Chemosensors & Technology, and Bioinformatics & Machine Learning. As this profile has grown far beyond the previous core discipline of classical Food Chemistry, the Institute spearheads the development of a Food Systems Biology.*

*Our aim is to develop new approaches for the sustainable production of sufficient quantities of foods whose biologically active effector molecule profiles are geared towards health and nutritional needs, but also towards the sensory preferences of con-*

*sumers. To do so, we explore the complex networks of sensorically relevant effector molecules along the entire food value chain with the overall aim to make their effects systemically understandable and predictable in the long term.*

### ***What Does Food Systems Biology Mean?***

*Food Systems Biology is a cross-disciplinary research approach that enables complex issues in food research to be addressed. It combines Food Chemistry and Molecular Biology with In Silico Biology and, thereby, integrates the areas of Bioinformatics, Statistics & Machine Learning, Systems Theory & Mathematical Modeling, and Molecular Analysis.*

# SEKTION I

## Chemie Sensorischer Systeme

*SECTION I*  
*Sensory Systems Chemistry*



Einen Rohstoff oder ein Lebensmittel hinsichtlich seiner sensorischen und gesundheitlichen Qualität objektiv im Voraus bewerten zu können, ist überaus anspruchsvoll. Es erfordert u. a. präzise Methoden, mit denen sich die komplexen Systeme von Lebensmittelinhaltsstoffen und deren Stoffwechselprodukten zuverlässig untersuchen lassen. Hier setzt die Forschung der Sektion I an. Sie entwickelt neue Konzepte für innovative Hochdurchsatz-Analyseverfahren und zukunftsweisende Wege für die Speicherung der generierten Forschungsdaten. Ebenso erforscht sie mithilfe modernster Spitzentechnologien Inhaltstoffsysteme, die den Geruch und Geschmack eines Lebensmittels prägen, sowie deren Stoffwechselprodukte im menschlichen Körper.

Die Forschung der Sektion I liefert wichtige Erkenntnisse, die in Kombination mit den Arbeiten der Sektionen II und III dazu beitragen, Produktionsprozesse zu verbessern, die Sicherheit von Lebensmitteln zu wahren sowie die sensorischen und gesundheitlichen Effekte von sensorisch aktiven Lebensmittelinhaltsstoffen besser zu verstehen.

Auf den folgenden 12 Seiten stellen wir Ihnen kurz zusammengefasste, ausgewählte Forschungsergebnisse der Sektion I vor. Sie wurden zum Teil in Kooperation mit externen Partnern wie der Technischen Universität München, dem Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung, der Universität Wien sowie der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg erzielt.

*Being able to objectively assess a raw material or a foodstuff in advance with regard to its sensory and health quality is very demanding. It requires, among other things, precise methods with which the complex systems of food compounds and their metabolic products can be reliably examined. This is where the research of Section I comes in.*

*This research develops new concepts for innovative high-throughput analysis methods and pioneering ways to store the research data generated. It also uses cutting-edge technologies to investigate the molecular systems of bioactives that shape the smell and taste of foods, as well as their metabolites in the human body.*

*Section I research provides important insights that, in combination with the work of Sections II and III, help to improve production processes, to sustain food safety, and to better understand the sensory and health effects of sensorically active food constituents.*

*On the following 12 pages, we present briefly summarized, selected research results of Section I. They were partly achieved in cooperation with external partners such as the Technical University of Munich, the Leibniz Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, the University of Vienna, and the Friedrich-Alexander University of Erlangen-Nuremberg.*

# Neues aus der Analytik

*News From Analytics*



**Von Kakao über Fruchtschäume** bis hin zur Muttermilch, die Forschung der Sektion I hat in den Jahren 2020 und 2021 zu zahlreichen neuen Erkenntnissen im Bereich der Lebensmittelanalytik geführt.

*From cocoa to fruit foams to breast milk, Section I research in 2020 and 2021 has led to many new discoveries in the field of food analysis.*

# Kakao-Fehlaromen sicher erkennen

Muffig-schimmelig, rauchig oder nach Pferdedung riechender Kakao ist für die Schokoladenproduktion nicht geeignet.

Ein Forschungsteam um PD Dr. Martin Steinhaus hat im Rahmen eines vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geförderten Forschungsprojektes die Geruchsstoffe identifiziert, die für solche Fehlaromen verantwortlich sind. Rohkakao verarbeitende Unternehmen können nun die Forschungsergebnisse nutzen, um die sensorische Qualität von Rohkakao anhand von Geruchsstoffkonzentrationen objektiv zu beurteilen.

- Wie die Befunde des Forschungsteams zeigen, befinden sich etwa 40 bis 65 Prozent des gesamten Fehlaromastoffs Geosmin in der Samenschale (Testa) der Rohkakao-Bohnen. Im Gegensatz dazu war der Fehlaromastoff 3-Methyl-1H-indol vorwiegend im Inneren der Bohnen nachzuweisen.

*As the findings of the research team show, about 40 to 65 percent of the total off-flavor compound geosmin is found in the seed coat (testa) of fermented cocoa beans. In contrast, the off-flavor substance 3-methyl-1H-indole was predominantly found inside the beans.*

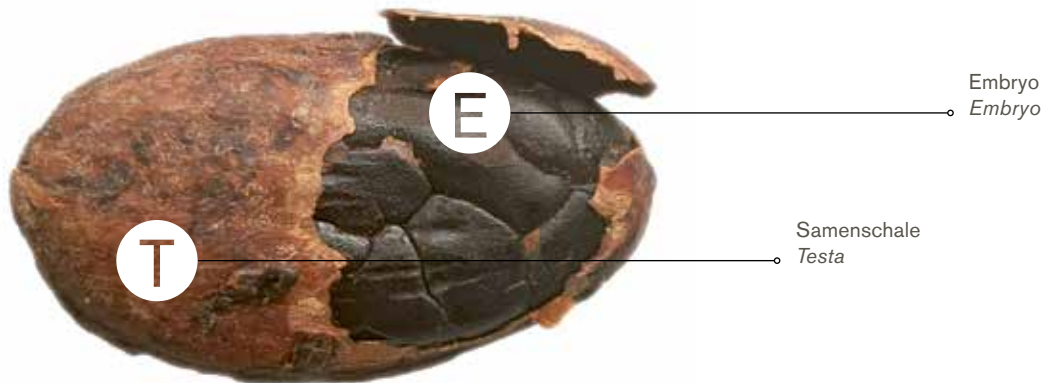


Foto: Martin Steinhaus  
Photo: Martin Steinhaus

## Reliably Detecting Cocoa Off-Flavors

*Musty, moldy, smoky, or horse dung-like smelling cocoa is not suitable for chocolate production. As part of a research project funded by the Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action (BMWK), a team of scientists led by PD Dr. Martin Steinhaus has identified the odorants responsible for such off-flavors. The food industry can now use these results to objectively assess the sensory quality of fermented cocoa based on odorant concentrations.*

### Publikationen/Publications:

Porcelli C, Neiens S, Steinhaus M (2021) J Agric Food Chem, 69: 4501-4508, DOI: 10.1021/acs.jafc.1c00564. Molecular background of a moldy-musty off-flavor in cocoa

Fülleemann D, Steinhaus M (2020) J Agric Food Chem, 68: 10833-10841, DOI: 10.1021/acs.jafc.0c04633. Characterization of odorants causing smoky off-flavors in cocoa

### Förderung/Funding:

Projekt AiF 19455 N. Dieses IGF-Vorhaben des Forschungsbereiches der Ernährungsindustrie e.V. (FEI) wurde über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

*Project AiF 19455 N. This IGF Project of the FEI was supported via AiF within the program for promoting the Industrial Collective Research (IGF) of the BMWK, based on a resolution of the German Parliament.*

# Wie Spezialmalze das Aroma untergäriger Biere beeinflussen

Der Einsatz von Spezialmalzen bei der Bierherstellung führt nicht nur zu dunkleren Getränken, sondern beeinflusst auch das Aroma.

Bislang ist nur wenig über die Aromawirksamkeit von Spezialmalzen auf molekularer Ebene bekannt. Ein Forschungsteam unter Führung von PD Dr. Martin Steinhaus hat dieses nun bei untergärigem Bier für Spezialmalze aus Gerste untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass ein einfacher Übergang von Malzgeruchsstoffen ins Bier eine geringere Bedeutung hat als bisher angenommen. Stattdessen deuten die Daten darauf hin, dass die Spezialmalze Vorläufermoleküle enthalten, aus denen ein Großteil der Geruchsstoffe erst bei der Bierherstellung entsteht.

## Schon gewusst?

Im Jahr 2021 belief sich der Bierverbrauch in Deutschland auf rund 92 Liter pro Kopf. Im europäischen Vergleich wiesen nur Tschechien und Österreich einen höheren Pro-Kopf-Konsum auf. Quelle: <https://de.statista.com/>

## Did you know that ...

... in 2021 beer consumption in Germany was around 92 liters per capita? In a European comparison, only the Czech Republic and Austria had higher per capita consumption. Reference: <https://de.statista.com/>

## How Specialty Malts Influence the Aroma of Bottom-Fermented Beers

*The use of specialty malts in brewing not only results in darker beer color, but also influences the aroma. Until now, little has been known on the aroma effect of specialty malts at the molecular level. A team of scientists led by PD Dr. Martin Steinhaus has investigated this effect with bottom-fermented beers and specialty malts from barley. The results show that a simple transfer of malt odorants into beer is less important than previously thought. Instead, the data suggest that the specialty malts contain precursor molecules from which a large proportion of the odorants are only formed during beer production.*

### Publikation/Publication:

Fécher M, Reglitz K, Mall V, Voigt J, Steinhaus M (2021) *J Agric Food Chem*, 69(29): 8190-8199, DOI: 10.1021/acs.jafc.1c01846. Molecular insights into the contribution of specialty barley malts to the aroma of bottom-fermented lager beers

### Förderung/Funding:

Projekt AiF 18669 N. Dieses IGF-Vorhaben des Forschungsbereiches der Ernährungsindustrie e.V. (FEI) wurde über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

*Project AiF 18669 N. This IGF Project of the FEI was supported via AiF within the program for promoting the Industrial Collective Research (IGF) of the BMWK, based on a resolution of the German Parliament.*



➔ Aufarbeitung einer Bierprobe im Labor  
*Work-up of a beer sample in the laboratory*



Lebensmittelextraktanalyse mittels Gaschromatographie-Olfaktometrie  
Food extract analysis by gas chromatography-olfactometry

# Optimierte Frucht-schaumherstellung erhält Schlüsselgeruchsstoffe

Getrocknete Fruchtschäume stellen eine gesunde Alternative zu konventionellen Snackprodukten dar. Ihre Produktion ist jedoch mit einem Verlust von Schlüsselgeruchsstoffen verbunden.

Wie eine Untersuchung des Leibniz-LSB@TUM unter Führung von PD Dr. Martin Steinhaus am Beispiel von Himbeeren zeigt, lässt sich dieser Verlust durch drei Maßnahmen verringern: 1. durch eine bessere Trennung von Fruchtfleisch und Samen, 2. durch Mikrowellenunterstützung bei der Gefriertrocknung des Fruchtpurees, 3. durch eine Limitierung der zugegebenen Schaum- und Verdickungsmittel auf das technologisch erforderliche Mindestmaß. Laut Martin Steinhaus dienen die Erkenntnisse dazu, qualitativ hochwertige und gleichzeitig sensorisch attraktive Snackprodukte zu entwickeln, die zu einer gesunden Ernährung beitragen.

## Optimized Fruit Foam Production Preserves Key Odorants

Dried fruit foams are a healthy alternative to conventional snack products, although their production is associated with a loss of key odorants. As a study headed by PD Dr. Martin Steinhaus using raspberries as an example shows, the loss can be reduced by three measures: 1. A better separation of pulp and seeds, 2. Using microwave assistance during freeze-drying, 3. Limiting the added amount of foaming and thickening agents to the technologically required minimum. "Our findings serve to develop high-quality and at the same time sensory attractive snack products that contribute to a healthy diet," says principal investigator Martin Steinhaus.

### Publikation/Publication:

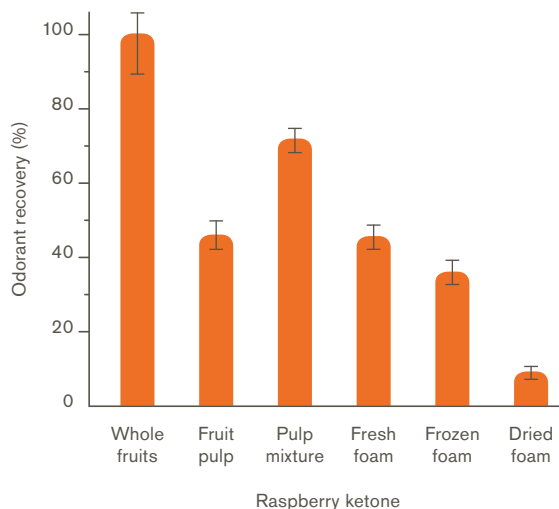
Lang S, Ozcelik M, Kulozik U, Steinhaus M (2020) Eur Food Res Technol, 246: 2537-2548, DOI: 0.1007/s00217-020-03595-9. Processing of raspberries to dried fruit foam: impact on major odorants

### Förderung/Funding:

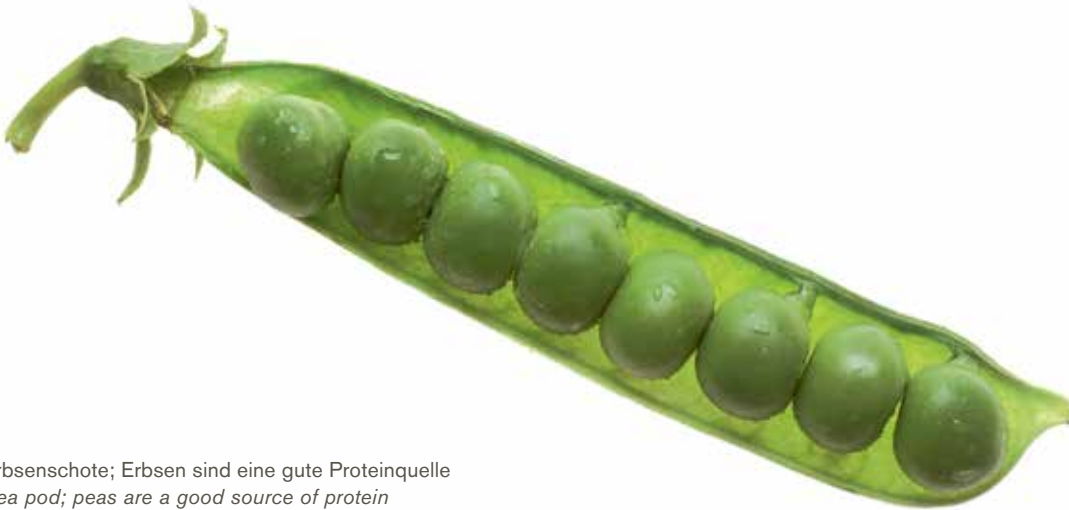
Projekt AiF 19015 N. Dieses IGF-Vorhaben des Forschungskreises der Ernährungsindustrie e.V. (FEI) wurde über die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF) im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Project AiF 19015 N. This IGF Project of the FEI was supported via AiF within the program for promoting the Industrial Collective Research (IGF) of the BMWK, based on a resolution of the German Parliament.

Prozentuale Erhaltung des Himbeer-Ketons bei der Verarbeitung von Himbeeren zu Trockenfruchtschaum  
Percent recovery of raspberry ketone during processing of raspberries to dried fruit foam







- 🚫 Erbsenschote; Erbsen sind eine gute Proteinquelle  
*Pea pod; peas are a good source of protein*

## Trocknen verbessert die sensorischen Eigenschaften von Eiweiß

Lebensmittelhersteller nutzen kleinste Eiweißpartikel, um fettreduzierten Produkten ein cremiges Mundgefühl zu verleihen.

Basis für die Mikropartikel sind meist Molkenproteine – also tierisches Eiweiß. Um Mikropartikel auf Erbsenbasis herzustellen, ist es notwendig, die derzeitigen Verfahrenstechniken für pflanzliche Proteine zu optimieren. Ein Problem sind dabei auftretende sensorische Fehlnoten. Wie ein Forschungsteam unter Führung der Technischen Universität München nun zeigt, trägt Trocknen dazu bei, die grasig-bohnhige Fehlnote der pflanzlichen Mikropartikel zu verringern. An der Studie war auch Lebensmittelchemikerin Dr. Johanna Kreißl vom Leibniz-LSB@TUM beteiligt.

### *Drying Improves Sensory Characteristics of Protein*

*Food manufacturers use tiny protein particles to give low-fat products a creamy mouthfeel. The basis for the microparticles often originate from whey, an animal protein. To produce plant-based proteins, e.g., pea-based microparticles, current processing technologies need to be optimized for vegetable proteins. One problem are sensory off-notes that occur. As a team of scientists led by the Technical University of Munich has now shown, drying helps to reduce the grassy, beany off-flavor of the plant-based microparticles. Food chemist Dr. Johanna Kreißl from the Leibniz-LSB@TUM was also involved in the study.*

#### **Publikation/Publication:**

Tanger C, Schmidt F, Utz F, Kreißl J, Dawid C, Kulozik U (2021) *Innov Food Sci Emerg Technol*, 74: 102851, DOI: 10.1016/j.ifset.2021.102851. Pea protein microparticulation using extrusion cooking: Influence of extrusion parameters and drying on microparticle characteristics and sensory by application in a model milk dessert

# Scharfstoff aus Pfeffer gelangt nach dem Essen in Muttermilch

Muttermilch ist in der Regel die erste Nahrung, die Babys zu sich nehmen. Ergebnisse aktueller Studien lassen annehmen, dass das frühkindliche „Geschmackserlebnis“ auch das Ernährungsverhalten im Erwachsenenalter beeinflusst.

Im Gegensatz zu standardisierter Säuglingsnahrung schmeckt und riecht natürliche Milch nicht jeden Tag gleich. Die Unterschiede sind dabei zu einem erheblichen Anteil auf die mütterliche Ernährung zurückzuführen. Wie eine Analyse von Muttermilchproben zeigt, gelangen geringe Mengen des Scharfstoffs Piperin aus Pfeffer bereits eine Stunde nach dem Essen eines pfefferhaltigen Currygerichts in die Milch stillender Frauen. „Die ermittelten maximalen Konzentrationen von 14 bis 57 Mikrogramm pro Liter lagen dabei etwa 70- bis 350-fach unter der geschmacklichen Wahrnehmungsgrenze eines Erwachsenen“, sagt Dr. Roman Lang vom Leibniz-LSB@TUM, der an der Studie maßgeblich beteiligt war. Die unter Führung der Technischen Universität München gewonnenen Erkenntnisse tragen dazu bei, die Stoffwechselprozesse besser zu verstehen, die für den Transfer von bioaktiven Lebensmittelinhaltsstoffen in die Muttermilch eine Rolle spielen.

⇒ Konzentrationen von Piperin in menschlicher Milch vor (0) und nach dem Verzehr eines Currygerichts; Daten (Mittelwerte) aller Probandinnen (n = 11+2)

*Concentrations of piperine in human milk before (0) and after consumption of a curry dish; data (means) from all individuals (n = 11+2)*

## Spicy Substance from Pepper Gets into Breast Milk

*Unlike standardized infant formula, natural milk does not taste and smell the same every day. The differences are largely due to the maternal diet. As an analysis of breast milk samples shows, small amounts of the piperine pungent from pepper enter the milk of breastfeeding women just one hour after eating a curry dish containing pepper. “The analyzed maximum concentrations of 14 to 57 micrograms per liter were about 70- to 350-fold below the taste perception threshold of an adult,” says Dr. Roman Lang from the Leibniz-LSB@TUM who played a key role in this study. The findings obtained under the leadership of the Technical University of Munich contribute to a better understanding of the metabolic processes involved in the transfer of bioactive food compounds into breast milk.*

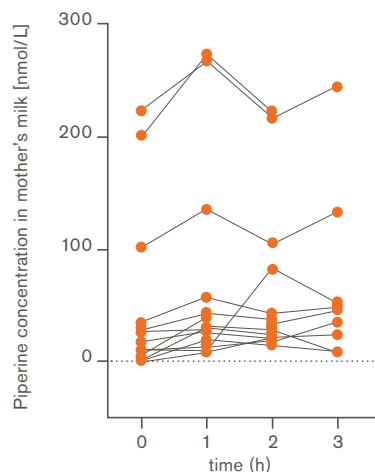
### Publikation/Publication:

N’Diaye K, Debong M, Behr J, Dirndorfer S, Duggan T, Beusch A, Schlagbauer V, Dawid C, Loos HM, Buettner A, Lang R, Hofmann T (2021) Mol Nutr Food Res, 65(23): e2100508, DOI: 10.1002/mnfr.202100508. Dietary piperine is transferred into the milk of nursing mothers

### Förderung/Funding:

Die Studienergebnisse sind im Rahmen eines von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten Kooperationsprojekts der Technischen Universität München und der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg entstanden.

*The study results were generated as part of a cooperative project between the Technical University of Munich and the Friedrich-Alexander University of Erlangen-Nuremberg funded by the German Research Foundation.*





📍 Wissenschaftler bei der Erhebung massenspektrometrischer Daten  
*Scientists collecting mass spectrometric data*



**Unser Institut verfügt über diverse analytische Hochleistungstechnologien, um Lebensmittelinhaltsstoffe zu charakterisieren.**

***Our institute has various analytical high-performance technologies at its disposal to characterize food constituents.***

Prof. Dr. Veronika Somoza, Direktorin  
*Prof. Dr. Veronika Somoza, Director*

# Freispruch für modernen Weizen?

Warum ist in den letzten Jahren die Zahl der Menschen stark gestiegen, die von einer Zöliakie, Weizenallergie oder einer Gluten- oder Weizensensitivität betroffen sind?

Enthalten moderne Weizensorten eventuell mehr immunreaktives Eiweiß als früher? Um zur Klärung dieser Frage beizutragen, analysierte ein Team um Prof. Dr. Katharina Scherf\* am Leibniz-LSB@TUM den Eiweißgehalt von 60 bevorzugten Weizensorten aus der Zeit zwischen 1891 und 2010. Wie die Ergebnisse zeigen, enthalten moderne Sorten insgesamt etwas weniger Eiweiß als alte. Der Glutengehalt blieb dagegen über die letzten 120 Jahre relativ konstant, wobei sich die Zusammensetzung des Glutens leicht veränderte. Während hier der Anteil der kritisch gesehenen Gliadine um rund 18 Prozent sank, stieg im Verhältnis der Gehalt der Glutenine um etwa 25 Prozent an. Interessanterweise ging eine höhere Niederschlagsmenge im Erntejahr mit einem höheren Glutengehalt der Proben einher. Insgesamt gesehen fand das Team zumindest auf Eiweißebene keine Hinweise darauf, dass sich das immunreaktive Potenzial des Weizens durch die züchterischen Maßnahmen verändert hat.

#### Publikation/Publication:

Pronin D, Börner A, Weber H, Scherf KA (2020) J Agric Food Chem, 68(46): 13247-13256, DOI: 10.1021/acs.jafc.0c02815. Wheat (*Triticum aestivum* L.) breeding from 1891 to 2010 contributed to increasing yield and glutenin contents but decreasing protein and gliadin contents

#### Förderung/Funding:

Die Studie wurde von der Leibniz-Gemeinschaft im Rahmen des Leibniz-Wettbewerbs 2015 gefördert; Projektnummer: K195/2015 (WHEATSCAN: Unraveling the causes for wheat sensitivities).

The study was funded by the Leibniz Association as part of the Leibniz Competition 2015; project number: K195/2015 (WHEATSCAN: Unraveling the causes for wheat sensitivities).



Dr. Darina Pronin im Labor  
Dr. Darina Pronin in the laboratory

## ***Is Modern Wheat off the Hook?***

*Why has the number of people affected by celiac disease, wheat allergy or gluten or wheat sensitivity risen sharply in recent years? Do modern wheat varieties possibly contain more immunoreactive protein than in the past? To help clarify this question, a team led by Prof. Dr. Katharina Scherf\* at Leibniz-LSB@TUM analyzed the protein content of 60 preferred wheat varieties from the period between 1891 and 2010. As the results show, modern varieties contain slightly less protein overall than old ones. In contrast, gluten content has remained constant over the past 120 years, although the composition of gluten has slightly changed. While the proportion of critically viewed gliadins fell by around 18 percent, the proportion of glutenins rose by around 25 percent. Interestingly, a higher precipitation in the year of the harvest was associated with a higher gluten content in the samples. Overall, at least at the protein level, the team found no evidence that the immunoreactive potential of wheat has changed as a result of the cultivation factors.*

\* Prof. Dr. Katharina Scherf arbeitet heute am Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

\* Prof. Dr. Katharina Scherf is currently affiliated with the Karlsruhe Institute of Technology (KIT)

# Neuartige Methoden der Datenspeicherung

*Novel Methods of Data Storage*



**Gerade im Hinblick auf die großen Datenmengen, die wir bei unseren Forschungsaktivitäten im Bereich der Multiomics-Analytik von biologischen und Lebensmittel-Systemen generieren, ist die Entwicklung neuartiger Datenspeichersysteme ebenso relevant wie die Entwicklung neuer Methoden zur Datenauswertung.**

*Particularly with respect to the large volumes of data generated during our research activities in the field of multiomics analytics of biological and food systems, the development of novel long-term data storage systems is just as relevant as the development of new methods for data evaluation.*

# Biomoleküle als Datenspeicher

In Zellen ist die Erbinformation in riesigen Biomolekülen gespeichert, der sogenannten Desoxyribonukleinsäure (DNA).

Seit ein paar Jahren untersuchen Forschende, ob sich diese Moleküle auch dazu eignen, ganz andere Informationen dauerhaft zu speichern, z. B. die Musik von Mozart oder wissenschaftliche Daten. Der Vorteil dieser Art Datenspeicherung liegt auf der Hand: DNA hat eine unglaublich hohe Speicherkapazität und ist sehr lange haltbar. Allerdings haben bisherige Methoden der DNA-Datenspeicherung den Nachteil, sehr teuer zu sein. Ein internationales Forschungsteam, zu dem auch Assoz. Prof. Mark Somoza gehört, hat nun einen Weg gefunden, die Kosten für diese Art der Datenspeicherung maßgeblich zu senken.

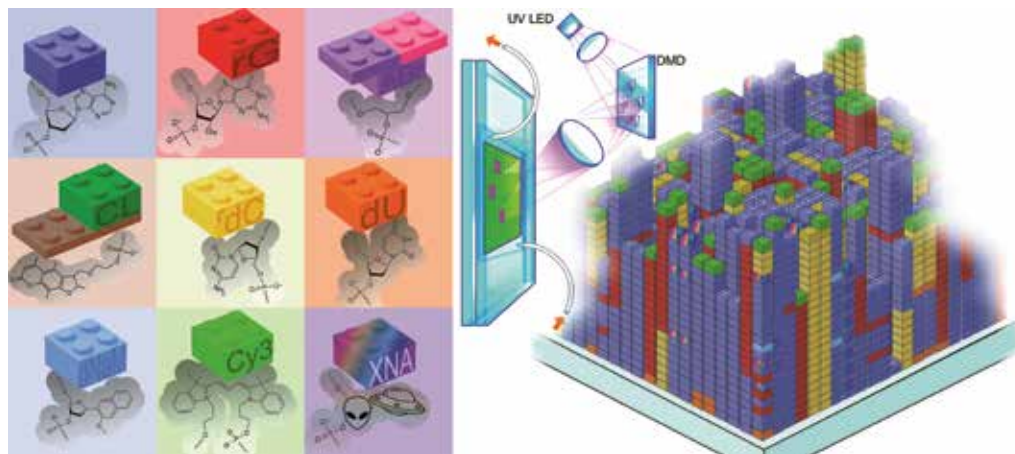
## Biomolecules as Data Storage

*The genetic information is stored in cells in huge biomolecules called deoxyribonucleic acid (DNA). For several years, researchers have been investigating whether these molecules are also suitable for the permanent storage of completely different information, e. g., Mozart's music or scientific data. The advantage of this type of data storage is obvious: DNA has an incredibly high storage capacity and can be stored for a very long time. However, traditional methods of DNA data storage have the disadvantage that it is very expensive. An international team of scientists, including Assoc. Prof. Mark Somoza, has now found a way to substantially reduce the costs of this type of data storage.*

### Publikation/Publication:

Antkowiak PL, Lietard J, Darestani MZ, Somoza MM, Stark WJ, Heckel R, Grass RN (2020) Nat Commun, 11(1): 5345, DOI: 10.1038/s41467-020-19148-3. Low cost DNA data storage using photolithographic synthesis and advanced information reconstruction and error correction

- ⬇ DNA als Datenspeicher. Die Oberflächensynthese von Nukleinsäurebausteinen erfolgt mittels maskenloser Photolithographie. *DNA as data storage. Surface synthesis of nucleic acid building blocks is performed by maskless photolithography.*



© Hölz et al. Nat Commun 2019, CC BY 4.0

- ⬇ Assoc. Prof. M. Somoza hat Fördermittel der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG-Nr.: SO 1921/3-1) erhalten, um einen maskenlosen Array-Synthesizer der nächsten Generation zu entwickeln. Das geplante Open-Source-Tischgerät ist ein optisches Gerät, das an einen Standard-Festphasensynthesizer gekoppelt ist. Es soll u. a. die einfache und kostengünstige Synthese von Nukleinsäuren oder Peptiden im Ultra-Großmaßstab ermöglichen. Mithilfe des Geräts will das Forschungsteam beispielsweise DNA-Bibliotheken erstellen, die es erlauben, große Datenmengen zu archivieren, die z. B. bei Hochdurchsatzanalysen von Lebensmitteln anfallen.

*Assoc. Prof. M. Somoza has received funding from the German Research Foundation (DFG-No.: SO 1921/3-1) to develop a next-generation maskless array synthesizer. The planned open-source tabletop instrument is an optical engine coupled to a standard solid-phase synthesizer. Among other things, it is intended to enable the simple and cost-effective synthesis of nucleic acids or peptides on an ultra-large scale. The research team plans to use the device, e. g., to create DNA libraries that will allow large amounts of data to be archived, such as those generated in high-throughput analyses of food.*



📍 Dr. Maya Giridhar justiert die Optik eines photolithographischen Synthesizers  
*Dr. Maya Giridhar adjusting optics of a photolithographic synthesizer*



**Nukleinsäure-Mikroarrays können zukünftig dabei helfen, die Wirkungen von Lebensmittelinhaltsstoffen auf zelluläre Prozesse und damit die menschliche Gesundheit zu charakterisieren.**

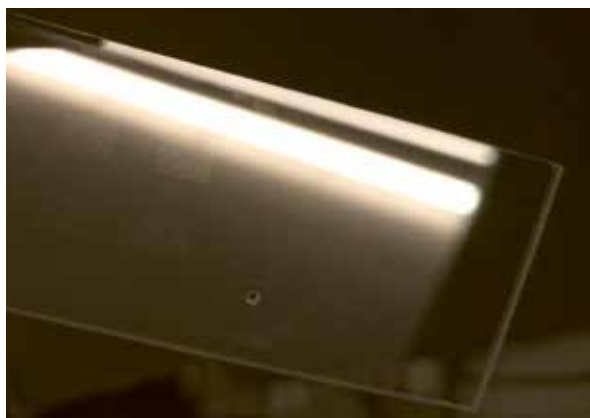
***Nucleic acid microarrays may help to characterize the effects of food constituents on cellular processes and human health.***

Assoz. Prof. Mark Somoza, Leiter der Arbeitsgruppe *Transcriptome & Proteome Profiling*  
Assoc. Prof. Mark Somoza, Head of the Research Group *Transcriptome & Proteome Profiling*

# Komplexe DNA-Bibliotheken

Nukleinsäure-Mikroarrays bestehen aus einem festen Träger (z. B. Glasobjektträger), auf dem in einem regelmäßigen Muster einzelsträngige DNA-Moleküle bekannter Sequenz aufgebracht sind.

Sie sind die einzigen Instrumente, die sehr große Oligonukleotid-Bibliotheken beherbergen können und somit ein wichtiger Eckpfeiler der im Entstehen begriffenen DNA-Datenspeicherung. Obwohl die photolithographische (lichtgesteuerte) Synthese von Oligonukleotiden bereits hoch entwickelt und wenig störanfällig ist, ist sie nicht fehlerfrei. Daher ist es notwendig Methoden zu entwickeln, mit denen sich Fehler korrigieren und kompensieren lassen. Voraussetzung hierfür ist jedoch, die Fehlerquellen und deren Ausmaß zu kennen. Assoc. Prof. Mark Somoza hat mit seinem Team die Fehlerraten solcher DNA-Bibliotheken untersucht und den Anteil der Deletions-, Insertions- und Substitutionsfehler analysiert. Die Möglichkeit, alle Arten von Fehlern genau zu quantifizieren, wird künftig eine optimale Wahl der Herstellungsparameter und des Array-Designs ermöglichen.



📌 Mit freiem Auge kaum sichtbar: Im Zentrum dieser Glasplatte sind mehr als 300.000 unterschiedliche Nukleinsäure-Moleküle gebunden, hier aufgeteilt in vier örtlich voneinander getrennte Abschnitte. Foto: Erika Schaudy

*Hardly visible to the naked eye: More than 300,000 different nucleic acid molecules are bound in the center of this glass plate, here divided into four spatially separated sections. Photo: Erika Schaudy*

## Schon gewusst?

Ein Nukleotid ist der kleinste Baustein von Nukleinsäuren, z. B. der DNA. Oligonukleotide sind kurze Ketten von Nukleotiden und bestehen aus ca. 10 bis 100 Nukleotideinheiten.

## Did you know that ...

*... a nucleotide is the smallest building block of nucleic acids, such as DNA? Oligonucleotides are short chains of nucleotides and consist of approximately 10 to 100 nucleotide units.*

## Complex DNA Libraries

*Nucleic acid microarrays consist of a solid support (e. g., glass slides) on which single-stranded DNA molecules of known sequence are deposited in a regular pattern. They are the only instruments that can supply very large oligonucleotide libraries and are an important cornerstone of the emerging DNA data storage field. Although photolithographic (light directed) synthesis of oligonucleotides is already highly developed and robust, it is not error-free. Therefore, it is necessary to develop methods to correct and compensate for errors. However, a prerequisite for this is to know the sources of errors and their extent. Assoc. Prof. Mark Somoza and his team have studied the error rates of such DNA libraries and analyzed the proportion of deletion, insertion, and substitution errors. The ability to accurately quantify all types of errors will allow for optimal choice of fabrication parameters and array design in the future.*

## Publikation/Publication:

Lietard J, Leger A, Erlich Y, Sadowski N, Timp W, Somoza MM (2021) *Nucleic Acids Res*, 49(12): 6687-6701, DOI: 10.1093/nar/gkab505. Chemical and photochemical error rates in light-directed synthesis of complex DNA libraries

## Förderung/Funding:

Österreichischer Wissenschaftsfonds [FWF P27275, P30596 an M.S.]. Finanzierung der Open-Access-Gebühr: Österreichischer Wissenschaftsfonds.

*Austrian Science Fund [FWF P27275, P30596 to M.S.]. Funding for open access charge: Austrian Science Fund.*



# SEKTION II

## Metabolische Funktion, Chemorezeption & Biosignale

*SECTION II*  
*Metabolic Function,*  
*Chemoreception & Biosignals*



**Der Geschmack von Lebensmitteln beeinflusst maßgeblich die Nahrungsauswahl. Doch wie müssen geruchs- und geschmacksaktive Inhaltsstoffe auf molekularer Ebene mit unseren Chemorezeptoren zusammenspielen, damit uns ein Lebensmittel besonders gut schmeckt? Und welche weiteren chemorezeptorvermittelten Effekte haben sie auf den menschlichen Körper, die über die sensorische Wahrnehmung hinausgehen? Beeinflussen sie beispielsweise auch Stoffwechselwege, die das Körpergewicht regulieren? Und gibt es einen Weg, die sensorischen sowie gesundheitlichen Wirkungen komplexer Inhaltsstoffkombinationen vorherzusagen?**

**Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der Sektion II gehen all diesen Fragen nach, um neue, innovative Wege zu finden, die Reformulierung der Lebensmittel voranzutreiben sowie eine Basis für personalisierte Ernährungskonzepte zu entwickeln.**

**Auf den folgenden 12 Seiten stellen wir Ihnen kurz zusammengefasste, ausgewählte Forschungsergebnisse der Sektion II vor. Sie wurden zum Teil in Kooperation mit Forschenden der Sektionen I und III sowie externen Partnern wie der Technischen Universität München oder der Universität Wien erzielt.**

*The taste of food has a significant influence on food selection. But how do odor- and taste-active food compounds have to interact with our chemoreceptors at the molecular level to make a food taste particularly good to us? What other chemoreceptor-mediated effects do they have on the human body that go beyond sensory perception? For example, do they also affect metabolic pathways that regulate body weight? And is there a way to predict the sensory as well as health effects of complex combinations of food ingredients?*

*Scientists in Section II are exploring all of these questions to find new, innovative ways to advance food reformulation as well as to develop a scientific basis for personalized nutrition concepts.*

*On the following 12 pages, we present briefly summarized, selected research results of Section II. They were partly achieved in cooperation with researchers from Sections I and III as well as external partners such as the Technical University of Munich or the University of Vienna.*

# Was die Evolution verrät

*What Evolution Reveals*



**Studien, welche die Entwicklungsgeschichte der Geschmacks- und Geruchsrezeptoren erforschen, helfen dabei, mehr über deren funktionelle Strukturen beim Menschen zu erfahren. Dies ist eine wichtige Voraussetzung, um chemorezeptorvermittelte Effekte von Lebensmittelinhaltsstoffen und deren Metaboliten auf die menschliche Gesundheit besser zu verstehen oder neue Detektionssysteme für diese zu entwickeln.**

*Studies that look at the evolutionary history of taste and odor receptors can help to learn more about their functional structure in humans. This is an important prerequisite for building a better understanding of chemoreceptor-mediated effects of food compounds and their metabolites on human health, or to develop new detection systems for them.*

# Was wir von Blutsaugern und Blutschleckern lernen können

Vampirfledermäuse ernähren sich ausschließlich vom Blut ihrer Opfer. Dies könnte ihre Geschmackswahrnehmung geprägt haben.

So fehlen den Tieren Geschmackssensoren für Süß und Umami. Für Bitterstoffe sind ihnen jedoch einige wenige Rezeptortypen verblieben, was für deren wichtige physiologische Bedeutung spricht. Wie eine Studie unter Führung von PD Dr. Maik Behrens vom Leibniz-LSB@TUM zeigt, sind drei dieser in allen Vampirfledermausspezies konservierten Bittersensoren den menschlichen sehr ähnlich. Sie detektieren u. a. Magnesiumsulfat (Bittersalz). Dies ist ein Salz, das wohldosiert therapeutischen Nutzen hat oder, verzehrt über spezielles Speisesalz (Pansalz), zur Blutdrucksenkung beitragen kann. Im Übermaß aufgenommen führt es jedoch zu Herz- und Verdauungsproblemen. Die Studienergebnisse sprechen dafür, dass die Geschmacksrezeptoren für bittere Mineralstoffe hochkonserviert und auch für den Menschen ernährungsphysiologisch bedeutsam sind.

## Publikation/Publication:

Ziegler F, Behrens M (2021) *Proc Biol Sci*, 288: 20210418, DOI: 10.1098/rspb.2021.0418. Bitter taste receptors of the common vampire bat are functional and show conserved responses to metal ions *in vitro*

← Florian Ziegler arbeitet am konfokalen Laserscanning-Mikroskop  
Florian Ziegler works on the confocal laser scanning microscope

## What We Can Learn from Bloodsucking Bats

Vampire bats feed exclusively on the blood of their victims. This might have shaped their taste perception. The animals lack taste sensors for sweet and umami. However, a few receptor types remain, e.g., for bitter substances, which argues for their important physiological role. As a study led by PD Dr. Maik Behrens of the Leibniz-LSB@TUM shows, the three bitter sensors, that are conserved among all bloodsucking bat species, are very similar to human ones. Among other things, they detect magnesium sulfate (Epsom salt). This is a salt that has therapeutic benefits in small doses or, when consumed in the form of special table salt (Pansalt), is supposed to help in lowering blood pressure. Ingested in excess, however, it leads to heart and digestive problems. The study results suggest that the taste receptors for bitter minerals are highly conserved and nutritionally important for humans.

	vampire bat T2R								
	1	3	4	5	7	38	39	40	42
<i>D. rotundus</i>	●	●	●	△	●	△	△	●	△
<i>D. youngi</i>	●	●	●	●	●	●	△	△	△
<i>D. ecaudata</i>	●	△	●	△	●	●	△	△	●

↗ Vorhandene und pseudogenisierte T2R (*taste 2 receptor*)-Gene der drei bekannten Vampirfledermausarten: *Desmodus rotundus* (Gemeiner Vampir), *Diaemus youngi* (Weißflügelvampir) und *Diphylla ecaudata* (Kammzahnvampir). T2R-Pseudogene (Dreiecke), vorhandene T2R-Gene (Kreise, schwarz) und T2R-Gene, die bei Vampirfledermäusen vorhanden und konserviert sind (Kreise, orange), sind dargestellt.

*Extant and pseudogenized T2R (taste 2 receptor) genes in the three known vampire bat species: Desmodus rotundus (common vampire bat), Diaemus youngi (white-winged vampire bat), and Diphylla ecaudata (hairy-legged vampire bat). T2R pseudogenes (triangles), extant T2R genes (circles, black), and T2R genes that are extant and conserved among vampire bats (circles, orange) are shown.*

# „Postleitzahlen“ für Geruchssensoren identifiziert

Ein Forschungsteam um PD Dr. Dietmar Krautwurst vom Leibniz-LSB@TUM hat die Aminosäuresequenzen von 4.808 Geruchsrezeptoren aus acht verschiedenen Spezies mithilfe statistischer und phylogenetischer Analysemethoden untersucht und miteinander verglichen.

Hierdurch ist es dem Team gelungen, hochkonservierte Aminosäuremotive zu identifizieren, die als Adresscodes in Geruchsrezeptorproteinen fungieren. Die Codes sorgen ähnlich wie Postleitzahlen dafür, dass die Sensorproteine aus dem Zellinneren zur Zelloberfläche gelangen, wo sie ihre Arbeit als Duftstoffdetektor aufnehmen können. Die neuen Erkenntnisse über die Funktion bestimmter Rezeptorstrukturen könnten dazu beitragen, neuartige Testsysteme zu entwickeln, mit denen sich die Geruchsstoffprofile von Lebensmitteln im Hochdurchsatzverfahren analysieren lassen.

## Publikation/Publication:

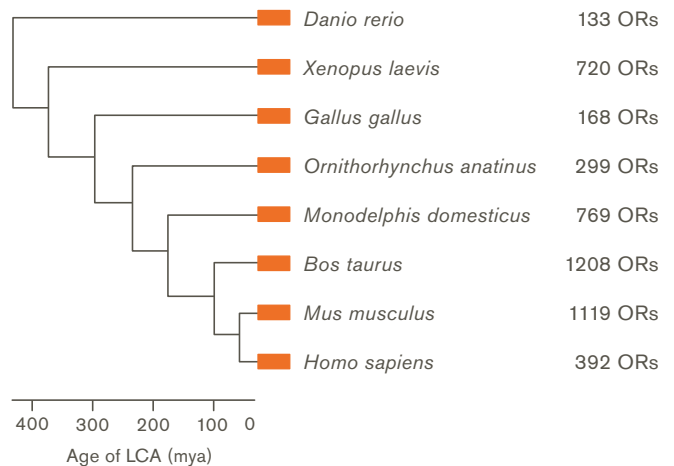
Kotthoff M, Bauer J, Haag F, Krautwurst D (2021) FASEB J, 35: e21274, DOI: 10.1096/fj.202000182RR. Conserved C-terminal motifs in odorant receptors instruct their cell surface expression and cAMP signaling

## Förderung/Funding:

Kekulé-FCI-Stipendium (#684162) für M. Kotthoff  
Kekulé-FCI fellowship (#684162) to M. Kotthoff

## “ZIP Codes” Identified for Odorant Receptors

A team of scientists led by PD Dr. Dietmar Krautwurst from the Leibniz-LSB@TUM has studied and compared the amino acid sequences of 4,808 odorant receptors from eight different species using statistical and phylogenetic analysis methods. This enabled the team to identify highly conserved amino acid motifs that function as address codes in odorant receptor proteins. Similar to ZIP codes, the codes ensure that the sensor proteins travel from inside the cell to the cell surface, where they can begin their work as odorant detectors. The new insights into the function of certain receptor structures could help to develop novel test systems with which the odorant profiles of food can be analyzed in a high-throughput process.



- Phylogenetische Beziehung zwischen den untersuchten Arten: *Danio rerio* (Zebrafisch), *Xenopus laevis* (Krallenfrosch), *Gallus gallus* (Huhn), *Ornithorhynchus anatinus* (Schnabeltier), *Monodelphis domestica* (Opossum), *Mus musculus* (Hausmaus), *Homo sapiens* (Mensch). Die Anzahl der analysierten Geruchsrezeptoren (ORs) ist jeweils angegeben. Die Knoten spiegeln die Abspaltungszeiten wider (LCA, letzter gemeinsamer Vorfahre; mya, vor Millionen Jahren).

Phylogenetic relationship among species investigated: *Danio rerio* (zebrafish), *Xenopus laevis* (clawed frog), *Gallus gallus* (chicken), *Ornithorhynchus anatinus* (platypus), *Monodelphis domestica* (opossum), *Mus musculus* (house mouse), *Homo sapiens* (human). The numbers of analyzed odorant receptors (ORs) is given for each species. Nodes reflect the split times (LCA, last common ancestor; mya, million years ago).



**Funktionelle Aminosäuremotive waren bisher für Geruchsrezeptoren unbekannt. Wir gehen davon aus, dass die Rezeptoren über diese Motive mit zelleigenen Transportproteinen interagieren.**

***Functional amino acid motifs were previously unknown for odorant receptors. We assume that the receptors interact with cellular transport proteins via these motifs.***

- ④ Befüllen einer 96-Well-Zellkulturplatte mit Nährmedium zur Untersuchung von Geruchsrezeptoren in einem zellulären Testsystem

*Filling a 96-well cell culture plate with nutrient medium for the investigation of odorant receptors in a cellular test system*

# Auf der Suche nach Partnern

## *Search for Partners*



**Trotz langjähriger Forschung ist das spezifische Duftstoffspektrum von etwa 80 Prozent der menschlichen Geruchsrezeptoren noch unbekannt. Die Erkennungsspektren der humanen Bitterrezeptoren sind weitreichender erforscht. Doch auch hier sind noch viele Fragen offen, wenn es um die Wahrnehmung von lebensmitteltypischen Bitterstoffgemischen geht.**

*Despite many years of research, the specific odorant spectrum of about 80 percent of human odorant receptors is still unknown. The detection spectra of human bitter receptors have been more extensively researched. But even here, many questions remain unanswered when it comes to the perception of food-typical mixtures of bitter-tasting compounds.*

# Geruchsrezeptor für Pyrazine identifiziert

Ein Forschungsteam unter Führung von PD Dr. Dietmar Krautwurst vom Leibniz-LSB@TUM hat untersucht, welche der über 600 menschlichen Geruchsrezeptorvarianten auf 2,3,5-Trimethylpyrazin reagieren.

2,3,5-Trimethylpyrazin ist ein häufig verwendeter Aromastoff der Lebensmittelindustrie. Darüber hinaus spielt er auch als flüchtiger Signalstoff bei der olfaktorischen Kommunikation von Tieren eine große Rolle. In dem für die Untersuchung verwendeten zellulären Testsystem reagierte der Geruchsrezeptor OR5K1 signifikant auf die Substanz. Anschließende Testungen dieses Rezeptors mit 178 weiteren lebensmittelspezifischen Schlüsselgeruchsstoffen ergaben, dass er selektiv auch noch 18 weitere Pyrazine erkennt. Die Ergebnisse tragen dazu bei, die molekularen Mechanismen besser zu verstehen, die der Geruchswahrnehmung von Lebensmitteln sowie der olfaktorischen Kommunikation zu Grunde liegen.

## Schon gewusst?

Der Duft von 2,3,5-Trimethylpyrazin erinnert an gebackene Kartoffeln und entsteht z. B. beim Rösten von Lebensmitteln. Zudem ist der Geruchsstoff natürlicherweise im Urin von Füchsen und Wölfen enthalten und versetzt Mäuse in Alarmbereitschaft, sobald sie ihn riechen.

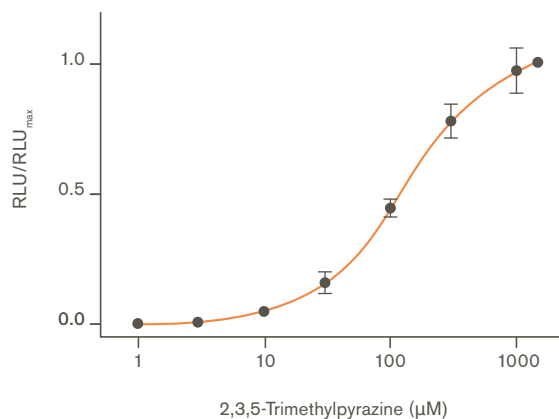
## Did you know that ...

... the scent of 2,3,5-trimethylpyrazine is reminiscent of baked potatoes and is produced, for example, when food is roasted? In addition, the odorant is naturally present in the urine of foxes and wolves and puts mice on alert as soon as they smell it.

🔍 Dr. Patrick Marcinek analysiert Zellen mithilfe eines Flow Cytometers  
Dr. Patrick Marcinek analyzes cells with a flow cytometer

## Odorant Receptor for Pyrazines Identified

A research team led by PD Dr. Dietmar Krautwurst from the Leibniz-LSB@TUM has investigated which of the more than 600 human odorant receptor variants react to 2,3,5-trimethylpyrazine. This is a frequently used flavoring agent in the food industry. In addition, it also plays a major role as a volatile signal substance in the olfactory communication of animals. Only the odorant receptor OR5K1 responded to the odorant in the cellular test system used for the study. Subsequent testing of the receptor with 178 other key food odorants revealed that OR5K1 also selectively recognizes 18 other pyrazines. These research results contribute to a better understanding of the molecular mechanisms underlying food odor perception and olfactory communication.



🔍 OR5K1 ist der einzige „Responder“ in einem automatisierten Screening von 616 Geruchsrezeptor-Varianten gegen 2,3,5-Trimethylpyrazin. Die Konzentrations-Wirkungskurve zeigt, dass bereits niedrige Pyrazinkonzentrationen ab 10 µM eine Antwort des OR5K1 auslösen. Die Daten wurden auf die maximale Reaktion normiert.

OR5K1 is the sole responder in an automated screening of 616 OR variants against 2,3,5-trimethylpyrazine. The concentration-response curve shows that pyrazine concentrations as low as 10 µM elicit a OR5K1 response. Data were normalized to the maximum response.

## Publikation/Publication:

Marcinek P, Haag F, Geithe C, Krautwurst D (2021) FASEB J, 35(6): e21638, DOI: 10.1096/fj.202100224R. An evolutionary conserved olfactory receptor for foodborne and semiochemical alkylpyrazine



# Multitalent unter den menschlichen Geruchsrezeptoren

## Kooperation: Sektion II & III

Seit längerer Zeit lassen Untersuchungen annehmen, dass der menschliche Geruchsrezeptor OR2W1 ein sehr breites Spektrum an Geruchsstoffen erkennt.

Um herauszufinden, wie groß der Anteil der lebensmittelspezifischen Schlüsselgeruchsstoffe an diesem Spektrum ist, hat ein Forschungsteam um PD Dr. Dietmar Krautwurst den Rezeptor mit einem zellulären Testsystem genauer untersucht. Das Team verwendete einen am Leibniz-LSB@TUM entwickelten IL-6-HaloTag®/GloSensor™-cAMP-Lumineszenz-Assay, der mindestens eine dreifach höhere Signalintensivität als andere zellbasierte Geruchsrezeptor-Testsysteme aufweist. Insgesamt überprüfte das Team 187 Geruchsstoffe, die das Aroma von Lebensmitteln entscheidend prägen. Von diesen Geruchsstoffen stimulierten fast die Hälfte (93) den Rezeptor, obwohl sie ganz unterschiedlichen chemischen Gruppen angehörten.

### Publikation/Publication:

Haag F, Di Pizio A, Krautwurst D (2021) Food Chem, 375: 131680, DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.131680.  
The key food odorant receptive range of broadly tuned receptor OR2W1

- Erkennungsspektrum lebensmittelspezifischer Schlüsselgeruchsstoffe des OR2W1 anhand von Strukturformeln der Agonisten. Die Zahlen ergeben sich aus der Zugehörigkeit der einzelnen Substanz zu der jeweiligen chemischen Gruppe gemäß der ClassyFire-Klassifikation und ihrem Auftreten beim Screening. © Haag et al. Food Chem 2021, CC BY-NC-ND 4.0

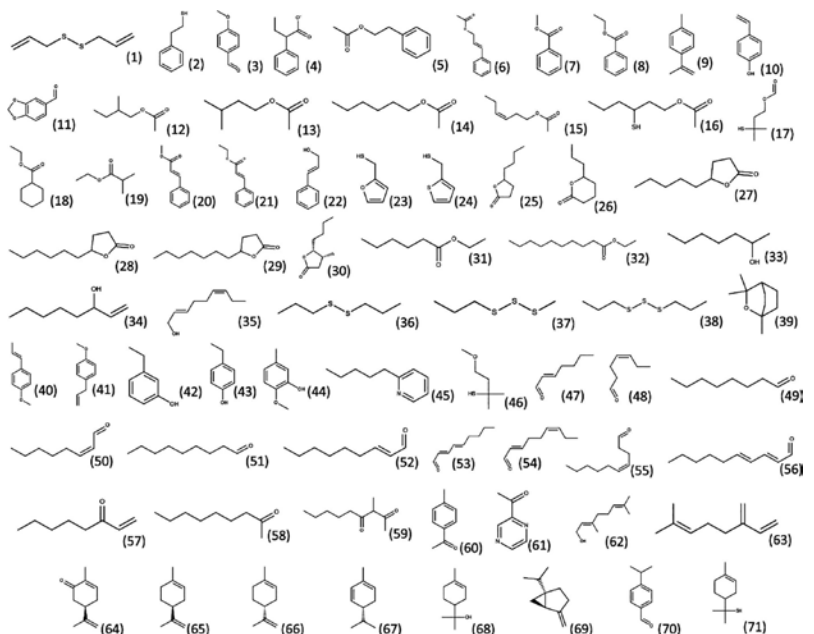
The key food odorant (KFO) agonist spectrum of OR2W1 as structural chemical formulas of the active substances. The numbers result from the affiliation of the individual substance to the respective chemical group according to the ClassyFire classification and their appearance in the KFO screen. © Haag et al. Food Chem 2021, CC BY-NC-ND 4.0

Interessanterweise zählten Furanone und Alkylpyrazine nicht zum Erkennungsspektrum des Geruchsrezeptors OR2W1. Rezeptoren mit breiten Geruchsstoffspektren und hochselektive Rezeptoren ergänzen sich folglich in ihrer Funktion als Geruchsstoffsensoren in der Nase.

## Multi-Talent Among the Human Odorant Receptors

### Cooperation: Section II & III

For some time, studies have suggested that the human odorant receptor OR2W1 recognizes a very broad spectrum of odorants. In order to find out how large the numbers of food-specific key odorants in this spectrum are, a research team led by PD Dr. Dietmar Krautwurst examined the receptor in more detail using a cellular test system. The team used an IL-6-HaloTag®/GloSensor™-cAMP luminescence assay developed at Leibniz-LSB@TUM, which has at least a threefold higher signal sensitivity than other cell-based odorant receptor assays. In total, the team screened 187 odorants that play a key role in shaping food aroma. Of these, almost half (93) stimulated the receptor, although they belonged to completely different chemical groups. Interestingly, furanones and alkyl pyrazines were not part of the odorant receptor's recognition spectrum. Hence, broadly tuned and highly selective receptors complement each other's function as odorant sensors in the nose.



# Neues zu Bitterstoffen aus Kaffee

## Kooperation: Sektion II & III

Koffein ist wohl der bekannteste Bitterstoff in Kaffee. Jedoch ist er für den Bittergeschmack des Getränks nicht allein verantwortlich.

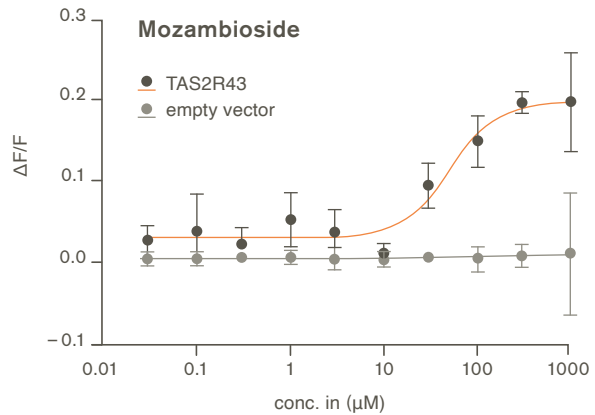
Dies belegt auch eine Kooperationsstudie mit der Technischen Universität München unter Führung von PD Dr. Maik Behrens vom Leibniz-LSB@TUM. Mit Hilfe eines zellbasierten Testsystems sowie mittels Docking-Analysen hat das Team fünf verschiedene Kaffeeinhaltsstoffe untersucht. Hierzu gehören der in Arabica-Bohnen identifizierte Bitterstoff Mozambiosid, dessen Röstprodukt Bengalensol sowie die Stoffe Cafestol, Kahweol und Koffein. Wie die Studie zeigt, reagieren hauptsächlich zwei der ~25 menschlichen Bitterrezeptortypen auf diese Substanzen. Dabei waren von Koffein vergleichsweise hohe Konzentrationen notwendig, um die Rezeptoren TAS2R46 und TAS2R43 zu stimulieren. Zudem weisen die Ergebnisse darauf hin, dass sich die im Kaffee enthaltenen Bitterstoffe gegenseitig in ihrer Wirkung beeinflussen und Kahweol ein über den TAS2R43 ausgelöstes Bittersignal abschwächen kann, indem es effektivere Bitterstoffe von diesem Rezeptor verdrängt.



**Der von uns beobachtete Kahweol-Effekt könnte bei ungefilterten Kaffeezubereitungen wie Espresso eine Rolle spielen.**

***The kahweol-effect we observed could play a role in unfiltered coffee preparations such as espresso.***

PD Dr. Maik Behrens, Leiter der Arbeitsgruppe *Taste & Odor Systems Reception*  
 PD Dr. Maik Behrens, Head of the *Taste & Odor Systems Reception Research Group*



📌 Dosis-Wirkungs-Beziehungen von Mozambiosid auf TAS2R43-exprimierende Zellen. HEK 293T-Gα16gust44-Zellen wurden transient mit cDNA für TAS2R43 transfiziert.

*Dose-response relationships of mozambioside on TAS2R43 expressing cells. HEK 293T-Gα16gust44 cells were transiently transfected with cDNA for TAS2R43.*

## Latest Findings on Bitter Substances in Coffee

### Cooperation: Section II & III

*Caffeine is probably the best-known bitter substance in coffee. However, it is not solely responsible for the bitter taste of the beverage. This is also confirmed by a cooperative study with the Technical University of Munich led by PD Dr. Maik Behrens of the Leibniz-LSB@TUM. Using a cell-based test system and docking analyses, the team examined five different coffee constituents. These include the bitter substance mozambioside identified in Arabica beans, its roasting product bengalensol, and the substances cafestol, kahweol, and caffeine. As the study shows, mainly two of the ~25 human bitter receptor types react to these substances. Comparatively high concentrations of caffeine were required to stimulate the TAS2R46 and TAS2R43 receptors. In addition, the results indicate that the bitter substances contained in coffee influence each other's effects and that kahweol can attenuate a bitter signal triggered via TAS2R43 by displacing more effective bitter substances from this receptor.*

### Publikation/Publication:

Lang T, Lang R, Di Pizio A, Mittermeier VK, Schlagbauer V, Hofmann T, Behrens M (2020) *J Agric Food Chem*, 68(24): 6692-6700, DOI: 10.1021/acs.jafc.0c01373. Numerous compounds orchestrate coffee's bitterness

# Nicht nur geschmacksrelevant?

*Not Only Relevant to Taste?*



**Neue Befunde belegen, dass auch Zellen und Gewebe außerhalb des Mundraumes über Chemorezeptoren verfügen, die normalerweise mit bitteren oder süßen Lebensmittelinhaltsstoffen interagieren. Da wir aber weder mit Organen wie dem Magen oder Darm im eigentlichen Sinne „schmecken“, stellt sich die Frage, welche Aufgaben Chemorezeptoren dort erfüllen.**

*New findings prove that cells and tissues outside the oral cavity also have chemoreceptors that normally interact with bitter or sweet-tasting food compounds. However, since we do not "taste" in the true sense of the word with organs such as the stomach or intestines, the question arises as to what tasks chemoreceptors perform there.*

# Bitterrezeptor an entzündungshemmender Wirkung beteiligt?

## Kooperation: Sektion II & III

Wie eine in Kooperation mit der Universität Wien an einer menschlichen Wangenzelllinie durchgeführte Studie unter Führung von Prof. Dr. Veronika Somoza zeigt, ist der Bitterrezeptor TAS2R50 an der entzündungshemmenden Wirkung von Resveratrol beteiligt.

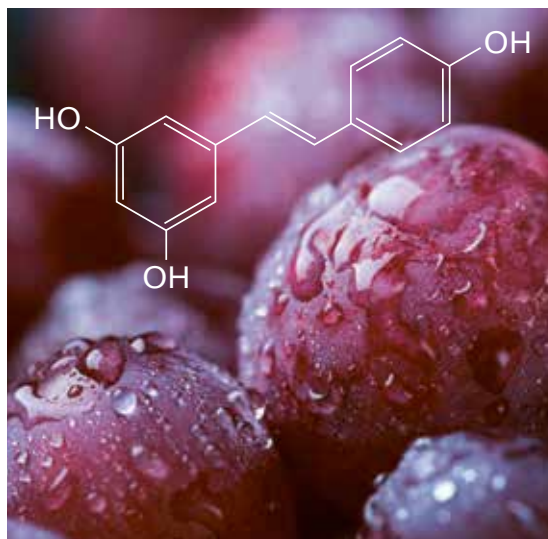
So reduzierte Resveratrol in einer Konzentration von 100  $\mu\text{M}$  die von immunkompetenten gingivalen Fibroblasten freigesetzte Menge des Entzündungsmarkers Interleukin-6 um etwa 80 Prozent, nachdem diese zuvor mit bakteriellen Oberflächenantigenen stimuliert worden waren. Eine zusätzliche Gabe der bittermaskierenden Substanz Homoeriodictyol, die auf einzelne Bitterrezeptoren antagonistisch wirkt, verringerte den entzündungshemmenden Effekt um etwa 17 Prozent. Zusätzlich durchgeführte *Knock-down*-Experimente sowie computergestützte Struktur-Funktions-Analysen zeigten eine Beteiligung des TAS2R50.

### **Schon gewusst?**

Resveratrol ist ein bitter schmeckender sekundärer Pflanzenstoff, der vor allem in roten Trauben und im Japanischen Staudenknöterich enthalten ist. Seine synthetische Variante ist seit 2016 in der EU als Lebensmittelzusatzstoff zugelassen.

### **Did you know that ...**

... Resveratrol is a secondary plant compound found primarily in red grapes and Japanese knotweed? Its synthetic variant has been approved as a food ingredient in the EU since 2016. Resveratrol not only tastes bitter, but also reduces the release of signal substances involved in inflammatory processes.



👉 Weintrauben enthalten Resveratrol  
*Grapes contain resveratrol*

## **Bitter Receptor Involved in Anti-Inflammatory Effects?**

### Cooperation: Section II & III

A study conducted in collaboration with the University of Vienna on a human buccal cell line under the direction of Prof. Dr. Veronika Somoza shows that the bitter taste receptor TAS2R50 is involved in the anti-inflammatory effects of resveratrol in the oral cavity. Resveratrol at a concentration of 100  $\mu\text{M}$  reduced the amount of the inflammatory marker interleukin-6 released by immunocompetent gingival fibroblasts by about 80 percent after they had previously been stimulated with bacterial surface antigens. Additional administration of the bitter-masking substance homoeriodictyol, which has an antagonistic effect on individual bitter receptors, reduced the anti-inflammatory effect by about 17 percent. Knock-down experiments as well as computational structure-function analyses demonstrated the involvement of TAS2R50.

### Publikation/Publication:

Tiroch J, Sterneder S, Di Pizio A, Lieder B, Hoelz K, Holik AK, Pignitter M, Behrens M, Somoza M, Ley JP, Somoza V (2021) *J Agric Food Chem*, 69(45): 13339-13349, DOI: 10.1021/acs.jafc.0c07058. Bitter sensing TAS2R50 mediates the trans-resveratrol-induced anti-inflammatory effect on interleukin-6 release in HGF-1 cells in culture

# Gallussäure im Rampenlicht

## Kooperation: Sektion II & III

Gallussäure ist ein sekundärer Pflanzenstoff, der in Wein und grünem Tee enthalten ist.

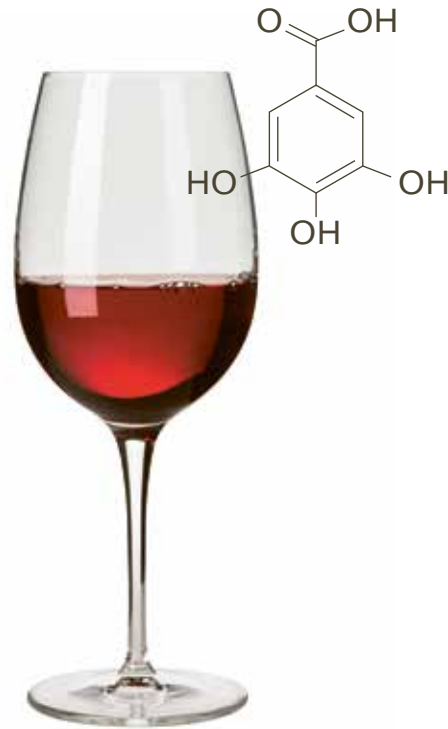
Wie ein österreichisches-deutsches Forschungsteam um Prof. Dr. Veronika Somoza mithilfe von Sensoriktests zeigt, schmeckt mit Gallussäure versetztes Leitungswasser bitter und dies bereits ab einer sehr geringen Konzentration (10  $\mu\text{M}$ ; 1,7 mg/L). Ebenso beobachtete das Team, dass der Bittergeschmack konzentrationsabhängig ist und sich mit steigender Konzentration (bis 1.000  $\mu\text{M}$ ) verstärkt. Von den Forschenden im Anschluss durchgeführte molekularbiologische Untersuchungen und Tests an in Kultur gehaltenen Magenellen lassen annehmen, dass Gallussäure die Mechanismen der Magensäurefreisetzung beeinflusst, indem es den Bitterrezeptor TAS2R4 aktiviert. Computergestützte Strukturanalysen des Rezeptors und virtuelle Dockingexperimente des Leibniz-LSB@TUM unterstützen dieses Ergebnis. Die Studienergebnisse geben neue Einblicke in die noch unbekannt Funktionen von Bitterrezeptoren im Zusammenspiel mit geschmacksaktiven Weininhaltsstoffen.



**Wir erforschen die molekularen Zusammenhänge zwischen Bitterstoffen und Bitterrezeptoren, auch mit dem Ziel, die Bekömmlichkeit von Lebensmitteln zu verbessern.**

***We are investigating the molecular relationships between bitter substances and bitter receptors, also with the aim of improving the digestibility of foods.***

Prof. Dr. Veronika Somoza (Direktorin/Director)



📌 Strukturformel von Gallussäure; die Säure ist in Rotwein enthalten  
*Structural formula of gallic acid; the acid is found in red wine*

## ***Gallic Acid in the Spotlight***

### Cooperation: Section II & III

*Gallic acid is a secondary plant substance found in wine and green tea. As shown by an Austrian-German research team led by Prof. Dr. Veronika Somoza in sensory tests, tap water containing gallic acid at a low concentration (10  $\mu\text{M}$ ; 1.7 mg/L) tastes bitter. Similarly, the team observed that the bitter taste is concentration-dependent and increases with increasing concentration (up to 1,000  $\mu\text{M}$ ). Molecular biology studies and tests subsequently performed by the researchers on gastric cells maintained in culture now suggest that gallic acid stimulates mechanisms of gastric acid release by activating the bitter receptor TAS2R4. Computational structural analyses of the receptor and virtual docking experiments by the Leibniz-LSB@TUM support this finding. The study results provide insights into the still unknown functions of bitter receptors in interaction with taste-active wine constituents.*

### **Publikation/Publication:**

Sterneder S, Stoeger V, Dugulin CA, Liszt KI, Di Pizio A, Korntheuer K, Dunkel A, Eder R, Ley JP, Somoza V (2021) J Agric Food Chem, 69(36): 10550-10561, DOI: 10.1021/acs.jafc.1c03061. Astringent gallic acid in red wine regulates mechanisms of gastric acid secretion via activation of bitter taste sensing receptor TAS2R4

# Zuckersüße macht satt!

Bislang ist nur wenig darüber bekannt, inwieweit die Geschmackswahrnehmung von Zucker zur Sättigung beiträgt.

Eine Studie eines österreichisch-deutschen Forschungsteams um Prof. Dr. Barbara Lieder und Prof. Dr. Veronika Somoza hat gezeigt, dass die molekulare Struktur von Saccharose bzw. Glucose die Energieaufnahme und Hunger-Sättigungsregulation über deren spezifische Bindung an die jeweilige Untereinheit des Süßrezeptors beeinflusst. In der Studie erhielten 27 Probanden entweder eine isokalorische 10-prozentige Glucose- oder Saccharose-lösung oder eine der beiden Zuckerlösungen mit zusätzlich 60 ppm der den Süßgeschmack reduzierenden Substanz Lactisol. Nach Konsum der Lactisol-haltigen Saccharoselösung nahmen die Teilnehmer bei einem angebotenen Testfrühstück ca. 13 Prozent mehr Nahrungsenergie auf, als nach der Saccharoselösung ohne Lactisol. Ebenso verringerte sich die Konzentration des Sättigungshormons Serotonin im Blut. Dagegen wurden keine Unterschiede nach Gabe der Lactisol-haltigen oder puren Glucose-lösung festgestellt.

## Schon gewusst?

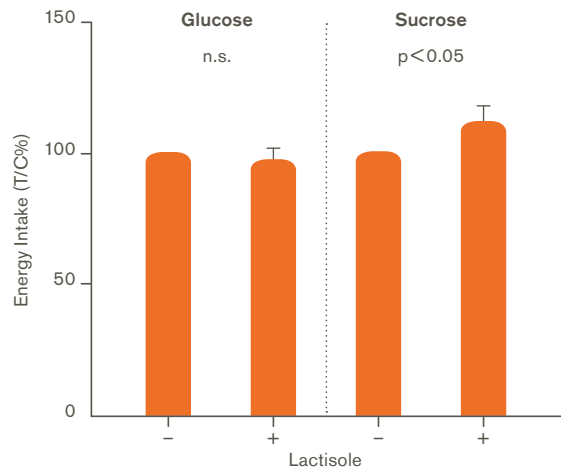
In den USA wird Lactisol z. B. in Marmeladen verwendet, um die Fruchtaromen stärker in den Vordergrund treten zu lassen.

## Did you know that ...

... in the USA, lactisole is used, for example, in jams to make the fruit flavors more prominent?

## Publikation/Publication:

Schweiger K, Grüneis V, Tremel J, Galassi C, Karl CM, Ley JP, Krammer GE, Lieder B, Somoza V (2020) Nutrients, 12(10): 3133, DOI: 10.3390/nu12103133. Sweet taste antagonist lactisole administered in combination with sucrose, but not glucose, increases energy intake and decreases peripheral serotonin in male subjects



Ergebnisse der Gesamtenergieaufnahme eines standardisierten Frühstücks, 120 Minuten nach Erhalt der Testlösungen. Alle Ergebnisse werden als Mittelwert  $\pm$  SEM zwischen Behandlung und Kontrolle angegeben. Die statistische Analyse ( $p < 0,05$ ) wurde mit einem gepaarten, zweiseitigen Student's *t*-test durchgeführt.

Results of the total energy intake of a standardized breakfast, 120 min after receiving the test solutions. All results are presented as means  $\pm$  SEM treated over control. Statistical analysis ( $p < 0.05$ ) was conducted using a paired, two tailed Student's *t*-test.

## Sweet Taste Reduces Appetite!

Until now, little has been known about the extent to which the taste perception of sugar contributes to satiety. A study by an Austrian-German research team led by Prof. Dr. Barbara Lieder and Prof. Dr. Veronika Somoza showed that the molecular structure of sucrose and glucose modulates satiety and energy intake via specific binding to their respective sweet taste receptor subunit. In this study, 27 male subjects received either an isocaloric 10 percent glucose or sucrose solution or one of the two sugar solutions with an additional amount of 60 ppm lactisole. After consuming the sucrose solution containing lactisole, the participants consumed approximately 13 percent more energy from a breakfast than after administration of the sucrose solution without lactisole. Blood levels of serotonin decreased in these subjects. In contrast, no differences were observed after administration of the lactisole-containing or pure glucose solution.

## Förderung/Funding:

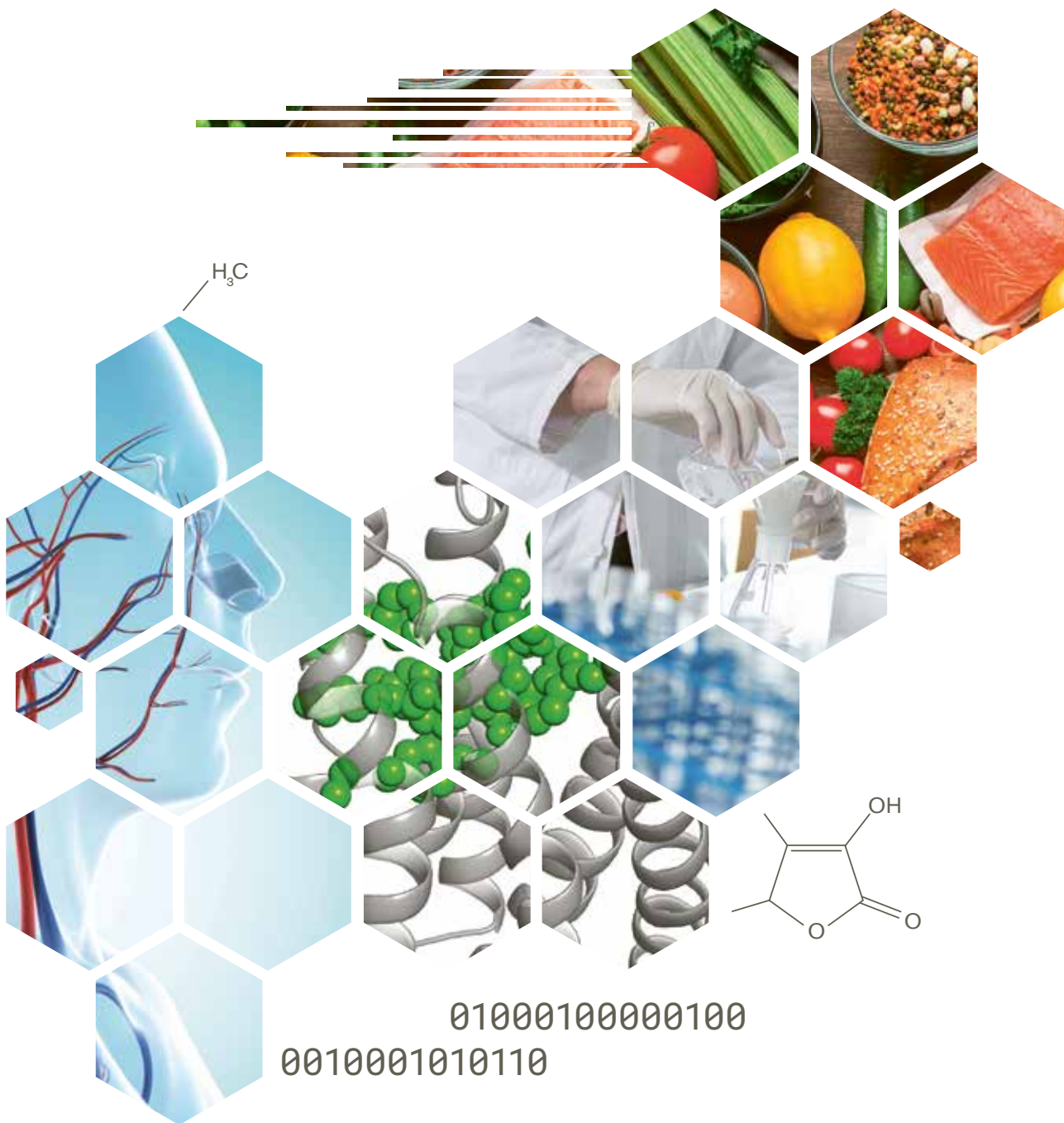
Diese Forschung wurde von der Symrise AG und dem österreichischen Bundesministerium für Digitales und Wirtschaft, Christian Doppler Labor für Geschmacksforschung gefördert.

This research was funded by the Symrise AG and the Austrian Ministry for Digital and Economic Affairs, Christian Doppler Laboratory for Taste Research.

# SEKTION III

## *In-silico-Biologie & Maschinelles Lernen*

**SECTION III**  
*In Silico Biology & Machine Learning*



**Sektion III entwickelt und nutzt Methoden der Datenanalyse und mathematischen Modellierung, um die komplexen Systeme von biofunktionalen Lebensmittelinhaltsstoffen sowie von deren Stoffwechselprodukten und zugehörigen Chemorezeptoren zu erforschen. Die Forschungsarbeiten sollen dazu beitragen, besser zu verstehen und vorherzusagen, wie sich solche Systeme entlang der Wertschöpfungskette verändern oder welche biologischen Wirkungen sie entfalten.**

**In Zukunft könnten die Ergebnisse solcher Untersuchungen dazu beitragen, neue wohlschmeckende Lebensmittel zu entwickeln, die eine gesunde Nahrungsauswahl und Ernährung fördern. Auf den folgenden 10 Seiten stellen wir Ihnen in kurzer Form ausgewählte Forschungsergebnisse der Sektion III vor. Sie wurden zum Teil mit externen Partnern wie der Technischen Universität München, der Universität Rostock und der Universität Mailand in Italien erzielt. Kooperationsprojekte zwischen Sektion III und II sind im Kapitel der Sektion II ausgewiesen.**

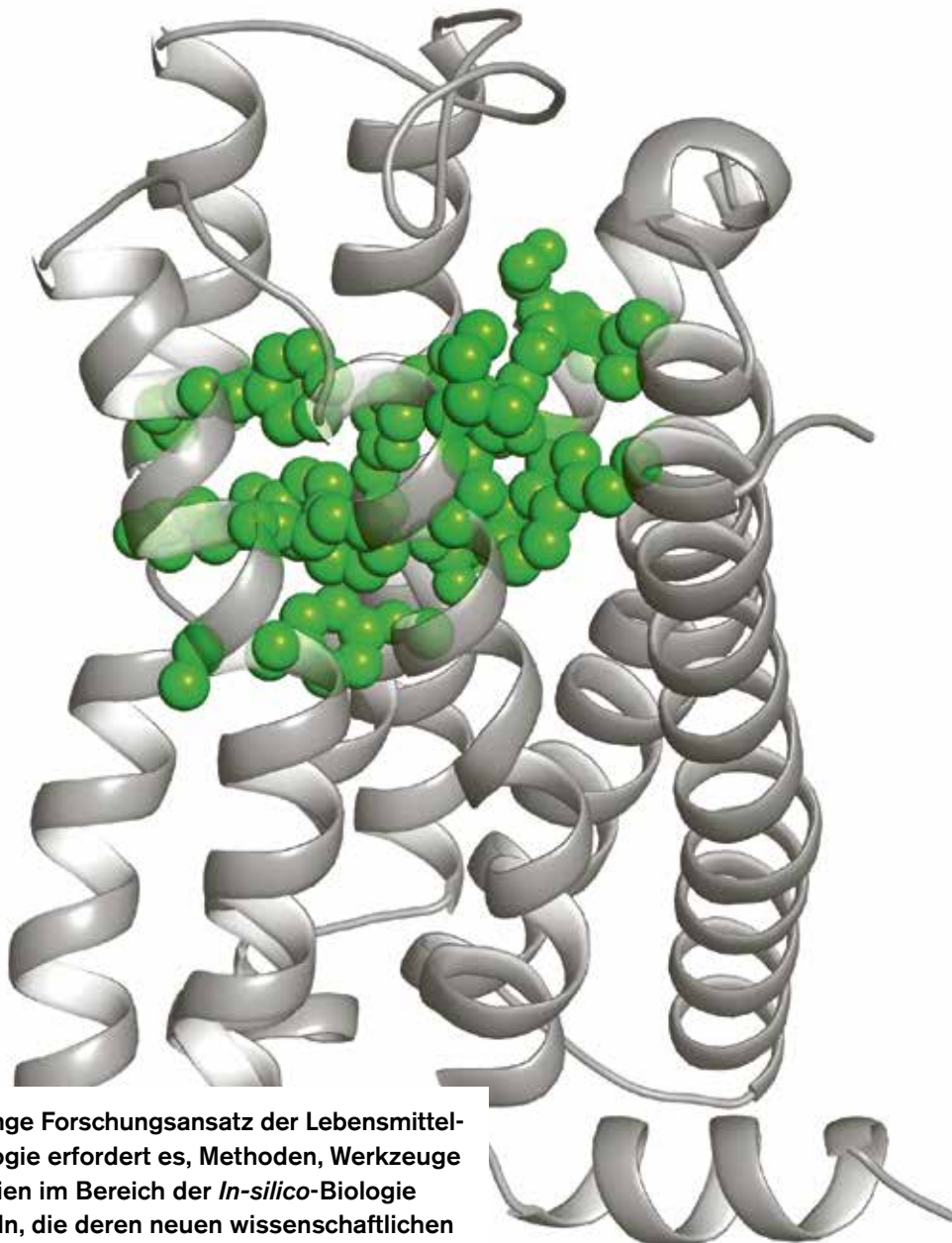
*Section III develops and uses data analysis and mathematical modeling methods to explore the complex systems of biofunctional food compounds as well as their metabolites and their associated chemoreceptors. The research will help to better understand and predict how such systems change along the entire value chain or what biological effects they exert.*

*In the future, the results of such research could help develop great-tasting foods that promote healthy food choices and diets. On the following 10 pages, we present brief summaries of selected research results from Section III. Some of them were achieved with external partners such as the Technical University of Munich, the University of Rostock, and the University of Milan in Italy. Cooperation projects between Section III and II are shown in the Section II chapter.*



# Entwicklung neuer Methoden, Werkzeuge und Strategien

*Development of New Methods, Tools, and Strategies*



Der noch junge Forschungsansatz der Lebensmittel-Systembiologie erfordert es, Methoden, Werkzeuge und Strategien im Bereich der *In-silico*-Biologie zu entwickeln, die deren neuen wissenschaftlichen Fragestellungen angepasst sind.

*The still young research approach of food systems biology requires the development of methods, tools, and strategies in the field of in silico biology that are adapted to its new scientific questions*



# Neue Methode, um seltene Zelltypen zu erkennen

Seltene Zelltypen in einem Gewebe präzise und automatisch zu erkennen, ist sehr schwierig. Ebenso ist es nicht einfach, Algorithmen darauf zu trainieren, seltene Ereignisse in hochdimensionalen Datenräumen zu identifizieren.

Ein Forschungsteam der Universität Rostock hat in Kooperation mit dem Leibniz-LSB@TUM eine Methode „zur Anreicherung von kleinen Datensätzen“ entwickelt, die es ermöglicht, Methoden des maschinellen Lernens auf „unausgeglichene“ Datensätze anzuwenden. Dazu werden Daten, die in sehr kleiner Zahl vorkommen, künstlich der Gruppe angeglichen, für die bereits viele Beispiele vorliegen. Mit dieser Methode lassen sich Algorithmen darauf trainieren, in Kombination mit Einzelzell-RNA-Sequenzierungstechniken, seltene Zellen mit hoher Genauigkeit zu annotieren. Das Team um Prof. Dr. Wolkenhauer hat die entwickelten Algorithmen mit einer Vielzahl öffentlicher Datensätze aus sehr unterschiedlichen Bereichen getestet, sodass sie nun auch Anwendung in der Lebensmittel-Systembiologie finden können.

## ***New Method to Identify Rare Cell Types***

*Detecting rare cell types in a tissue precisely and automatically is very difficult. Similarly, training algorithms to predict rare events in high-dimensional data spaces is not easy. A research team of the University of Rostock, in cooperation with the Leibniz-LSB@TUM, has now developed a method "for enriching small data sets" that allows machine learning methods to be applied to "unbalanced" data sets. For this purpose, data that occur in very small numbers are augmented to match with the group for which many examples are already available. Using this method, algorithms can be trained to annotate rare cells with high accuracy in combination with single-cell RNA sequencing techniques. The team led by Prof. Dr. Wolkenhauer has tested the developed algorithms with a large number of public datasets from very different fields so that they can now also find application in food systems biology.*

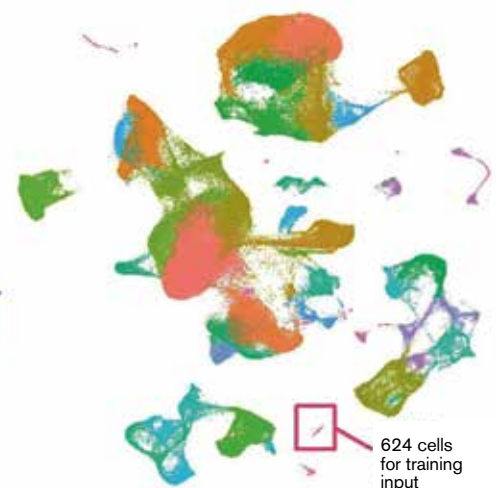
### **Publikationen/Publications:**

Bej S, Galow AM, David R, Wolfien M, Wolkenhauer O (2021) BMC Bioinformatics, 22(1): 557, DOI: 10.1186/s12859-021-04469-x. Automated annotation of rare-cell types from single-cell RNA-sequencing data through synthetic oversampling

Bej S, Schulz K, Srivastava P, Wolfien M, Wolkenhauer O (2021) IEEE Access, 9: 123358-123374, DOI: 1109/ACCESS.2021.3108450. A multi-schematic classifier-independent oversampling approach for imbalanced datasets

Bej S, Srivastava P, Wolfien M and Wolkenhauer O (2021) Int Jt Conf Neural Netw (IJCNN), pp. 1-8, DOI: 10.1109/IJCNN52387.2021.9534072. Combining uniform manifold approximation with localized affine shadowsampling improves classification of imbalanced datasets

1.720 cells in 1 cell types  
1,720 119\_Pvalb Vipr2



- Vergleich des gesamten Datensatzes der Allen Brain Atlas Mäuse-Daten aus (<https://celltypes.brain-map.org/>) und der Reanalyse. © Bej et al. BMC Bioinformatics 2021, CC BY 4.0

*Comparison of the Allen Brain Atlas mice data of the whole dataset from (<https://celltypes.brain-map.org/>) and the reanalysis. © Bej et al. BMC Bioinformatics 2021, CC BY 4.0*

- Modellansicht des Bitterrezeptors TAS2R14  
*Model view of the bitter taste receptor TAS2R14*

# Was wir von Tryptophan lernen können

L-Tryptophan ist eine essentielle Aminosäure, die wir über unsere Nahrung aufnehmen müssen, um gesund zu bleiben. Als freie Aminosäure aktiviert sie selektiv den Bitterrezeptor TAS2R4.

Di- und Trimere des L-Tryptophans sind zudem in der Lage, zwei bzw. vier weitere, peptidsensitive Bitterrezeptoren zu aktivieren. Doch warum ist das so und welche molekularen Mechanismen liegen diesen Ergebnissen zu Grunde? Dr. Antonella Di Pizio und Alessandro Nicoli (Seite 69) sind dieser Frage mithilfe molekularer Modellierungs-Methoden nachgegangen. Wie die *In-silico*-Studie zeigt, verfügen alle fünf untersuchten Bitterrezeptoren über strukturelle Bereiche (Epitope), die mit L-Tryptophan interagieren. Das beste Bindungsepitop identifizierten die Forschenden jedoch im Kern der orthosterischen Bindungsstelle des Bitterrezeptors TAS2R4. Die Erkenntnisse über die molekulare Innenarchitektur der Rezeptoren sollen dazu beitragen, die Interaktionen zwischen Aminosäuren, Peptiden und Bitterrezeptoren generell besser zu verstehen und vorherzusagen.

## Schon gewusst?

L-Tryptophan ist natürlicher Baustein vieler Nahrungs- und körpereigener Proteine. Es ist zudem für die Biosynthese von Serotonin wichtig. Letzteres entfaltet als Neurotransmitter und Gewebshormon vielfältige Wirkungen auf das Herz-Kreislauf-, das Nervensystem sowie den Magen-Darmtrakt.

## Did you know that ...

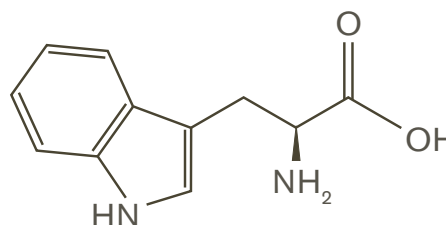
... *L-tryptophan is a natural building block of many dietary and endogenous proteins? It is also important for the biosynthesis of serotonin. As a neurotransmitter and tissue hormone, serotonin has a variety of effects on the cardiovascular and nervous systems as well as the gastrointestinal tract.*

## What We Can Learn from Tryptophan

*L-tryptophan is an essential amino acid that we need to consume in our diet to stay healthy. As a free amino acid, it selectively activates the bitter receptor TAS2R4. Its di- and trimers are also capable of activating two and four further peptide-sensitive bitter receptors, respectively. But why is this so and what are the molecular mechanisms underlying these findings? Dr. Antonella Di Pizio and Alessandro Nicoli (page 69) have investigated this question using molecular modeling methods. As the *in silico* study shows, all five bitter receptors studied have structural domains (epitopes) that interact with L-tryptophan. The researchers identified the best binding epitope in the core of the orthosteric binding site of TAS2R4. The findings about the internal architecture of the receptor binding pockets should help to better understand and predict the interactions between amino acids, peptides, and bitter receptors in general.*

## Publikation/Publication:

Di Pizio A, Nicoli A (2020) *Molecules*, 25(20): 4623-4632, DOI: 10.3390/molecules25204623. *In silico* molecular study of tryptophan bitterness



📌 Strukturformel von L-Tryptophan  
Structural formula of L-tryptophan

# Computergestützte Werkzeuge auf dem Prüfstand

Molekulare Wechselwirkungen zwischen Proteinen spielen bei vielen biologischen Prozessen eine Schlüsselrolle.

Diese Wechselbeziehungen sind nicht nur für die Wirkstoffforschung interessant, sondern gewinnen auch für die (Re-)Formulierung von Lebensmitteln zunehmend an Bedeutung. Ein internationales Team von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern unter der Leitung von Dr. Antonella Di Pizio vom Leibniz-LSB@TUM hat verschiedene computergestützte Werkzeuge getestet, mit denen Forschende solche Wechselwirkungen analysieren und abbilden können. Als Fallbeispiel hat das Team u. a. die Interaktion zwischen dem SARS-CoV-2 und dem Rezeptor ACE2 analysiert. Das Forschungsteam beschreibt die Funktionsweise einiger der verfügbaren computergestützten Werkzeuge und gibt praktische Hinweise zu deren Einsatz.



**Das Grundprinzip meiner Arbeit ist die Umwandlung chemischer Strukturen in Zahlen.**

***The basic principle beyond my work is the transformation of chemical structures into numbers.***

Dr. Antonella Di Pizio, Leiterin der Arbeitsgruppe *Molecular Modeling*  
Dr. Antonella Di Pizio, Head of the Research Group *Molecular Modeling*

- ➔ Wechselwirkung zwischen der Rezeptorbindungsdomäne des SARS-CoV-2 Spike-Proteins (in Orange) mit dem Angiotensin I Converting Enzyme 2 (ACE2)-Rezeptor, der in eine Membran eingefügt ist. Grafik: A. Di Pizio und A. Nicoli

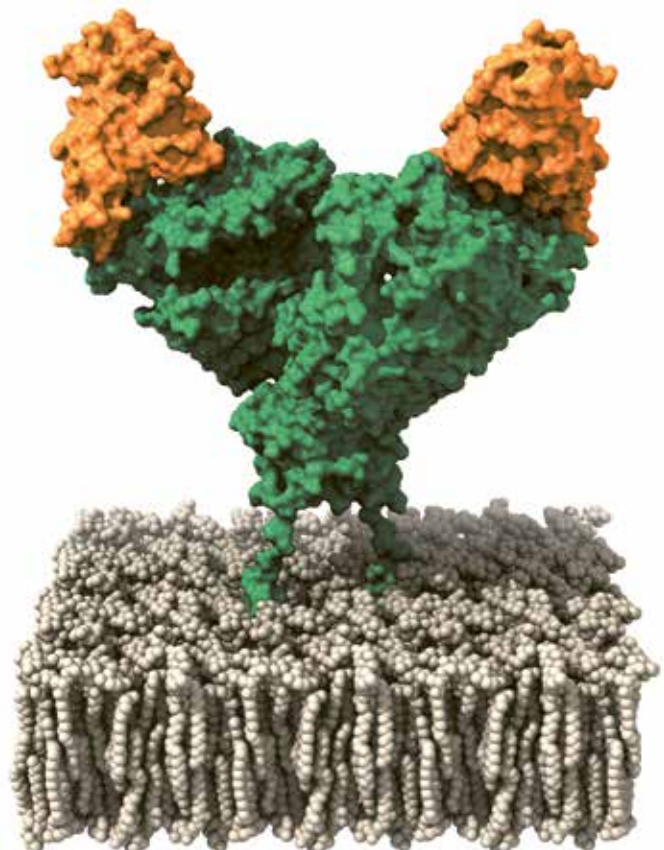
*Interaction between the receptor binding domain of the SARS-CoV-2 spike protein (in orange) with the angiotensin I converting enzyme 2 (ACE2) receptor inserted into a membrane.*  
Graphic: A. Di Pizio and A. Nicoli

## Computational Tools Put to the Test

*Molecular interactions between proteins play a key role in many biological processes. They are not only of interest for drug discovery, but are also becoming increasingly important for the (re)formulation of foods. An international team of scientists led by Dr. Antonella Di Pizio from Leibniz-LSB@TUM has tested various computational tools that researchers can use to analyze and map such interactions. As a case study, the team has analyzed, among other things, the interaction between SARS-CoV-2 and the receptor ACE2. The research team describes how some of the available computational tools work and provides practical advice on their use.*

### Publikation/Publication:

Agamennone M, Nicoli A, Bayer S, Weber V, Borro L, Gupta S, Fantacuzzi M, Di Pizio A (2021) *Methods Cell Biol*, 166: 271-307, DOI: 10.1016/bs.mcb.2021.06.012. [Protein-protein interactions at a glance: protocols for the visualization of biomolecular interactions](#)



# Beschleunigte Methodenentwicklung

Biologische Proben enthalten eine Vielzahl von Stoffwechselprodukten (Metaboliten), die unterschiedlichsten Substanzklassen angehören.

Um diese hochkomplexen Gemische künftig schneller und umfassender analysieren zu können, ist es notwendig, die bestehenden Trennverfahren weiterzuentwickeln. Zwei Trennphasen in der Gas- oder Flüssigchromatographie zu kombinieren, vervielfacht theoretisch die Auflösung. Doch welche Kombination ist am effektivsten? Um die Methodenentwicklung zu beschleunigen, hat Andreas Dunkel vom Leibniz-LSB@TUM unter Führung der Technischen Universität München zunächst *in silico* verschiedene Qualitätsparameter von Säulenkombinationen bei der 2D-Flüssigchromatographie verglichen. Danach nutzten die Forschenden eine Kombination der drei besten Methoden, um das optimale Trennsystem für das menschliche Urinmetabolom vorherzusagen. Abschließend überprüften sie die Leistungsfähigkeit des Systems anhand von Realproben und konnten so die gemachte Vorhersage bestätigen.



OrthogonaliseR finden Sie über den QR-Code – eine App zur Qualitätsbeurteilung von 2D-HPLC-Trennungen. You can find OrthogonaliseR via the QR code—an app for quality assessment of 2D HPLC separations.

[https://andreasdunkel.shinyapps.io/orthogonaliser\\_2DLC/](https://andreasdunkel.shinyapps.io/orthogonaliser_2DLC/)

## Accelerated Method Development

*Biological samples contain a large number of metabolites belonging to different substance classes. In order to be able to analyze these highly complex mixtures more quickly and comprehensively in the future, it is necessary to further develop existing separation methods. Combining two separation phases in gas or liquid chromatography theoretically multiplies the resolution. But which combination is most effective? To accelerate the method development in this field, Andreas Dunkel of Leibniz-LSB@TUM, under the leadership of the Technical University of Munich, first compared in silico different quality parameters of column combinations in 2D liquid chromatography. Then, the researchers used a combination of the three best methods to predict the optimal separation system for the human urine metabolome. Finally, they verified the performance of the system using real samples and were able to confirm their prediction.*

### Publikation/Publication:

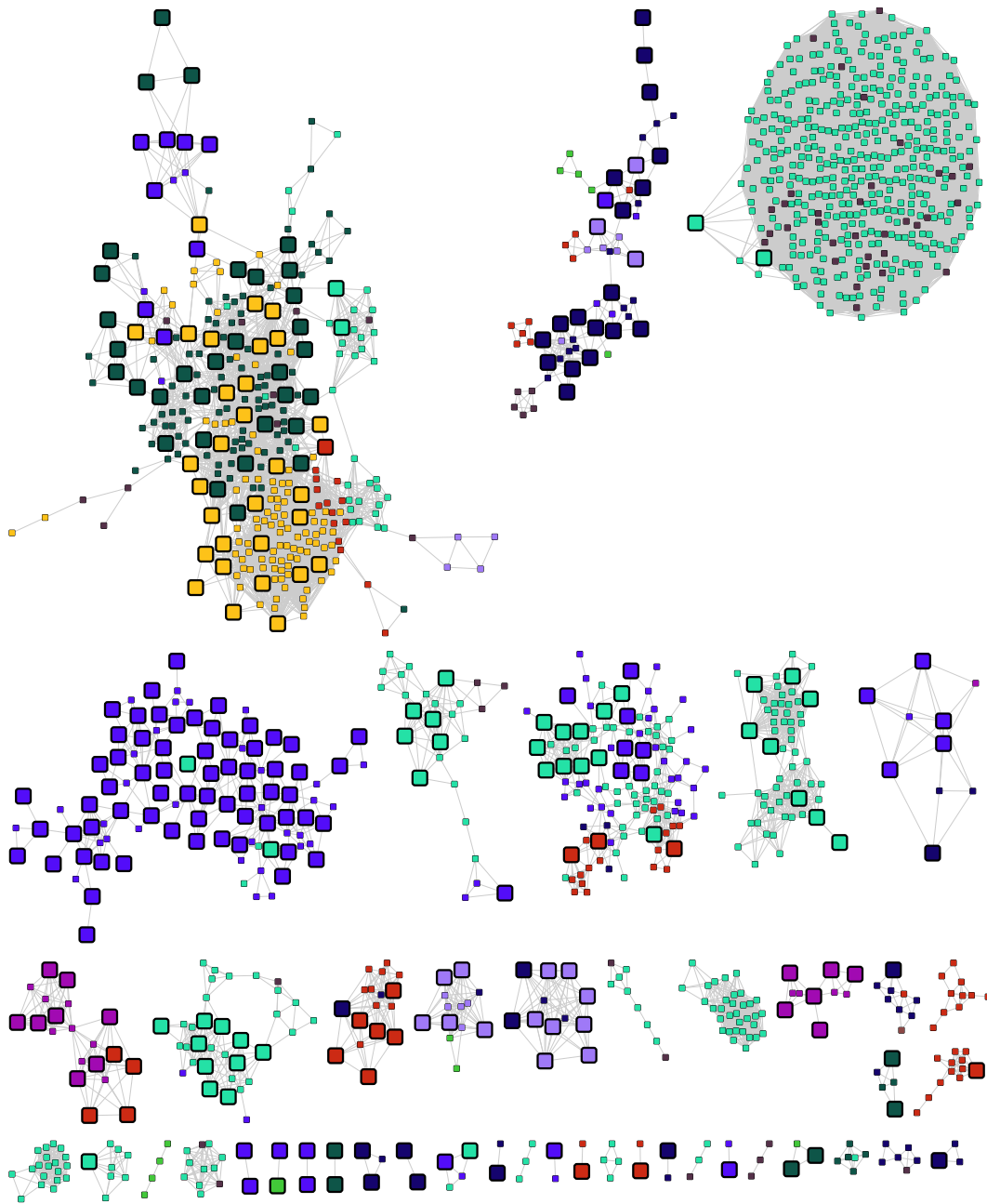
Grübner M, Dunkel A, Steiner F, Hofmann T (2021) Anal Chem, 93(37): 12565-12573, DOI: 10.1021/acs.analchem.1c01857. Systematic evaluation of liquid chromatography (LC) column combinations for application in two-dimensional LC metabolomic studies

### Schon gewusst?

Metabolomstudien dienen dazu, möglichst umfassend die Stoffwechselprodukte in einer Zelle oder einer Körperflüssigkeit wie Blut oder Urin zu analysieren und so spezifische Veränderungen im Metabolitenmuster zu identifizieren.

### Did you know that ...

... Metabolome studies are used to analyze as comprehensively as possible the metabolites in a cell or a body fluid such as blood or urine and thus identify specific changes in the metabolite pattern?



Ein Ziel unserer Forschung ist es, anhand von Metabolitenmustern den Einfluss von Lebensmitteln bzw. deren Inhaltsstoffsystemen auf die menschliche Gesundheit zu erforschen.

*One goal of our research is to use metabolite patterns to investigate the influence of foods or the networks of their bioactive compounds on human health.*

Andreas Dunkel, Leiter der Arbeitsgruppe *Integrative Food Systems Analysis*  
Andreas Dunkel, Head of the *Integrative Food Systems Analysis* research group

Chemisches Ähnlichkeitsnetzwerk von ~2.000 Urinmetaboliten. Jeder Knotenpunkt steht für eine chemische Verbindung. Abbildung: Andreas Dunkel

*Chemical similarity network of ~2,000 urine metabolites. Each node represents a chemical compound. Chemical superclasses are color-coded. Figure: Andreas Dunkel*

# Systembiologische Charakterisierung

*Characterization on a Systems Biology Level*



**Bioinformatische Methoden ermöglichen es, die komplexen Systeme von chemosensorisch aktiven Lebensmittelinhaltsstoffen und deren zugehörige Chemorezeptoren ganzheitlich zu charakterisieren und hierauf basierend umfassende Datenbanken zu erstellen. Diese Methoden sind eine wichtige Voraussetzung, um verlässliche Vorhersagemodelle zu entwickeln.**

*Bioinformatics methods make it possible to characterize the complex systems of chemosensory active food compounds and their associated chemoreceptors in a holistic manner and, based on this, to create comprehensive databases. These methods are an important prerequisite for developing reliable prediction models.*

# Weltkarte für Kakaogeschmack

Forschende der Technischen Universität München und Andreas Dunkel vom Leibniz-LSB@TUM haben eine neue Methode entwickelt, die es ermöglicht, Geschmacksprofile von Kakaoproben mit einem deutlich höheren Durchsatz präzise quantitativ zu charakterisieren.

Das neue Verfahren ist entlang der gesamten Wertschöpfungskette von Kakaobohnen bis zur Schokolade anwendbar. Es wird bereits von Firmen verwendet, um Produktionsprozesse sowie die Qualitätssicherung zu optimieren. Darüber hinaus legen die mit chemisch-analytischen und bioinformatischen Methoden gewonnenen Erkenntnisse den Grundstein für eine Weltkarte, in der umfassende Daten zu geschmacksrelevanten Kakao-Inhaltsstoffen verzeichnet sind. Die Weltkarte könnte künftig dabei helfen, die Rohstoffauswahl zu erleichtern, züchterische Strategien zu entwickeln sowie die Geschmacksprofile kakaohaltiger Produkte anhand molekularer Parameter vorher-sagbar zu machen.

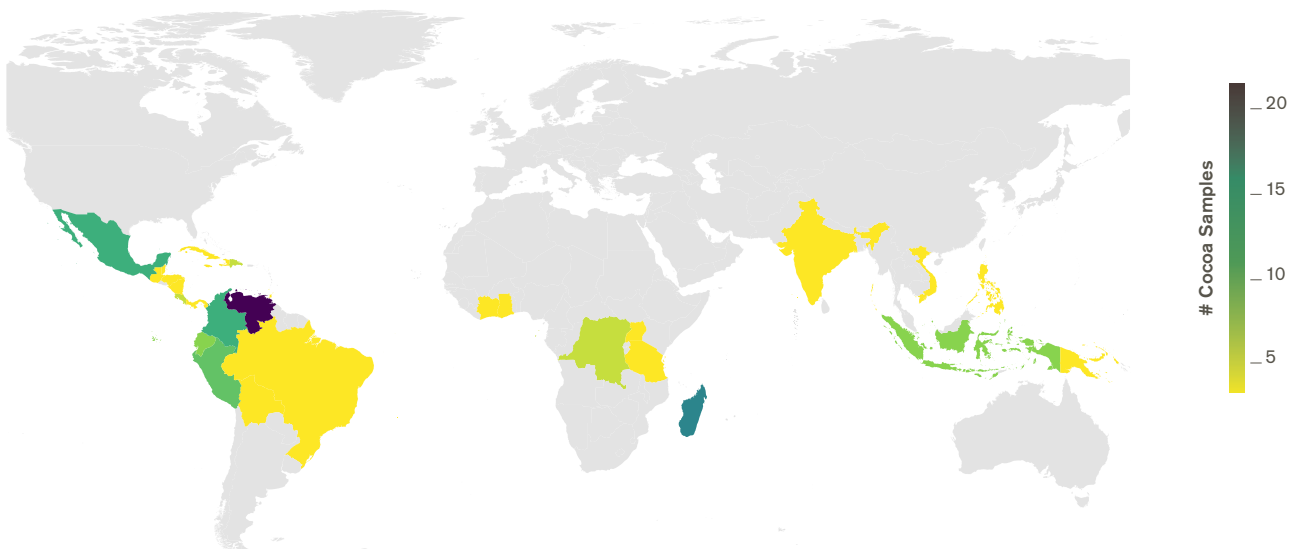
## Cocoa Flavor World Map

Researchers at the Technical University of Munich and Andreas Dunkel of the Leibniz-LSB@TUM have developed a new method that enables the precise quantitative characterization of the taste profile of cocoa samples with a much higher throughput. The new method can be applied along the entire value chain from cocoa beans to chocolate. This method is already being used by companies to optimize production processes and quality assurance. In addition, the findings obtained using chemical analytical and bioinformatics methods lay the foundation for a world map containing comprehensive data on flavor-relevant cocoa ingredients. In the future, this world map could help to facilitate the selection of raw materials, develop breeding strategies, and make the flavor profiles of cocoa-containing products predictable on the basis of molecular parameters.

### Publikation/Publication:

Kauz T., Dunkel A., Hofmann T. (2021) *J Agric Food Chem*, 69(29): 8200-8212, DOI: 10.1021/acs.jafc.1c01987.  
*High-throughput quantitation of key cocoa tastants by means of ultra-high-performance liquid chromatography tandem mass spectrometry and application to a global sample set*

- 📍 Kakaopflanze; Foto: Andreas Dunkel  
Cocoa plant; photo: Andreas Dunkel
- 📍 Kakao – Von der Pflanze bis zur Schokolade / Weltkarte der berücksichtigten Erzeugerländer; Abbildung: Andreas Dunkel  
Cocoa—From the plant to chocolate / world map of included producing countries; illustration: Andreas Dunkel





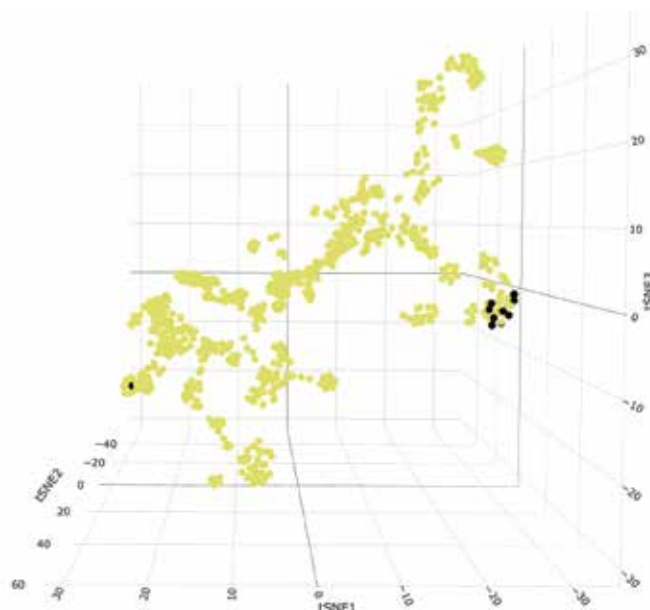
# Eine bemerkenswerte Gruppe von Bitterstoffen

Isohumulone sind die wichtigsten Hopfenbitterstoffe. Sie prägen nicht nur den Biergeschmack, sondern besitzen auch biomedizinisches Potential.

Um den molekularen Mechanismus der Bitterkeit von Isohumulonen zu charakterisieren, haben Dr. Antonella Di Pizio und Andreas Dunkel vom Leibniz-LSB@TUM mit bioinformatischen Methoden die Bindungsmodi von elf geschmacksrelevanten Isohumulonen und deren zugehörigen menschlichen Bitterrezeptoren untersucht und zudem eine Karte des chemischen Raums der Bitterstoffe erstellt. Die Studienergebnisse geben neue Einblicke in die molekularen Wechselwirkungen zwischen Isohumulonen und Rezeptorbindungsstellen. Ferner zeigen sie, dass die untersuchten Hopfenbitterstoffe in einer anderen Region des chemischen Raums angesiedelt sind als Stoffe, die für die Bitterkeit sonstiger Lebensmittel oder Arzneimittel verantwortlich sind. Dies macht Isohumulone zu einer bemerkenswerten Gruppe von Bitterstoffen. Eine Erkenntnis, die auch für die Suche nach therapeutischen Substanzen relevant ist.

## A Remarkable Group of Bitter Compounds

*Isohumulones are the most important hop bitter compounds. They not only elicit the characteristic taste of beer, but also have biomedical potential. To characterize the molecular basis of the bitterness of isohumulones, Dr. Antonella Di Pizio and Andreas Dunkel of the Leibniz-LSB@TUM used bioinformatics methods to investigate the binding modes between eleven flavor-relevant isohumulones and their corresponding human bitter taste receptors, and created a map of the chemical space of bitter compounds. The study results provide new insights into the molecular interactions between isohumulones and receptor binding sites. They also show that the hop*



④ *t-distributed stochastic neighbor embedding (t-SNE)*-Diagramm des chemischen Raums der in Lebens- und Arzneimitteln enthaltenen Bitterstoffe (gelb), die in der Studie untersuchten Hopfeninhaltsstoffe 1–11 sind schwarz eingefärbt.

*t-distributed stochastic neighbor embedding (t-SNE) plot of the bitter substances known from food and drugs (in yellow) chemical space, in the study investigated hop-derived compounds 1–11 are colored in black.*



<https://andreasdunkel.github.io/BitterChemicalSpace/>

*compounds studied are located in a different region of the chemical space than substances responsible for the bitterness of other foods or drugs. This makes isohumulones a remarkable group of bitter substances—a finding that is also relevant for the search for therapeutic substances.*

### Publikation/Publication:

Dunkel A, Hofmann T, Di Pizio A (2020) J Agric Food Chem, 68(38): 10414-10423, DOI: 10.1021/acs.jafc.9b07863.  
*In silico* investigation of bitter hop-derived compounds and their cognate bitter taste receptors

# Strukturmerkmale von Bitterstoffen charakterisiert

Experten gehen davon aus, dass viele Bindungspartner (Agonisten) der menschlichen Bitterrezeptoren (TAS2R) noch unbekannt sind.

Daher hat ein Forschungsteam um Dr. Antonella Di Pizio vom Leibniz-LSB@TUM und Prof. Dr. Angela Bassoli von der Universität Mailand in Italien mithilfe einer umfangreichen Literaturanalyse zunächst 133 bitter schmeckende Lebensmittelinhaltsstoffe erfasst, die zumindest *in vitro* 17 der ~25 menschlichen Rezeptortypen aktivieren. Anschließend führte das Team umfangreiche computergestützte *Scaffold-Decomposition*- und *Chemical-Space*-Analysen anhand der gefundenen Rezeptortyp-spezifischen, strukturellen Agonistenmerkmale durch. Die Ergebnisse liefern computergestützte Werkzeuge, die dabei helfen, Agonisten für spezifische Bitterrezeptortypen zu identifizieren. Sie tragen so zu einem ganzheitlichen Verständnis der Geschmackswahrnehmung von Lebensmittelsystemen bei.

## Publikation/Publication:

Bayer S, Mayer AI, Borgonovo G, Morini G, Di Pizio A, Bassoli A (2021) *J Agric Food Chem*, 69(46): 13916–13924, DOI: 10.1021/acs.jafc.1c05057. Cheminformatics view on bitter taste receptor agonists in food

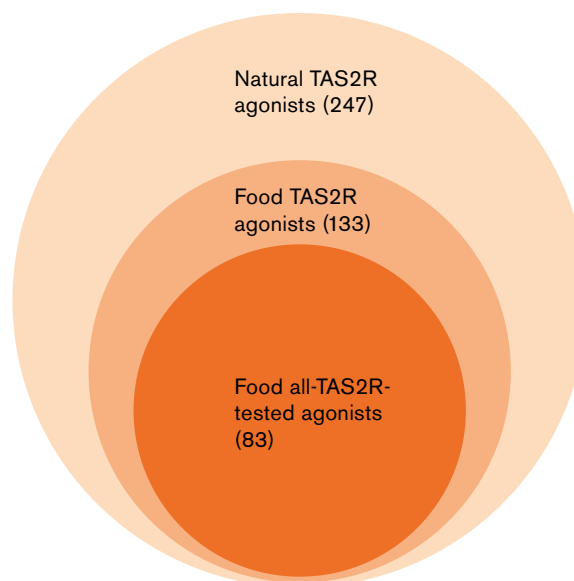
Verfügbare Datensätze unter:  
Available records at:



<https://fsbi-db.de/>



[https://github.com/dipizio/Natural\\_TAS2R\\_agonists](https://github.com/dipizio/Natural_TAS2R_agonists)



- Venn-Diagramm der drei in dieser Arbeit gesammelten und analysierten Datensätze: TAS2R-Agonisten aus natürlichen Quellen (in Hellorange), TAS2R-Agonisten aus Lebensmittelquellen (in Mittelorange) und TAS2R-Agonisten aus Lebensmittelquellen, die auf alle Bittergeschmacksrezeptoren getestet wurden (in Orange). Die Datensätze sind verfügbar unter [https://github.com/dipizio/Natural\\_TAS2R\\_agonists](https://github.com/dipizio/Natural_TAS2R_agonists) und unter <https://fsbi-db.de/flavordb/>.

*Venn diagram of the three datasets collected and analyzed in this work: TAS2R agonists from natural sources (in light orange), TAS2R agonists from food sources (in medium orange), and TAS2R agonists from food sources that were tested toward all bitter taste receptors (in orange). Datasets are available at [https://github.com/dipizio/Natural\\_TAS2R\\_agonists](https://github.com/dipizio/Natural_TAS2R_agonists) and at <https://fsbi-db.de/flavordb/>.*

## Structural Features of Bitter Compounds Characterized

*Experts believe that many binding partners (agonists) of the human bitter taste receptor (TAS2R) types are still unknown. Therefore, a research team led by Dr. Antonella Di Pizio of the Leibniz-LSB@TUM and Prof. Dr. Angela Bassoli of the University of Milan in Italy first used an extensive literature search to identify 133 bitter-tasting food ingredients that activate 17 of the ~25 human receptor types, at least in vitro. The team then performed extensive computational analyses (scaffold decomposition and chemical space analyses) of the receptor type-specific structural agonist features found. The results provide computational tools that could help discover agonists of specific bitter taste receptor types and contribute to a holistic understanding of how the taste of food systems is perceived.*

# Unsere (Infra)struktur *Our (Infra)structure*





---

**52 Technologie-Ressorts**  
***Technology Facilities***

Integriertes Datenmanagement  
*Integrated Data Management*

Analytische Technologien  
*Analytical Technologies*

Datenbanken  
*Databases*

---

**60 Ausbildungsprogramme**  
***Training Programs***

Ausbildungsprogramm für Promovierende  
*Training Program for Doctoral Candidates*

Ausbildungsprogramm für Postdocs  
*Training Program for Postdocs*

Promovierenden- und Postdoc-Vertretungen  
*PhD Student and Postdoc Representatives*

Interview mit Dr. Melanie Köhler  
*Interview with Dr. Melanie Köhler*

Interview mit Alessandro Nicoli  
*Interview with Alessandro Nicoli*

---

**74 Arbeitsgruppenleiterinnen und -leiter**  
***Heads of Working Groups***

**80 Geehrt und ausgezeichnet**  
***Honored and Awarded***

**82 Networking**  
***Networking***

**86 Presse- und Öffentlichkeitsarbeit**  
***Press and Public Relations***

**90 Kennzahlen**  
***Figures***

**92 Organigramm**  
***Organization Chart***

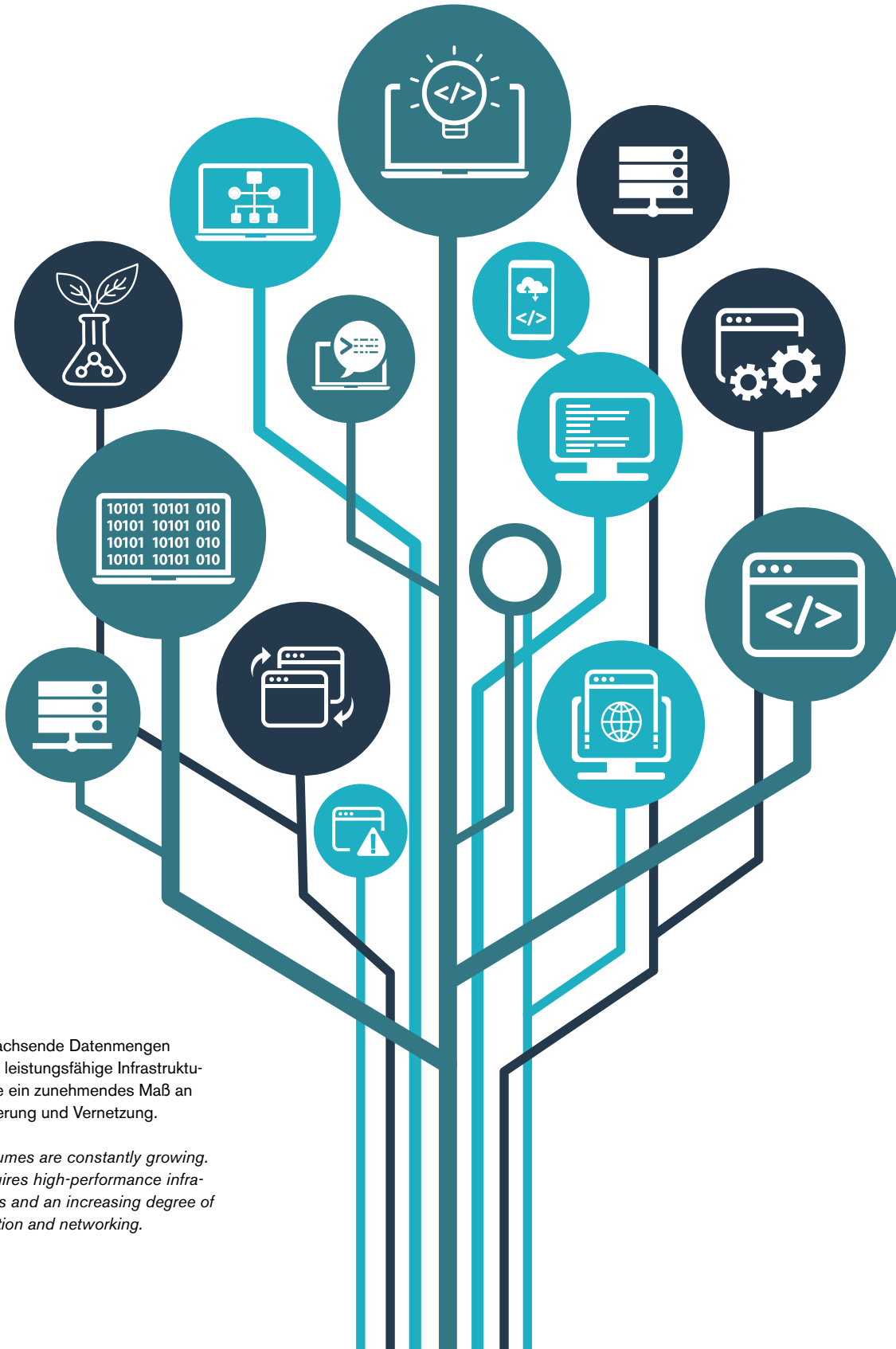
**94 Gremien**  
***Committees***

---

**96 Impressum**  
***Imprint***

# Technologie-Ressorts

## Technology Facilities



Stetig wachsende Datenmengen erfordern leistungsfähige Infrastrukturen sowie ein zunehmendes Maß an Digitalisierung und Vernetzung.

*Data volumes are constantly growing. This requires high-performance infrastructures and an increasing degree of digitalization and networking.*



## Integriertes Datenmanagement

Forschungsdaten sind Produkte der wissenschaftlichen Arbeiten am Institut und sind Basis jeden Erkenntnisgewinns. Das Volumen und die Komplexität der gewonnenen Forschungsdaten nimmt dabei stetig zu.

Eine wesentliche Bedeutung kommt daher dem qualitätsgesicherten Forschungsdatenmanagement zu, das am Leibniz-LSB@TUM durch das Ressort „Integriertes Datenmanagement“ sichergestellt wird. Das Ressort unterstützt die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Instituts bei der Planung und Durchführung von komplexen experimentellen Studien, der Erfassung, Dokumentation, Speicherung und integrativen Datenauswertung, der Wissensextrak-

tion und professionellen Visualisierung der Ergebnisse. Es entwickelt Strategien zur Erfassung, Speicherung, Aufbereitung und Verarbeitung der Daten und setzt diese um, indem es verschiedene Datenbanksysteme und Analyseprogramme verwendet. Das Ressort pflegt und verwaltet die Datenbestände des Instituts und stellt zudem die Funktionsbereitschaft der gesamten IT-Infrastruktur des Instituts sicher.



**Unser Ressort integriert die Techniken und Werkzeuge, die Forschende benötigen, um das Ziel FAIRer Forschungsdaten zu erreichen. FAIR steht für Auffindbarkeit, Zugänglichkeit, Interoperabilität und Wiederverwendbarkeit.**

***Our facility integrates the techniques and tools researchers need to achieve the goal of FAIR research data. FAIR stands for Findability, Accessibility, Interoperability, and Reusability.***

Dr. Jürgen Behr, Teilbereichsleiter des Ressorts Integriertes Datenmanagement

*Dr. Jürgen Behr, Head of the facility Integrated Data Management*

### ***Integrated Data Management***

*Research data are the products of scientific work at the Institute and form the basis of all knowledge gained. The volume and complexity of the research data obtained is constantly increasing.*

*Therefore, quality-assured research data management, which is ensured at the Leibniz-LSB@TUM by the core facility “Integrated Data Management,” is of major importance. This core facility supports the scientists of the Institute in the planning and execution of complex experimental studies, the acquisition, documentation, storage and integrative data evaluation, knowledge extraction, and professional visualization of the results. It develops strategies for the collection, storage, preparation, and processing of data and implements them using various database systems and analysis programs. The core facility manages and administers the data records of the Institute, and ensures the functional integrity of the entire IT infrastructure of the Institute.*

## Analytische Technologien

Das Ressort Analytische Technologien bündelt als integrierte Kernressource die Hochleistungstechnologien des Leibniz-LSB@TUM. Diese sind sämtlichen Sektionen des Instituts zugänglich und werden auch innerhalb externer Kooperationsprojekte genutzt:

- Ultrahochleistungs-Flüssigkeitschromatographie-Massenspektrometrie
- Massenspektrometrie mit induktiv gekoppeltem Plasma und Laserablation
- Gaschromatographie-Massenspektrometrie (ein- und zweidimensional)
- Kernresonanzspektroskopie
- Zell-basiertes Hochdurchsatzscreening
- Imaging-Technologien
- Humansensorisches Labor

Das Ressort bietet Fachkompetenz, Trainings- und Kooperationsmöglichkeiten. Es leistet einen nachhaltigen technologischen Beitrag zum Erfolg interdisziplinärer Forschungsprojekte und ermöglicht eine Maximierung des wissenschaftlichen Fortschritts.

## Datenbanken

Um die nationale und internationale Sichtbarkeit sowie die Bedeutung des Instituts im wissenschaftlichen und nicht-wissenschaftlichen Umfeld zu stärken, wurde das neue Ressort „Datenbanken“ eingerichtet.

Dieses Ressort entwickelt, bündelt und vernetzt die drei Datenbanken des Leibniz-LSB@TUM. Zu diesen gehören die Nährwert-Tabellen „Souci-Fachmann-Kraut“ (SFK), die *Leibniz-LSB@TUM Odorant Database* sowie die *Leibniz-LSB@TUM Food Systems Biology Database (FSBI-DB)*. Ziel des Ressorts ist es, geeignete Kommunikationsstrukturen zu

## *Analytical Technologies*

*As an integrative resource, the core facility Analytical Technologies bundles Leibniz-LSB@TUM's high-performance technologies that are accessible to all sections of the Institute and can also be used within external cooperation projects:*

- *Ultra-high-performance liquid chromatography-mass spectrometry*
- *Inductively coupled plasma mass spectrometry*
- *Gas chromatography-mass spectrometry (one- and two-dimensional)*
- *Nuclear magnetic resonance spectroscopy*
- *Cell-based high-throughput screening*
- *Imaging technologies*
- *Laboratory for human sensory analysis*

*This core facility offers training, professional competence, and opportunities for collaborations. It provides a significant technological contribution to the success of the Institute's interdisciplinary research projects and fosters scientific progress.*

entwickeln und bereitzustellen, die den Transfer der am Leibniz-LSB@TUM generierten und gesammelten wissenschaftlichen Daten in die Praxis beschleunigen und somit die inter- und transdisziplinäre Lebensmittelforschung fördern. Dies umfasst sowohl industrielle, wissenschaftliche als auch gesellschaftliche Anwendungsbereiche.



📍 Humansensorisches Labor  
*Laboratory for Human Sensory Analysis*

### **Databases**

*In order to strengthen the national and international visibility as well as the importance of the Institute in the scientific and non-scientific environment, the new core facility "Databases" was established. It develops, bundles, and networks the three databases of the Leibniz-LSB@TUM. These include the "Souci-Fachmann-Kraut" (SFK) Food and Nutrition Tables, the Leibniz-LSB@TUM Odorant Database, and the Leibniz-LSB@TUM Food Systems Biology Database (FSBI-DB).*

*The aim of the core facility is to develop and provide suitable communication structures that accelerate the transfer of scientific data generated and collected at the Leibniz-LSB@TUM into practice and thus promote inter- and transdisciplinary food research. This includes industrial, scientific, as well as societal application areas.*



**Die drei Technologie-Ressorts stehen allen Arbeitsgruppen am Leibniz-LSB@TUM zur Verfügung und unterstützen sie bei deren Forschung.**

***The three technology facilities are available to all research groups at Leibniz-LSB@TUM to assist them with their research.***

Prof. Dr. Veronika Somoza, (Direktorin/Director)



## Nährwert-Tabellen-SFK

Die im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) erstellten Nährwert-Tabellen „Souci-Fachmann-Kraut“ (SFK) sind ein bedeutendes Standardwerk für Nährwertdaten und Lebensmittelinhaltsstoffe. Sie stehen auch als Webanwendung mit diversen Suchfunktionen zur Verfügung.

Um Forschungsdaten für Verbraucherinnen und Verbraucher für den täglichen Gebrauch zur Verfügung zu stellen, erscheint neben der vollständigen, gedruckten Tabellen-Sammlung auch der beliebte „Kleine Souci-Fachmann-Kraut“.

### Was bietet die Lebensmitteldatenbank?

Die Datenbank (SFK.Online) enthält Nährwertdaten von mehr als 800 Lebensmitteln mit Angaben zu über 300 verschiedenen Inhaltsstoffen (z. B. bioaktive Substanzen, Fettsäuren, Gluten). Die Lebensmittelauswahl beschränkt sich auf pflanzliche und tierische Lebensmittelrohstoffe, Produkte mit konstanten Rezepturen, Grundnahrungsmittel sowie Produkte mit nahem Bezug zu den Rohstoffen, z. B. getrocknete Lebensmittel.

Das Institut aktualisiert und erweitert die Datenbank kontinuierlich durch die Auswertung aktueller wissenschaftlicher Publikationen und Ergebnisse eigener Lebensmittelanalysen. Bei der Aufnahme neuer Lebensmittel berücksichtigt das Institut veränderte Verzehrgeohnheiten der Bevölkerung sowie Erkenntnisse der Ernährungs- und Lebensmittelwissenschaften.

### Food Composition and Nutrition Tables

*The "Souci-Fachmann-Kraut" Food Composition and Nutrition Tables (SFK), which were commissioned by the German Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL), are an important reference book for nutritional data and food ingredients. They are also available as a modern web application with various search functions. In order to provide consumers with data for their daily use, the popular compendium "Kleiner Souci-Fachmann-Kraut" has been published in addition to the complete, printed collection of tables.*

### What does the food database offer?

*The database (SFK.Online) contains nutritional data on more than 800 foods with information on over 300 different ingredients (e.g., bioactive substances, fatty acids, gluten). The food selection is limited to plant and animal food raw materials, products with constant recipes, basic foods as well as products with a close relation to the raw materials, e.g., dried foods.*

*The Institute continuously updates and expands the database by evaluating current scientific publications and by own data from food composition analyses. When adding new foods, the Institute takes into account changes in the consumption habits of the population as well as current findings in nutrition and food science.*



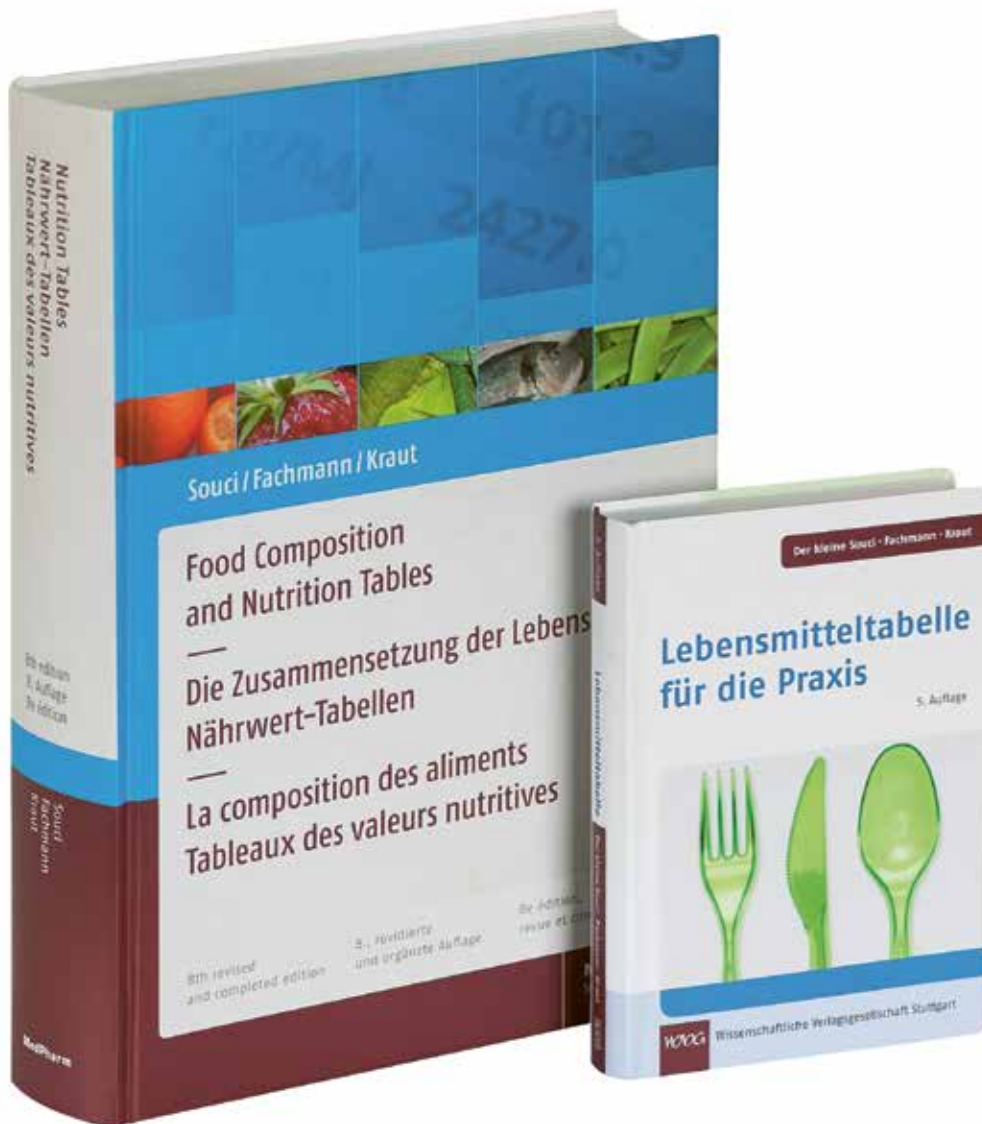
**Ansprechpartnerin für den SFK  
am Leibniz-LSB@TUM**

**SFK contact person  
at Leibniz-LSB@TUM**

Dr. Petra Steinhaus  
p.steinhaus.leibniz-lsb@tum.de



<https://info.sfk.online/>



- Neben der Webanwendung der Datenbank sind das gedruckte Tabellenwerk Souci-Fachmann-Kraut „Die Zusammensetzung der Lebensmittel“ (8. Auflage) und als Auszug der sogenannte Kleine Souci-Fachmann-Kraut (5. Auflage) verfügbar. Letzterer ist als handliches Nachschlagewerk für den täglichen Gebrauch gedacht.

*In addition to the web application of the database, the printed collection of the Souci-Fachmann-Kraut tables “Die Zusammensetzung der Lebensmittel” (8<sup>th</sup> edition) and, as an excerpt, the compendium the “Kleine Souci-Fachmann-Kraut” (5<sup>th</sup> edition) are available. The compendium is intended as a handy reference book for everyday use.*



**Das Institut aktualisiert und erweitert seine Datenbanken kontinuierlich durch die Auswertung aktueller wissenschaftlicher Publikationen.**

***The Institute continuously updates and expands its databases by evaluating current scientific publications.***

Prof. Dr. Veronika Somoza (Direktorin/Director)

## **Leibniz-LSB@TUM Odorant Database**

Die Leibniz-LSB@TUM Geruchsstoffdatenbank enthält wissenschaftlich fundierte Daten zu mehr als 1.700 Geruchsstoffen.

Diese Datenbank hilft Forschenden dabei, natürlich vorkommende Substanzen zu identifizieren, die zum Aroma von Lebensmitteln beitragen. Sie listet relevante chemisch-analytische und sensorische Eigenschaften von Geruchsstoffen auf und informiert über das Vorkommen dieser Substanzen in Lebensmitteln und ihren Rohstoffen.

### **Leibniz-LSB@TUM Odorant Database**

*The Leibniz-LSB@TUM Odorant Database contains scientifically substantiated data on more than 1,700 odorants. It helps researchers to identify naturally occurring substances that contribute to the aroma of food.*

*This database lists relevant chemical-analytical and sensory properties of the odorants and provides information on the occurrence of the substances in foods and their raw materials.*



#### **Kontakt/Contact**

odb.leibniz-lsb@tum.de

<https://www.leibniz-lsb.de/datenbanken/leibniz-lsb-tum-odorant-database/start/>

## **Leibniz-LSB@TUM Food Systems Biology Database**

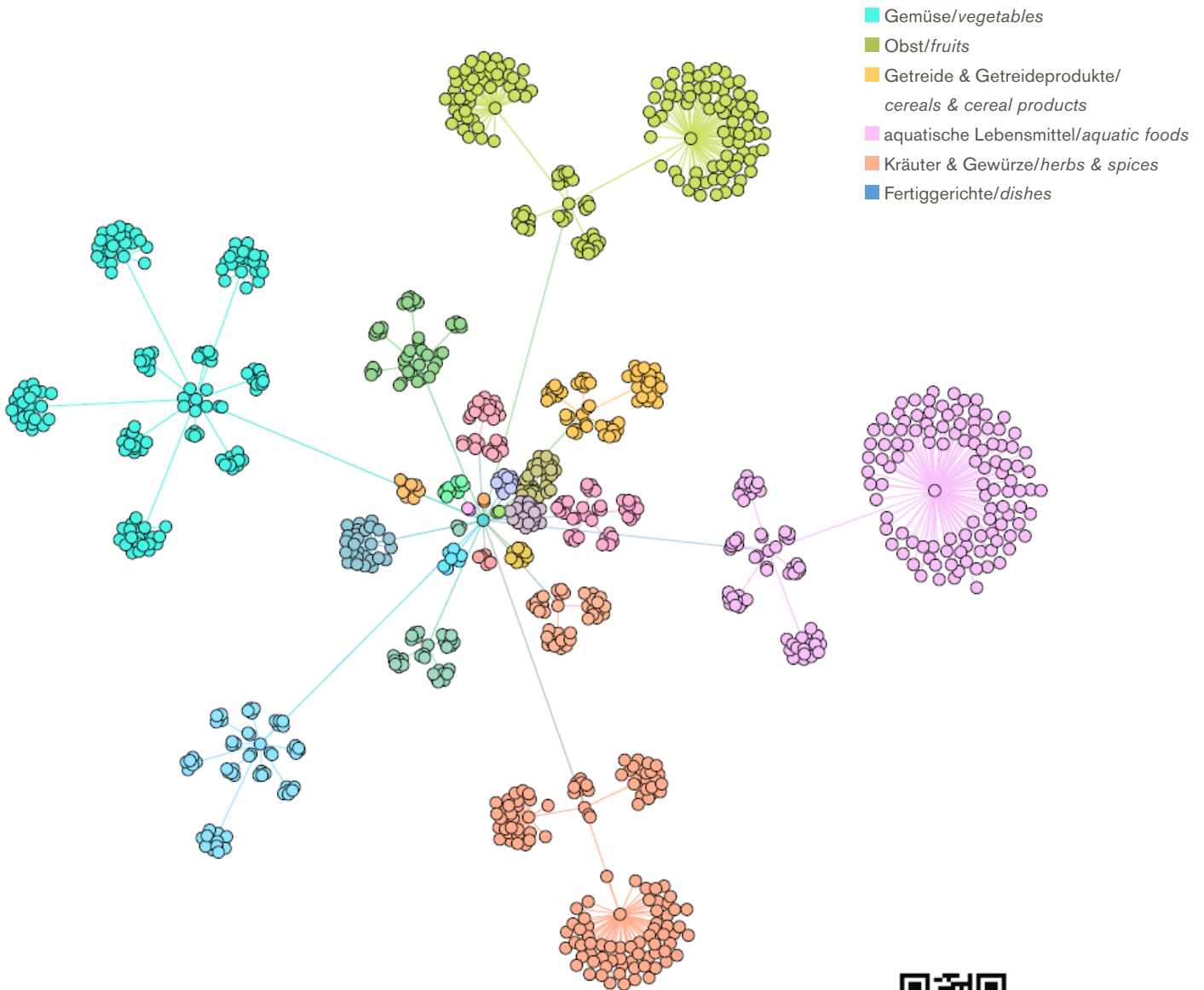
Die Lebensmittel-Systembiologie-Datenbank (FSBI-DB) enthält Informationen über sensorisch aktive Substanzen, deren Vorkommen in Lebensmitteln sowie über deren chemorezeptorabhängige Wirkungen auf den menschlichen Organismus.

Die Daten dieser kuratierten Plattform stammen unter anderem aus eigenen wissenschaftlichen Veröffentlichungen. Sie können mithilfe verschiedener Analyse- und Suchfunktionen gruppiert und gefiltert werden.

Neben einer einfachen Textsuche nach einzelnen Verbindungen, Lebensmitteln, Rezeptoren und sensorischen Qualitäten bietet diese Datenbank auch die Suche nach chemischen Substrukturen und strukturell verwandten Molekülen in chemischen Ähnlichkeitsnetzwerken an. Ebenso ermöglicht sie einen strukturierten Zugang zu diesen Daten mittels Lebensmittel- und Chemorezeptor-Taxonomieebenen.

Zu den wichtigsten Informationen der Datenbank gehören Angaben zu den psychophysikalischen Schwellenwerten der sensorisch aktiven Substanzen beim Menschen, zu deren Konzentrationen und Aktivitäten in Lebensmitteln, zu deren Toxizität sowie zu deren Aktivierungsmustern von Geschmacks- und Geruchsrezeptoren mit Wirkung auf den menschlichen Organismus.

Die Datenbank ist frei zugänglich und ist als responsive Website auf allen modernen stationären und mobilen Endgeräten nutzbar.



Lebensmittel-Taxonomiebaum, Grafik: Andreas Dunkel  
Taxonomic tree of food items, graphic: Andreas Dunkel



<https://fsbi-db.de/>

### Food Systems Biology Database

The Food Systems Biology Database (FSBI-DB) compiles information about sensory-active compounds, their occurrence in foods, and their associated chemoreceptors. The raw data is obtained from the Institute's own scientific publications, among other sources. Information from the curated platform can be retrieved and filtered by various search and analysis tools.

Besides a basic text search for individual compounds, foods, receptors, and sensory qualities, the platform offers advanced query and analysis options such as searching for chemical substructures and structurally related molecules by chemical similarity networks.

In addition, the database offers a structured access to appropriate information by means of taxonomic trees of food items and chemoreceptors. Key information in the database includes data on the psychophysical thresholds of sensory active compounds in humans, their concentrations in foods, their toxicity, as well as their activation patterns of taste and odor receptors with consequences for the human metabolism.

The FSBI-DB is an open-access platform and was designed using responsive web design to enable direct use from any modern stationary or mobile device.

# Ausbildungsprogramme

Das Leibniz-LSB@TUM ist eine der führenden wissenschaftlichen Einrichtungen im Bereich der molekularen Lebensmittel- und Ernährungsforschung. Ein wichtiges Element seiner strategischen Ausrichtung ist die zukunftsorientierte Nachwuchsförderung. Neben Bachelor- und Masterarbeiten bietet das Institut umfassende Ausbildungsmöglichkeiten für Promovierende und Postdocs an, wobei es eng mit der Technischen Universität München (TUM) zusammenarbeitet.

## **Ausbildungsprogramm für Promovierende**

Generell nehmen alle Promovierenden an der *TUM Graduate School* teil, sodass ein exzellentes, strukturiertes Fortbildungsprogramm sowie Angebote für überfachliche Weiterbildungen die Individualpromotion ergänzen. Zudem bietet das *Leibniz PhD Network* vielfältige Möglichkeiten für die überregionale Vernetzung sowie einen intensiven inter- und transdisziplinären Austausch. Nicht zuletzt fördert das Institut in Kooperation mit der Leibniz-Gemeinschaft und Fachgesellschaften wie der Gesellschaft Deutscher Chemiker oder der *American Chemical Society* die Teilnahme an nationalen und internationalen Konferenzen sowie Workshops. Das Institut ermöglicht somit ein Umfeld, in dem wissenschaftlicher Erkenntnisgewinn und berufliche Qualifikation optimal ineinandergreifen.

## **Ausbildungsprogramm für Postdocs**

Im Vordergrund des Ausbildungsprogramms steht die wissenschaftliche Profilbildung mit dem Fernziel einer Berufung auf eine Professur. Dies bedeutet eigene Drittmittel einzuwerben, die erarbeiteten Ergebnisse federführend und hochrangig zu publizieren und auf internationalen Konferenzen zu präsentieren. Jährliche Entwicklungsgespräche dienen dazu, die notwendigen Ziele und Meilensteine für den Abschluss einer angestrebten Habilitation oder von habilitationsäquivalenten Leistungen in einem

angestrebten Zeitrahmen von sechs Jahren festzulegen und zu erreichen. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sind zudem in enger Zusammenarbeit mit der TUM aktiv in die Lehre von Studierenden eingebunden. Darüber hinaus haben sie Zugang zu Förderprogrammen für Auslandsaufenthalte, zum Weiterbildungsangebot der TUM Graduate School sowie zu den Förderprogrammen der Leibniz-Gemeinschaft.



Arbeiten am konfokalen Laserscanning-Mikroskop  
*Working on the confocal laser scanning microscope*



← Doktorandinnen im Labor  
Doctoral students in the  
laboratory

## **Training Programs**

*The Leibniz-LSB@TUM is one of the leading organizations for basic research in the field of molecular food and nutrition research. An important element of its strategic direction is the future-oriented promotion of young talents. In addition to bachelor and master theses, the Institute offers extensive training opportunities for doctoral candidates and postdocs, working closely with the Technical University of Munich (TUM).*

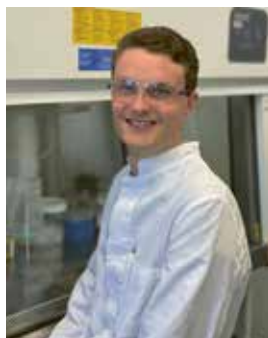
### **Training Program for Doctoral Candidates**

*In general, all doctoral candidates take part in the TUM Graduate School, which offers an excellent and structured advanced training program as well as inter- and transdisciplinary advanced training complementary to the individual doctorate program. In addition, the Leibniz PhD Network offers a plethora of opportunities for supra-regional networking and intensive professional exchange. Last but not least, in cooperation with the Leibniz Association and specialist societies such as the Society of German Chemists (Gesellschaft Deutscher Chemiker) or the American Chemical Society, the Institute promotes participation in national and international conferences and workshops. Thereby, the Institute enables an environment in which the acquisition of scientific knowledge and professional qualifications optimally interlock.*

### **Training Program for Postdocs**

*The focus of the training program is on building a scientific profile enabling the long-term goal of an appointment to a professorship. This means acquiring independent third-party funding, publishing research in leading and high-ranking journals, and presenting results at international conferences. Annual development talks serve to set and achieve the goals and milestones necessary to complete a habilitation or habilitation-equivalent achievement within a targeted six-year timeframe. The scientists are also actively involved in teaching students in close cooperation with TUM. In addition, they have access to funding programs for stays abroad, to the continuing education programs of the TUM Graduate School, and to the support programs of the Leibniz Association.*

## Promovierendenvertretung am Leibniz-LSB@TUM



### **Franziska Krause, Sektion I**

Arbeitsgruppe/Research Group:  
*Food Metabolome Chemistry*

### **Phil Richter, Sektion II**

Arbeitsgruppe/Research Group:  
*Metabolic Function & Biosignals*

Franziska Krause und Phil Richter vertreten aktuell die Promovierenden am Leibniz-LSB@TUM. Sie halten die Doktorandinnen und Doktoranden am Institut zu aktuellen Themen und Plänen des *Leibniz PhD Networks* auf dem Laufenden und unterstützen sie, sollten einmal Probleme oder Sorgen am Arbeitsplatz auftreten. Außerdem sind beide offen für neue Ideen und Vorschläge, um das Arbeitsumfeld für Promovierende am Leibniz-LSB@TUM noch besser zu gestalten. Auch allen, die sich für eine Promotion am Leibniz-LSB@TUM interessieren und Fragen zu diesem Thema haben, helfen sie als erste Anlaufstelle gern weiter.

### **PhD Student Representatives at Leibniz-LSB@TUM**

*Franziska Krause and Phil Richter are the current PhD student representatives at the Leibniz-LSB@TUM. They keep the PhD students at the Institute up to date on current topics and plans of the Leibniz PhD Network and support them in case any problems or concerns arise at work. In addition, both are open to new ideas and suggestions to make the working environment for PhD students at the Leibniz-LSB@TUM even better. As a first point of contact, they are also happy to help anyone who is interested in pursuing a PhD at Leibniz-LSB@TUM and has questions on this topic.*

Kontakt/Contact:

phd.rep.leibniz-lsb@tum.de

## Postdoc-Vertretung am Leibniz-LSB@TUM



### **Dr. Maya Giridhar, Sektion I**

Arbeitsgruppe/Research Group:  
*Transcriptome & Proteome Profiling*

### **Dr. Philip Pirkwieser, Sektion II**

Arbeitsgruppe/Research Group:  
*Metabolic Function & Biosignals*

Dr. Maya Giridhar und Dr. Philip Pirkwieser vertreten die Postdocs am Leibniz-LSB@TUM. Sie informieren über aktuelle Themen des *Leibniz Postdoc Networks* (<https://leibniz-postdoc.de/>) sowie dessen zahlreiche Workshops und Veranstaltungen. Angehenden Postdocs am Leibniz-LSB@TUM stehen sie zudem gern als erste Anlaufstelle für Fragen zum Arbeitsbeginn zur Verfügung.

### **Postdoc Representatives at Leibniz-LSB@TUM**

*Dr. Maya Giridhar and Dr. Philip Pirkwieser are the postdoc representatives at the Leibniz-LSB@TUM. They inform about current topics of the Leibniz Postdoc Network (<https://leibniz-postdoc.de/>) as well as its numerous workshops and events. Prospective postdocs at the Leibniz-LSB@TUM are also welcome to contact them for questions regarding the start of their work.*

Kontakt/Contact:

postdoc.rep.leibniz-lsb@tum.de

# Interviews mit Nachwuchstalenten



📍 Dr. Melanie Köhler



### Zur Person

Melanie Köhler, Jahrgang 1988, ist im Landkreis Rosenheim aufgewachsen und erhielt ihr Ingenieur-Diplom (*Master of Science*) an der Fachhochschule Oberösterreich, Campus Linz, Österreich im Bereich „*Medical Engineering*“. Ihren Dokortitel erwarb sie mit einer Arbeit zum Thema: „*Single molecular binding studies of purine nucleotides to mitochondrial uncoupling proteins explored by recognition imaging and force spectroscopy*“ am Institut für Biophysik der Johannes Kepler Universität in Linz, Österreich. Danach wechselte sie Ende 2016 an die Universität UCLouvain in Belgien, wo sie als Postdoc tätig war und mittels Rasterkraftmikroskopie untersucht hat, über welche molekularen Mechanismen verschiedene Virenarten an die Oberfläche von Zellen binden. Seit Juni 2022 leitet sie die Nachwuchsgruppe *Mechanoreceptors* am Leibniz-LSB@TUM.

### Auszeichnungen

Hochrangige Forschungsstipendien zeichnen die Arbeit von Dr. Melanie Köhler aus. Hierzu zählen das Erwin-Schrödinger-Auslandsstipendium des Österreichischen Wissenschaftsfonds (FWF) in 2017, ein nachfolgendes Postdoc-Stipendium des *Fonds de la Recherche Scientifique (FNRS)*, Belgien im Jahr 2020, sowie ein in 2021 im Rahmen des Leibniz-Wettbewerbes "*Best minds*" eingeworbenes Stipendium des Förderprogramms *Leibniz-Junior Research Group*.

### Was hat Sie dazu bewogen, Diplom-Ingenieurin zu werden? Und warum haben Sie hierzu in Österreich studiert und promoviert?

Schon während meiner Schulzeit war ich sehr an Naturwissenschaften interessiert und habe auch mein Fachabitur im technisch-naturwissenschaftlichen Zweig an der Fachoberschule Rosenheim absolviert. In Kombination mit meinem Interesse an den Gesundheitswissenschaften war das Bachelorstudium der Physikalischen Technik an der Fachhochschule Zwickau und später das Master-

studium der Medizintechnik mit dem Ziel Diplom-Ingenieurin die perfekte Wahl. Für mein Masterstudium und die anschließende Promotion hat es mich nach Linz in Österreich verschlagen, da dort das Studienangebot herausragend war und der Ruf der Bildungs- und Forschungseinrichtungen hervorragend ist.

### Sie haben sich von Anfang an auf die biologische Rasterkraftmikroskopie spezialisiert. Was ist das Besondere an dieser Art Mikroskopie?

Rastertunnelmikroskope können nur elektrisch leitfähige Materialien abbilden. Diese Einschränkung gilt nicht für Rasterkraftmikroskope, die im Englischen *Atomic Force Microscope* oder kurz AFM heißen. Dies macht sie so besonders. Messungen können bei unterschiedlichen Temperaturen oder in äußeren Magnetfeldern durchgeführt werden, den Möglichkeiten sind kaum Grenzen gesetzt. Das ist vor allem für biologische Anwendungen vorteilhaft, da Proben in einer naturähnlichen Umgebung untersucht werden können.

### Wie genau funktioniert diese Art der Mikroskopie?

Das Prinzip eines AFMs ist denkbar einfach. Im einfachsten Fall liegt die Sonde auf der Probe wie die Nadel eines Schallplattenspielers auf einer Schallplatte. Die Sonde ist am Ende eines Federbalkens befestigt. Wenn die Sonde über das Oberflächenrelief einer biologischen Probe rastert, werden die winzigen Auslenkungen des Federbalkens mit einem Laserstrahl detektiert. Aus der Auslenkung des Federbalkens werden dann die mikroskopischen Bilder rekonstruiert. Durch die verschiedenen „Tastsinne“ des Rasterkraftmikroskops können neben der Topografie einer Oberfläche auch diverse Probeneigenschaften vermessen werden, beispielsweise die mechanische Härte, Elastizität oder Adhäsion, das heißt, die „Klebrigkeit“ einer Probe und Einiges mehr.

### Wozu verwenden Sie das AFM?

In meiner Forschungsgruppe verwende ich das Mikroskop nicht nur zum „Sehen durch Tasten“, sondern auch als „Angel“, um „Moleküle zu fischen“. Mithilfe spezieller Polymerketten können einzelne Moleküle bis hin zu Viren oder Zellen an die Messspitze befestigt werden, die als Köder für andere Moleküle, wie zum Beispiel Rezeptoren, dienen, die auf der Oberfläche einer zu untersuchenden Zelle sitzen. Mithilfe des AFMs kann ich dann die Bindungsenergie und die Wechselwirkungen zwischen „Köder“ und „geangeltem Molekül“ erforschen und so Aussagen über deren Wirkungsmechanismus treffen.

Ebenfalls benutze ich den Federbalken, um mechanischen Druck auf Zellen auszuüben und auf diese Weise Mechanorezeptoren, die u. a. in der Vermittlung unseres Mundgefühls beim Kauen von Lebensmitteln involviert sind, zu aktivieren und deren zelluläre Signalantwort zu studieren. Mittlerweile, durch jahrelange Weiterentwicklungen, können einzelne Atome abgebildet und Bindungskräfte im Pico-Newton-Bereich gemessen werden.

**Nach Ihrer Promotion sind Sie nach Belgien an die UCLouvain und dort ans Institut für Biomolekulare Wissenschaft und Technologie (LIBST) in das Nano-Biophysik Labor gegangen. Was hat Sie zu diesem Schritt bewegt?**

Um meine akademische und persönliche Weiterentwicklung voranzutreiben, wollte ich nach meiner Promotion gerne ins nicht-deutschsprachige Ausland. Ich habe die steile und erfolgreiche Karriere meines damaligen Chefs, Prof. Dr. David Alsteens, seit Anfang meiner akademischen Laufbahn verfolgt. Als er dann Anfang 2016 nach einem zweijährigen Forschungsaufenthalt an der ETH Zürich an die UCLouvain zurückkehrte und sein eigenes Team aufgebaut hat, habe ich die Chance ergriffen und mich beworben. Seit Beginn meiner wissenschaftlichen Karriere vor nun mehr 10 Jahren hatte ich das riesengroße Glück, zwei großartige Mentoren zu haben, die mich unermüdlich gefördert, motiviert und geleitet haben, und mir immer mit Rat und Tat zur Seite standen. Ohne meinen Doktorvater, Prof. Dr. Peter Hinterdorfer, und Prof. Dr. David Alsteens wäre ich nicht die Wissenschaftlerin, die ich heute bin.

**Haben Sie für Ihre damaligen Forschungsarbeiten ein Stipendium erhalten?**

Ja, dank der Unterstützung meiner beiden Mentoren, hatte ich zunächst ein dreijähriges Auslands-Forschungsstipendium des österreichischen Wissenschaftsfonds FWF erhalten, das sogenannte Schrödingerstipendium, um meine Karriere als Postdoc zu starten. Seit Ende 2020 war ich dann Empfängerin des renommierten Postdoc-Forschungsstipendiums des belgischen Wissenschaftsfonds *Fonds de la Recherche Scientifique*, um meine Arbeit über die Interaktionen zwischen Zelloberflächen-Rezeptoren und Viren fortzusetzen.

**Wie sind Sie auf die innovative Idee gekommen, Biophysik mit Lebensmittelwissenschaften zu kombinieren?**

Meiner Meinung nach braucht es neben Ehrgeiz, Motivation, Kollaboration, Führung und Teamwork innovative und manchmal auch unkonventionelle Ideen, um eine erfolgreiche, akademische Laufbahn einzuschlagen und einen „Fußabdruck“ zu hinterlassen. Das Streben nach einer Habilitation und späteren Professur in einem hart umkämpften Feld der Lebenswissenschaften, damit meine ich den Schwerpunkt Biophysik, zusammen mit meinem persönlichen Interesse an einer gesunden Ernährung, nachhaltig produzierten Lebensmitteln sowie den Auswirkungen der Nahrungsauswahl auf die Umwelt, hat mich auf die Idee gebracht, Rasterkraftmikroskopie und andere biophysikalische Methoden mit lebensmittelchemischer Forschung zu kombinieren. Insbesondere, um die bisher praktisch unerforschten, molekularen Mechanismen zu ergründen, die die Texturwahrnehmung und somit das Mundgefühl eines Nahrungsmittels bestimmen.

**Welche Forschungsthemen standen für Sie während Ihrer Postdoc-Zeit im Fokus? An was haben Sie konkret gearbeitet und was war Ihr interessantestes Ergebnis?**

Nicht nur die damalige globale Lage, sondern auch ein Großteil meiner Postdoc-Zeit stand ganz im Fokus der Viren. Bevor ein Virus in die Wirtszelle eindringen und sich reproduzieren kann, muss er an die Zelle „andocken“. Ich untersuche hierbei mithilfe des AFMs die virusspezifischen Zellrezeptoren, die in diesen Prozess involviert sind und mit welchen Molekülen das Andocken an die Wirtszelle verstärkt oder inhibiert werden kann. Im Falle der Reoviren ist beispielsweise ein stärkeres, vermehrtes Andocken an die Zelle erwünscht, da diese Viren onkolytische, das heißt, krebstötende Eigenschaften besitzen. Hier haben wir zum Beispiel herausgefunden, dass Sialinsäuremoleküle das Anhaften dieser Viren verstärken, wodurch Krebszellen effizienter getötet werden. Erste klinische Studien sind bereits vielversprechend. Die Methodik haben wir patentrechtlich schützen lassen. Im Falle von Coronaviren haben wir die biophysikalischen Eigenschaften der Wechselwirkung zwischen deren Spikeprotein und dem spezifischen ACE2-Rezeptor untersucht. Basierend auf diesen Ergebnissen haben wir spezielle Peptide designt, die das Anhaften der Coronaviren an die Zelloberfläche hemmen.

**Sie haben nun mithilfe des Leibniz-Förderprogramms „Leibniz-Junior Research Group“ die Möglichkeit erhalten, nach Deutschland zurückzukehren und eine eigene Nachwuchsgruppe am Leibniz-LSB@TUM aufzubauen. Wie ist es dazu gekommen?**

Ich habe die Arbeit der Leibniz-Institute, speziell die des Leibniz-LSB@TUM, in den letzten Jahren mit großem Interesse verfolgt. Nicht zuletzt auch, weil es immer mein Ziel war, zurück nach Deutschland zu kommen und dort wissenschaftlich Fuß zu fassen. Idealerweise im Süden, in der Nähe meiner Heimat und Familie. Zudem sind der Wissenschaftsstandort und die Infrastruktur am Campus Weihenstephan der Technischen Universität München außergewöhnlich. Als ich dann im Juli 2020 den Leibniz Call auf Twitter entdeckte, habe ich meine Chance genutzt und ganz unverblümt die Direktorin des Leibniz-LSB@TUM, Prof. Dr. Veronika Somoza, kontaktiert. Anfangs hatte ich jedoch Zweifel ob das Leibniz-LSB@TUM überhaupt Interesse an mir und meiner Idee mit der Anwendung des AFMs in der Lebensmittel-Systembiologie hat. Überraschenderweise habe ich sofort, ich glaube noch am gleichen Tag, eine Einladung zu einem Gespräch bekommen. Ich war sozusagen zur richtigen Zeit am richtigen Ort, denn das Leibniz-LSB@TUM war auf der Suche nach jemandem, der die molekularbiologischen Grundlagen der Texturwahrnehmung, vermittelt durch Mechanorezeptoren, untersuchen kann. Ein Wissenschaftszweig, der noch am Leibniz-LSB@TUM „fehlte“. Ich habe mich mit Veronika Somoza und den künftigen Kolleginnen und Kollegen, die ich dort im Vorfeld kennengelernt habe, auf Anhieb verstanden, sowohl auf persönlicher als auch wissenschaftlicher Ebene. Ein „hit off straight from the beginning“ sozusagen und der Rest ist Geschichte. Ich hätte es niemals ohne das mir entgegengebrachte Vertrauen und die riesengroße Unterstützung geschafft, insbesondere durch Veronika Somoza und ihre wissenschaftliche Referentin, Dr. Karin Sebald. Hierfür bin ich sehr dankbar. Von jetzt an heißt es, „Let's start my own Tour de Force at the Leibniz-LSB@TUM“!

**Was sind Ihre Pläne für die Zukunft?**

Ich möchte mit meiner wissenschaftlichen Arbeit dazu beitragen, neuartige fettarme und zugleich schmackhafte Lebensmittel zu entwickeln, die ein gesundes Ernährungsverhalten fördern. Gleichzeitig möchte ich die Biophysik in den Ernährungswissenschaften fest etablieren und das einzigartige Wissenschaftsprofil des Leibniz-LSB@TUM mit meiner Forschung zukunftsweisend ergänzen.

**Vielen Dank für das Gespräch!**

Das Interview führte Dr. Gisela Olias, Referentin für Wissenstransfer, Presse- und Öffentlichkeitsarbeit am Leibniz-LSB@TUM.

## Interviews with Young Talents

### **Personal Information**

**Melanie Köhler, born in 1988, grew up in the administrative district Rosenheim and received her engineering diploma (Master of Science) at the University of Applied Sciences Upper Austria, Campus Linz, Austria in the field of Medical Engineering. She obtained her PhD “Doctor of Engineering Sciences” with a thesis on “Single molecular binding studies of purine nucleotides to mitochondrial uncoupling proteins explored by recognition imaging and force spectroscopy” at the Institute of Biophysics at the Johannes Kepler University in Linz, Austria. After that, at the end of 2016, she moved to the University UCLouvain in Belgium, where she worked as a postdoctoral scientist and explored the molecular mechanisms behind virus binding to cell surface receptors. Since June 2022, she has headed the Junior Research Group Mechanoreceptors at the Leibniz-LSB@TUM.**

### **Awards**

**High-ranking research grants feature the work of Dr. Melanie Köhler. These include the Erwin Schrödinger Foreign Fellowship of the Austrian Science Fund (FWF) in 2017, a subsequent postdoctoral fellowship of the Fonds de la Recherche Scientifique (FNRS), Belgium (2020), and a fellowship of the Leibniz Junior Research Group funding program obtained in 2021 within the Leibniz competition Best minds.**

**What made you decide to become a physical engineer? And why did you study and earn your doctorate in Austria for this purpose?**

*During my school years, I was particularly interested in natural sciences and completed my professional baccalaureate in the technical-scientific branch at the college for further education in Rosenheim. In combination with my interest in the health sciences, the bachelor's degree in physical engineering at the Zwickau University of Applied Sciences and later the master's degree in medical engineering with the goal of becoming a physical engineer was the perfect choice. For my master's degree and subsequent doctorate, I was drawn to Linz in Austria, due to the excellent range of studies and the outstanding reputation of the educational and research institutions.*

**From the beginning, you have specialized in biological atomic force microscopy. What is so special about this type of microscope?**

*Scanning tunneling microscopes can only image electrically conductive materials. This limitation does not apply to atomic force microscopes, which are called AFM for short. This is what makes them so special. Measurements can be conducted at different temperatures or in external magnetic fields, and the possibilities are almost endless. This is especially advantageous for biological applications, as samples can be studied in a nature-like environment.*

**How exactly does this type of microscopy work?**

*The principle of an AFM is very simple. In the simplest case, the probe, attached to the end of a cantilever, rests on the sample like the needle of a record player rests on a record. When the probe scans over the surface relief of a biological sample, the tiny deflections of the cantilever are detected by a laser beam. The microscopic images are then reconstructed from the cantilevers' deflection. The various "tactile senses" of the atomic force microscope can not only be used to measure the topography of a surface, but also various sample properties, such as mechanical hardness, elasticity or adhesion, i. e., the "stickiness" of a sample and much more.*

**For which purposes do you use the AFM?**

*In my research group, I use the microscope not only with "seeing by feeling", but also as a "fishing rod" to "fish for molecules." With the help of special polymer chains, we are able to attach single molecules up to viruses or whole cells to the measuring tip, serving as bait for other molecules, such as receptors, which are located on the surface of a cell under investigation. Using the AFM, I can then explore the binding energy and interactions between the*

*"bait" and the "caught molecule" and thus study their mechanism of action. In addition, I use the cantilever to apply mechanical pressure to cells and in this way activate mechanoreceptors, which are involved in mediating mouthfeel when chewing food, among other things, and study their cellular signaling response. Meanwhile, through years of further developments, single atoms can be imaged and binding forces can be measured in the pico-Newton range.*

**After your PhD, you moved to Belgium to work at the UCLouvain in the Institute of Biomolecular Science and Technology (LIBST) and there to the Nano-Biophysics Laboratory. What motivated you to take this step?**

*To drive my academic and personal development forward, I was eager to move to a non-German speaking country after my PhD. I have followed the stellar and successful career of my previous PI, Prof. Dr. David Alsteens, since the beginning of my academic career. When he returned to UCLouvain in early 2016 after a 2-year research stay at ETH Zurich to build his own team, I took the chance and applied.*

*Since the beginning of my scientific career, now more than 10 years ago, I have been extremely fortunate to have two great mentors who have tirelessly encouraged, motivated, and guided me, as well as always provided advice and support. Without my PhD advisor, Prof. Dr. Peter Hinterdorfer, and Prof. Dr. David Alsteens, I would not be the scientist I am today.*

**Did you receive a grant for your research at the time?**

*Yes, thanks to the support of my two mentors, I first received a three-year research fellowship abroad from the Austrian Science Fund FWF, the so-called Schrödinger fellowship, to start my career as a postdoc. Then, since the end of 2020, I was a recipient of the prestigious postdoctoral research fellowship from the Belgian science fund Fonds de la Recherche Scientifique to continue my work on interactions between viruses and cell surface receptors.*

**How did you come up with the innovative idea of combining biophysics with food science?**

*In my opinion, not only ambition, motivation, collaboration, leadership, and teamwork, but also innovative and sometimes unconventional ideas are inevitable to pursue a successful academic career and leave a "footprint." Striving for a habilitation and later professorship in a highly competitive field of life sciences, with my focus on biophysics, together with my personal interest in healthy nutrition, sustainably produced food, and the impact of food choices on the environment, led me to the idea of combining atomic force microscopy and other biophysical methods with food chemistry research. In particular, to explore the virtually unexplored molecular mechanisms that determine the texture perception, and thus the mouthfeel, of a food.*

**What research topics were you focused on during your postdoc? What specifically did you work on and what was your most interesting finding?**

*Not only the global situation at that time, but also much of my postdoc time was focused entirely on viruses. Before a virus can enter the host cell in order to reproduce, it has to "dock" to the cell. I use AFM to investigate the virus-specific cell receptors involved in this process and which molecules can be used to enhance or inhibit docking to the host cell. In the case of reoviruses, for example, stronger, increased docking to the cell is desired because these viruses have their own oncolytic, or cancer-killing, properties. Here, for example, we have found that sialic acid molecules enhance the attachment of these viruses, thus killing cancer cells more efficiently. Initial clinical studies are already promising and we have patented the methodology. In the case of coronaviruses, we have studied the biophysical properties of the interaction between their spike protein and the specific ACE2 receptor. Based on these results, we have designed specific peptides that inhibit the adhesion of coronaviruses to the cell surface.*

**With the help of the Leibniz funding program "Leibniz Junior Research Group," you have now been given the opportunity to return to Germany and set up your own junior research group at the Leibniz-LSB@TUM. How did this happen?**

*I have followed the work of the Leibniz Institutes, especially the Leibniz-LSB@TUM, with great interest in the past years, particularly as it was always my goal to come back to Germany and gain a scientific foothold here, ideally in the south, close to my home and family.*

*In addition, the scientific location and infrastructure at the Weihenstephan campus at the Technical University of Munich are exceptional. When I discovered the Leibniz Call on Twitter in July 2020, I took my chance and contacted the Scientific Director of the Leibniz-LSB@TUM, Prof. Dr. Veronika Somoza, quite bluntly to be honest. At first, however, I had doubts whether the Leibniz-LSB@TUM would even be interested in me and my idea with the application of AFM in food systems biology. Surprisingly, I immediately received an invitation for an interview, I think actually on the same day. I was in the right place at the right time, so to speak, because the Leibniz-LSB@TUM was looking for someone who could investigate the molecular biology basis of texture perception mediated by mechanoreceptors. This was a branch of science that was still "missing" at the Leibniz-LSB@TUM.*

*I hit it off right away with Veronika Somoza and the future colleagues I met there in advance, both on a personal and scientific level, and the rest is history. I would never have made it without the trust placed in me and the huge support, especially from Veronika Somoza and her Scientific Assistant, Dr. Karin Sebald. I am very grateful for this. From now on, it's "Let's start my own Tour de Force at the Leibniz-LSB@TUM!"*

**What are your plans for the future?**

*I would like to use my scientific work to help develop novel low-fat yet tasty foods that promote healthy eating behaviors. At the same time, I would like to firmly establish biophysics in nutritional sciences and complement the unique scientific profile of the Leibniz-LSB@TUM with my research in a forward-looking way.*

**Thanks for the Interview!**

*The interview was conducted by Dr. Gisela Ollás, Knowledge Transfer, Press and Public Relations at the Leibniz-LSB@TUM.*



📍 Alessandro Nicoli  
Foto/Photo: Fernando Blandón Carmona

#### Zur Person

Alessandro Nicoli, geboren 1990, studierte Pharmazeutische Chemie und Technologie an der Universität von Padua, Italien. Seine Masterarbeit fertigte er bei Prof. Stefano Moro und Dr. Mattia Sturlese in der Abteilung *Molecular Modeling* an. Im Fokus seiner Arbeit standen Proteine der Bcl-2-Familie, die bei der Regulation des programmierten Zelltods eine Rolle spielen. Um diese zu untersuchen, kombinierte er Kernspinresonanz- (NMR-) und computergestützte Modellierungstechniken. Seit 2019 ist er Doktorand am Leibniz-LSB@TUM in der von Dr. Antonella Di Pizio geleiteten Arbeitsgruppe *Molecular Modeling*.

#### Auszeichnungen

Alessandro Nicoli hat zwei Posterpreise erhalten: den ersten auf der 4. *European Research Network on Signal Transduction (ERNEST)*-Tagung 2021 und den zweiten auf dem 16. *Weurman Flavour Research Symposium* (2021). Außerdem erhielt er ein *Short Term Scientific Mission (STSM)*-Stipendium im Rahmen der *European Cooperation in Science and Technology (COST) Action ERNEST (CA18133)* im Jahr 2021, um das Labor von Prof. Jana Selent an der Universität Pompeu Fabra (Barcelona, Spanien) für zwei Wochen zu besuchen.

**Herr Nicoli, Sie haben in Italien pharmazeutische Chemie studiert. Was hat Sie nach Freising/Deutschland und zum Leibniz-LSB@TUM geführt?**

Während meines Forschungspraktikums in der *Molecular Modeling Section* an der Universität von Padua habe ich angefangen, an Molekulardynamik-Simulationen von G-Protein-gekoppelten Rezeptoren zu arbeiten, zu denen auch Bitter- und Geruchsrezeptoren gehören. Auf molekularer Ebene zu verstehen, wie geruchs- und geschmacksaktive Moleküle mit ihren Rezeptoren interagieren, ist komplex, aber eine faszinierende Herausforderung. Dr. Antonella Di Pizio ist Expertin für die molekulare Modellierung chemosensorischer Rezeptoren. Daher habe ich im November 2019 die Chance ergriffen und habe mich auf eine offene Doktorandenstelle in ihrer Arbeitsgruppe beworben. Das Leibniz-LSB@TUM ist hervorragend ausgestattet. Zudem forschen dort führende Expertinnen und Experten auf dem Gebiet der Chemosensorik. Es ist einer der besten Orte der Welt, um an diesem Thema zu arbeiten.

**Was war die wichtigste Veränderung im täglichen Leben?**

Ich bin relativ nah an meiner Heimatstadt, die nur vier bis fünf Stunden mit dem Auto entfernt ist. Die Entfernung bedeutet also keine große Umstellung für mich, die Sprache jedoch schon. Die erste Veränderung im Alltag war, dass aus meinem italienischen „Buongiorno“ ein „Servus“ geworden ist! Zudem befindet sich das Leibniz-LSB@TUM auf dem Campus der *TUM School of Life Sciences*, was eine lebendige internationale Umgebung schafft. Seit meiner Ankunft in Freising komme ich ständig mit Menschen aus verschiedenen Ländern zusammen. Hierdurch habe ich die Möglichkeit, viele verschiedene Kulturen kennenzulernen, vor allem in Form unterschiedlicher Essensrezepte. Der kulturelle Austausch bereichert mich sehr.

**Was war die wichtigste Veränderung in Bezug auf die Forschung?**

Als Doktorand habe ich neue Verantwortlichkeiten. Ich bin aktiv an der Planung und Entwicklung meiner Forschung beteiligt. Hierzu gehört es auch, meine Forschungsarbeiten selbst mit den anderen Gruppenmitgliedern zu koordinieren und abzustimmen. Die Zusammenarbeit ist einer der spannendsten Teile meiner Arbeit.

**Am Leibniz-LSB@TUM arbeiten Sie in der Gruppe *Molecular Modeling* von Dr. Antonella Di Pizio. Was ist dort Schwerpunkt Ihrer Arbeit?**

Das übergeordnete Ziel der Gruppe *Molecular Modeling* ist es, die Wechselwirkungen zwischen Lebensmittelinhaltsstoffen und chemosensorischen Rezeptoren mithilfe von Computern zu untersuchen. In diesem Zusammenhang konzentriere ich mich auf eine Familie von nicht-kanonischen Geruchsrezeptoren, die *Trace Amine-Associated Receptors* – kurz *TAARs*. Sie gehören zur großen Familie der G-Protein-gekoppelten Rezeptoren. Die *TAARs* dienen in erster Linie als chemosensorische Rezeptoren und detektieren kleine, flüchtige Amine. Sie kommen aber auch außerhalb des Riechepithels vor, etwa im zentralen Nervensystem, wo sie möglicherweise an anderen physiologischen Prozessen beteiligt sind. *TAARs* sind wirklich faszinierende Proteine! Aktuell arbeite ich daran, die 3D-Strukturen aufzuklären und neue Liganden zu entdecken, indem ich eine Reihe von Berechnungsmethoden wie Homologiemodellierung, molekulares Docking, Molekulardynamik-Simulationen, Pharmakophormodellierungen und virtuelle Screening-Verfahren anwende.

**Können Sie etwas genauer erklären, was G-Protein-gekoppelte Rezeptoren sind und was sie mit der Lebensmittel- und Gesundheitsforschung zu tun haben?**

G-Protein-gekoppelte Rezeptoren, kurz GPCRs, heißen so, weil sie Signale über Guanosintriphosphat-bindende, sogenannte G-Proteine von außen ins Innere einer Rezeptorzelle weiterleiten. Aufgrund ihres strukturellen Aufbaus werden sie auch als 7-Transmembranproteine bezeichnet. GPCRs sind die größte Familie von Membranproteinen im menschlichen Genom. Sie sind an fast allen Funktionen in unserem Körper beteiligt. Daher ist es nicht verwunderlich, dass sie für zahlreiche Krankheiten eine Rolle spielen und Ansatzpunkt vieler auf dem Markt befindlicher Arzneimittel sind. Chemosensorische GPCRs sind an der Wahrnehmung von Geschmacks- und Geruchsmolekülen beteiligt, die in Lebensmitteln enthalten sind. Sie machen mehr als die Hälfte aller GPCRs aus und sind in der Lage, ein breites Spektrum chemischer Einheiten zu erkennen, von sehr kleinen Molekülen wie Geruchsmolekülen bis hin zu Proteinen wie Süßproteinen. Aber das ist nicht die einzige Verbindung zwischen Lebensmitteln und GPCRs ... Viele GPCRs sind zum Beispiel an der Appetitregulierung beteiligt.

**Was finden Sie an Ihrer Arbeit besonders spannend und was sind die langfristigen Ziele?**

Molekulare Modellierungswerkzeuge funktionieren wie ein Vergrößerungsglas, das uns hilft, biologische Vorgänge auf molekularer Ebene zu verstehen und vor allem zu visualisieren. Unsere Simulationen führen zu neuen Hypothesen und Vorhersagen, und es ist sehr aufregend, wenn sich eine Vorhersage durch unsere experimentellen Kollegen als richtig bestätigt! In kleinem Maßstab haben wir bereits einige interessante Ergebnisse erzielt: Wir haben einen computergestützten Arbeitsablauf zur Untersuchung von GPCRs mit niedriger Auflösung entwickelt, ihn auf TAARs angewendet und neue Zielmoleküle identifiziert. Das langfristige Ziel meiner Doktorarbeit ist es, den TAAR-Ligandenraum umfassend zu untersuchen, um die funktionelle Rolle dieser Proteinfamilie innerhalb und außerhalb des Riechepithels zu ergründen.

**Hat sich die Corona-Pandemie negativ auf Ihre Arbeit am Leibniz-LSB@TUM ausgewirkt?**

So, und so! Als Computerchemiker war meine Arbeit im Vergleich zu anderen Kollegen im Institut anders betroffen, weil wir nicht im chemischen Labor, sondern mit Computern arbeiten. Das Leibniz-LSB@TUM hatte zudem Vorkehrungen getroffen, um auch im Homeoffice während der Pandemie voll einsatzfähig zu sein. Dennoch, die Schließung kam nur drei Monate nach Beginn meiner Promotion. Dies wirkte sich auf meine Erwartungen und meinen Forschungsalltag aus, z. B. auf persönliche Gespräche mit anderen Forschenden und auf die Möglichkeit, an Workshops oder Vorlesungen teilzunehmen. Aber diese Situation eröffnete auch neue Möglichkeiten: Ich nahm an vielen Online-Sitzungen und -Kursen teil, was dazu beitrug, meinen Wissenszuwachs und meine Integration in die wissenschaftliche Gemeinschaft zu beschleunigen.

Ich möchte die Gelegenheit nutzen, um mich bei meiner Betreuerin Antonella zu bedanken, die mich in dieser schwierigen Zeit begleitet hat, und bei den Kollegen von der IT für deren großartige Unterstützung. Diese Erfahrung hat meine Leistungsbereitschaft weiter gestärkt und mich auch gelehrt, mich relativ schnell an die Veränderungen um mich herum anzupassen und trotzdem auch in schwierigen Zeiten motiviert zu bleiben.

**Was sind Ihre Pläne für die Zukunft? Wo sehen Sie sich in fünf Jahren?**

Ich habe viele Ideen, aber ich würde sagen, dass ich meinen Traum verfolgen werde, mit der Forschungsarbeit auf akademischer Ebene fortzufahren. Zunächst als Postdoc und dann, weit in der Zukunft, wenn ich es schaffe, plane ich, mein eigenes Forschungsgebiet bzw. mein eigenes Labor zu haben. Ich möchte aktiv zum Fortschritt in der computergestützten Chemie beitragen und das menschliche Wissen ein Stück weit voranzubringen. Ebenso möchte ich mit meiner Arbeit dabei helfen, die menschliche Gesundheit zu verbessern. Meine Leidenschaft für die Forschung ist auch dank der großartigen Mentoren, die mich betreuen, gewachsen. Aber zuvor muss ich erst einmal meine Doktorarbeit verteidigen.

**Würden Sie anderen Wissenschaftlern empfehlen, Erfahrungen im Ausland zu sammeln? Vielleicht sogar am Leibniz-LSB@TUM?**

Ich würde es auf jeden Fall empfehlen! Ein Promotionsaufenthalt im Ausland ist eine einmalige Chance, sowohl wissenschaftlich als auch persönlich zu wachsen. Und für einen Wissenschaftler, der sich dafür interessiert, wie wir die Welt um uns herum wahrnehmen, ist das Leibniz-LSB@TUM der richtige Ort!!!

**Vielen Dank für das Gespräch!**

Das Interview führte Dr. Gisela Olias, Referentin für Wissenstransfer, Presse- und Öffentlichkeitsarbeit am Leibniz-LSB@TUM.



### **Personal information**

**Alessandro Nicoli, born in 1990, studied Pharmaceutical Chemistry and Technology at the University of Padua, Italy. He did his master's thesis with Prof. Stefano Moro and Dr. Mattia Sturlese in the Molecular Modeling Section. His work focused on developing strategies to target the antiapoptotic BCL-2 family, key proteins in cells life, combining Nuclear Magnetic Resonance (NMR) and computational modeling techniques. Since 2019, he has been a PhD student at the Leibniz-LSB@TUM in the Molecular Modeling research group led by Dr. Antonella Di Pizio.**

### **Awards**

**Alessandro Nicoli was awarded two poster conference prizes: one at the 4<sup>th</sup> European Research Network on Signal Transduction (ERNEST) meeting (2021), and the second one at the 16<sup>th</sup> Weurman Flavour Research Symposium (2021). He also received a Short Term Scientific Mission scholarship by the European Cooperation in Science and Technology (COST) Action ERNEST (CA18133) in 2021 to visit the lab of Prof. Jana Selent at Pompeu Fabra University (Barcelona, Spain) for two weeks.**

### **Mr. Nicoli, you have studied pharmaceutical chemistry in Italy. What brought you to Freising / Germany and the Leibniz-LSB@TUM?**

*During my research internship at the Molecular Modeling Section at the University of Padua, I started working on molecular dynamics simulations of G protein-coupled receptors, which are called GPCRs for short. Bitter taste and the olfactory receptors belong to the big family of GPCRs. Understanding at the molecular level how odor- and taste-active molecules interact with their receptors is a complex but intriguing challenge. Dr. Antonella Di Pizio is an expert in molecular modeling of chemosensory receptors, and in November 2019, I took the chance to apply for an open PhD position in her research group. The Leibniz-LSB@TUM has excellent research facilities and leading experts in the chemosensory field, and it is one of the best places in the world to work on this topic.*

### **What was the most significant change in terms of daily life?**

*The first daily change is that my Italian "Buongiorno" became a "Servus"! I am relatively close to my hometown, just four to five hours by car, so the distance is not a big change, but I am exposed to a different language and many different cultures. The Leibniz-LSB@TUM is located on the TUM Life Sciences campus, which creates a vibrant international environment. Since my arrival in Freising, I am continually meeting people from different countries, with whom I have the opportunity to experience different cultures, especially in the form of different food recipes. I think this is a wonderful opportunity for personal enrichment.*

### **What was the most significant change in terms of research?**

*As a PhD student, I have new responsibilities. I am actively part of my research planning and development, including managing collaborations and coordinating the research work with other group members, which is one of the most exciting parts of my work.*

### **At the Leibniz-LSB@TUM, you work in the Molecular Modeling group of Dr. Antonella Di Pizio. What is the focus of your work there?**

*The main goal of the Molecular Modeling group is to study the interactions between food molecules and the chemosensory receptors using computational tools. In this context, I focus on a family of non-canonical odorant receptors, the Trace Amine-Associated Receptors, which are called TAARs*

for short. They belong to the large family of GPCRs. TAARs serve primarily as chemosensory receptors for the detection of small volatile amines, but are also present outside the olfactory epithelium, such as in the central nervous system, where they might be involved in physiological processes other than olfaction. TAARs are really fascinating proteins! Currently, I am working on the elucidation of their 3D structures and trying to discover novel ligands by applying a range of computational methods, like homology modeling, molecular docking, molecular dynamics simulations, pharmacophore modeling, and virtual screening campaigns.

**Can you explain in a little more detail what G protein-coupled receptors are and what they have to do with food and health research?**

G protein-coupled receptors are so called because they transmit signals from the outside to the inside of a cell via guanosine triphosphate binding, so-called G proteins. They are also called 7-transmembrane proteins because of their structural architecture. GPCRs are the largest family of membrane proteins in the human genome and are involved in almost all functions in our bodies. Not surprisingly, they are involved in many diseases and are the target of many drugs on the market. Chemosensory GPCRs are involved in the perception of food-derived tastant and odorant molecules. They are more than half of all GPCRs and are able to detect a wide range of chemical diverse entities, from very small molecules, such as odorant molecules, to proteins, such as sweet proteins. But this is not the only link between food and GPCRs—many GPCRs are, for example, involved in appetite regulation.

**What do you find particularly exciting about your work and what are your long-term goals?**

Molecular modeling tools are like a magnifying glass that helps us to understand and most importantly visualize biological events at the molecular level. Our simulations result in new hypotheses and predictions, and it is very exciting when a prediction turns out to be correctly validated by our experimental colleagues! On a small scale, we have already achieved some exciting results: we have developed a computational workflow to study low-resolution GPCRs, applied it to TAARs, and identified new target molecules. The long-term goal of my PhD work is to comprehensively investigate the TAAR ligand space to shed light on the functional role of this protein family in and outside the olfactory epithelium.

**Has the Corona pandemic negatively impacted your work at Leibniz-LSB@TUM?**

Yes and no. As a computational chemist, my work was affected differently compared to other colleagues at the Institute because we have to rely on computers. The Leibniz-LSB@TUM has provided facilities to be fully operative also in the home office during the pandemic. However, the lockdown arrived just three months after the start of my doctorate. This impacted my expectations and my daily research life, for example, discussions in person with other researchers and the possibility to attend workshops or lectures. But this situation generated also new opportunities, I attended many online meetings and courses and this contributed to speeding up my knowledge growth and integration into the scientific community.

I would like to take the opportunity to thank my supervisor Antonella, who guided me during this difficult period, and the colleagues from IT for their great support. This experience has strengthened my motivation for the research and also taught me to adapt relatively fast to the changes around me while continuing to stay motivated during difficult times.

**What are your plans for the future? Where do you see yourself in five years?**

I have many ideas, but I would say that I will pursue my dream to continue with the research work at the academic level, with a Postdoc experience, and then far in the future, if I have the opportunity, to have my own research area or lab. I would like to actively contribute to the progress in computational chemistry, to move human knowledge forward, and use my work to improve people's health. My passion for research has also grown thanks to great mentors that are supervising me. Before all that, I need to defend my PhD thesis.

**Would you recommend other scientists to gain experience abroad? Maybe even at the Leibniz-LSB@TUM?**

I would totally recommend it! A PhD position abroad is a unique chance for both scientific and personal growth. And for a scientist interested in how we sense the world around us, the Leibniz-LSB@TUM is the place to be!!!

**Thank you for the interview!**

The interview was conducted by Dr. Gisela Olias, Knowledge Transfer, Press and Public Relations at the Leibniz-LSB@TUM.

# Arbeitsgruppen- leiterinnen und -leiter

*Heads of Research Groups*



📍 Sitz des Leibniz-Instituts  
*Location of the Leibniz Institute*

## Sektion I / Section I



### **PD Dr. Martin Steinhaus**

leitet die Sektion I (ad interim) sowie die zu dieser Sektion gehörende **Arbeitsgruppe (AG) Food Metabolome Chemistry**. Diese AG beschäftigt sich mit der molekularen Klärung von geruchsrelevanten Wirkstoffsystemen in Lebensmitteln, deren Biosynthese im Rohstoff, deren Vorstufen und Veränderungen entlang der Wertschöpfungskette sowie der Klärung von Struktur-Dosis-Funktionszusammenhängen. So untersucht die AG Veränderungen von Schlüsselgeruchsstoffen während der Urproduktion, Verarbeitung und Lagerung, erforscht die Ursachen für Fehlparfums und erarbeitet Lösungsansätze, um solche zu vermeiden.

### **PD Dr. Martin Steinhaus**

*is head of Section I (ad interim) and also heads the **Food Metabolome Chemistry research group** belonging to this section. The research group is concerned with the molecular clarification of odor-relevant substances in food, their biosynthesis in the raw material as well as their precursors and changes along the value chain, and the clarification of structure-dosage-function relationships. The research group examines changes in key odorants during primary production, processing, and storage, researches the causes of off-flavors and develops solutions to avoid them.*



### **Assoz. Prof. Mark Somoza, PhD,**

leitet die **AG Transcriptome & Proteome Profiling** der Sektion I. Die AG entwickelt und nutzt Microarray-Synthese/Analyse-Methoden für die Lebensmittel- und Ernährungsforschung. In diesem Zusammenhang optimiert sie DNA-Datenspeichermethoden und untersucht das räumliche Transkriptom von Pflanzen und Chemorezeptor-tragenden Zellen des Verdauungstraktes, mit dem Ziel, Wirkstoffeffekte in Abhängigkeit der Lebensmittelproduktion und -verarbeitung mechanistisch zu charakterisieren. Ebenso entwickelt sie DNA- und RNA-basierte Methoden für die Rückverfolgung, Authentifizierung sowie die Überwachung von Lebensmitteln während der Lagerung und des Transports.

### **Assoc. Prof. Mark Somoza, PhD,**

*heads the **Transcriptome & Proteome Profiling research group** in Section I. The research group develops and uses microarray synthesis/analysis methods for food and nutrition research. In this context, it optimizes DNA data storage methods and investigates the spatial transcriptome of plants and chemoreceptor-bearing cells of the digestive tract. Its aim is to mechanistically characterize the effects of bioactive compounds in relation to food production and processing. The group is also developing DNA- and RNA-based methods for traceability, authentication, and monitoring of food during storage and transport.*

## Sektion II / Section II



### **Dr. Roman Lang**

leitet die **AG Biosystems Chemistry & Human Metabolism**. Die Gruppe isoliert Substanzen aus Nahrungsmitteln, um deren Struktur mittels Massenspektrometrie und NMR-Spektroskopie aufzuklären sowie deren sensorische Bioaktivität zu untersuchen. Sie befasst sich mit der Bildung von nichtflüchtigen, bioaktiven Substanzen und Geschmacksstoffen bei der Lebensmittelproduktion. Zudem erforscht sie deren metabolische Umsetzung im menschlichen Organismus sowie die Struktur und Bioaktivität der resultierenden Metaboliten. Die AG plant und beteiligt sich an Interventionsstudien und nutzt massenspektrometrische Methoden, um aus der Nahrung stammende Verbindungen in humanen Blut- und Urin-Proben zu identifizieren sowie zu charakterisieren.

### **Dr. Roman Lang**

*heads the **Biosystems Chemistry & Human Metabolism research group**. The group isolates substances from foods to elucidate their structure by means of mass spectrometry and NMR spectroscopy and to investigate their sensory bioactivity. It deals with the formation of non-volatile, bioactive substances and tastants during food production. In addition, it investigates their metabolic conversion in the human organism as well as the structure and bioactivity of the resulting metabolites. The group plans and participates in intervention studies and uses mass spectroscopic methods to identify and characterize food-derived compounds in human blood and urine samples.*



### **Direktorin Prof. Dr. Veronika Somoza**

leitet die Sektion II sowie die **AG Metabolic Function & Biosignals** der Sektion II. Forschungsschwerpunkt der AG ist die Aufklärung zellulärer und systemischer Dosis-Wirkungsmechanismen von lebensmittelrelevanten geruchs-, geschmacks- und chemesthetisch aktiven Wirkstoffsystemen und deren Metaboliten, die bei Stoffwechselprozessen im Rahmen der Verdauung, der Metabolisierung durch das Mikrobiom oder durch endogene Prozesse gebildet werden. Berücksichtigung finden hier produktions- und prozessbedingte Einflüsse auf die Wirkstoffsysteme und deren Matrix entlang der Wertschöpfungskette. Auf Basis der identifizierten zellulären Wirkmechanismen erfolgt die Verifizierung der systemischen Wirkung in „proof-of-concept“ Humanstudien.

### **Director Prof. Dr. Veronika Somoza**

*heads Section II and the **Metabolic Function & Biosignals research group** in Section II. The research focus of the group is the elucidation of cellular and systemic dose-effect mechanisms of food-relevant systems of odor, taste and chemesthetically active substances and their metabolites, which are formed during metabolic processes in the context of digestion, metabolization by the microbiome or by endogenous processes. Production and process-related influences on the bioactives systems and their matrix along the value chain are taken into account here. On the basis of the identified cellular mechanisms of action, the systemic effect is verified in “proof-of-concept” human studies.*

## Sektion III / Section III



### **PD Dr. Maik Behrens**

leitet die **AG Taste & Odor Systems Reception** der Sektion II. Die AG untersucht, über welche Mechanismen und Biosignal-Codierungen lebensmittelrelevante geschmacksaktive Wirkstoffsysteme die chemosensorischen Systeme des Geschmackssinns sowie die extraoral exprimierten Geschmacksrezeptoren in chemorezeptiven Zellen beeinflussen. Ebenso erforscht sie die grundlegenden Mechanismen der Wirkung und Biosignal-Codierung von lebensmittelrelevanten geruchsaktiven Wirkstoffsystemen auf die chemosensorischen Systeme des Geruchssinns sowie auf extranasal exprimierte Geruchsrezeptoren.

### **PD Dr. Maik Behrens**

*heads the **Taste & Odor Systems Reception research group** of Section II. The research group investigates the mechanisms and biological signals by which food-relevant taste-active bioactive compound systems affect the sense of taste as well as extraorally expressed taste receptors in chemoreceptive cells. In addition, the group investigates the basic mechanisms of the effects and biosignal coding of food-relevant odor-active bioactive compound systems on the chemosensory systems of the sense of smell and on extranasally expressed olfactory receptors.*



### **Prof. Dr. Olaf Wolkenhauer**

leitet seit 2020 als Gastprofessor die Sektion III *In-silico*-Biologie & Maschinelles Lernen (ad interim) am Leibniz-LSB@TUM. Zudem ist er Arbeitsgruppenleiter der **AG Network Modeling & Machine Learning**. Im Fokus seiner Forschungsarbeit steht erstens die Frage, wie die Wechselwirkungen zwischen den Teilen eines zellulären Systems dessen Funktionsweise bestimmen. Und zweitens, wie die Funktionsweise eines Systems als Ganzes das Verhalten seiner Teile ermöglicht oder einschränkt. Die AG verwendet eine breite Methodenpalette aus den Bereichen maschinelles Lernen, Systemtheorie und Stochastik.

### **Prof. Dr. Olaf Wolkenhauer**

*has been head of Section III In Silico Biology & Machine Learning as a visiting professor (ad interim) since 2020 at Leibniz-LSB@TUM. In addition, he also heads the **Network Modeling & Machine Learning research group**. His work focuses, first, on how the interactions between the parts of a cellular system determine its functioning, and second, how the functioning of a system as a whole enables or constrains the behavior of its parts. The research group uses a broad range of methods from the fields of machine learning, systems theory, and stochastics.*



**Dr. Antonella Di Pizio**

leitet die **AG Molecular Modeling** der Sektion III. Die AG nutzt Computersimulationen und bioinformatische Analysemethoden, um chemische und biologische Fragestellungen im Bereich der Lebensmittel-forschung zu lösen, den langen und kostspieligen Prozess der experimentellen Wirkstoffidentifizierung zu beschleunigen sowie strukturelle Charakteristika von chemosensorisch-relevanten Wirkstoffmolekülen vorherzusagen. Dr. Di Pizio wird im Rahmen des Leibniz-Professorinnen-Programms 2022 gefördert (<https://www.leibniz-lsb.de/presse-oeffentlichkeit/pressemitteilungen/pm-20211125-b-pressemitteilung-fast-2-millionen-euro/>).

**Dr. Antonella Di Pizio**

*heads the **Molecular Modeling research group** of Section III. The research group uses computer simulations and bioinformatics analysis methods to solve chemical and biological problems in the field of food research to accelerate the long and costly process of experimental active substance identification and to predict the structural characteristics of chemosensory-relevant bioactive molecules. Dr. Di Pizio is one of the recipients of the Leibniz Professorship Program 2022 (<https://www.leibniz-lsb.de/en/press-public-relations/translate-to-english-pressemitteilungen/pm-20211125-b-presse-release-almost-2-millionen-euros/?showOptIn=1>).*



**Andreas Dunkel**

leitet (ad interim) die **AG Integrative Food Systems Analysis** der Sektion III. In der AG werden komplexe Datensätze der innovativen Hochdurchsatz-Technologien u. a. aus den Sektionen I und II (z. B. massenspektrometrische Metabolom-, Proteom-, Transkriptom- und Genomdaten) u. a. mit Methoden des maschinellen Lernens in Kombination mit Network Enrichment Tools oder durch Anwendung von Biclustering-Algorithmen integrativ analysiert, um neue Wirkstoffsysteme vorherzusagen.

**Andreas Dunkel**

*heads (ad interim) the **Integrative Food Systems Analysis research group** in Section III. In the research group, complex data sets of innovative high-throughput technologies from, e.g., Sections I and II (e.g., mass spectrometric metabolome, proteome, transcriptome, and genome data) are integratively analyzed using machine learning methods in combination with network enrichment tools or by applying biclustering algorithms to predict new active substance systems.*



**Wir haben in den letzten Jahren gemeinsam mit allen Beschäftigten und in enger Kooperation mit unseren Förderern enorm viel erreicht, wofür ich allen Beteiligten herzlich danken möchte.**

***We have achieved a lot in recent years together with all employees and in close cooperation with our sponsors, for which I would like to sincerely thank everyone involved.***

Prof. Dr. Veronika Somoza (Direktorin/Director)



# Geehrt und ausgezeichnet

## Honored and Awarded

Eine Auswahl der Preise und Ehrungen aus den Jahren 2020 und 2021 ist hier vorgestellt:

*A selection of the awards and honors from 2020 and 2021 is presented here:*

### **Ausgezeichnete Masterarbeit**

Sarah Jöstl wurde am 01. Dezember 2020 für ihre Masterarbeit „Alpha-Amylase-Trypsin-Inhibitoren in prozessierten und unprozessierten Lebensmitteln aus Weizen, Gerste und Roggen“ mit dem Studienpreis 2020 des Weihenstephaner Instituts für Getreideforschung ausgezeichnet.

### **Posterpreis für Nachwuchstalent**

Alessandro Nicoli (Seite 69), Doktorand in der von Dr. Antonella Di Pizio geleiteten Arbeitsgruppe Molecular Modeling, hat am 04. Mai 2021 den 2. Posterpreis der *Flavour perception/modeling session* auf dem 16. *Weurman Flavour Research Symposium* erhalten. Postertitel: *In silico exploration of bitter taste receptor selectivity towards food-derived compounds*.

### **Ausgezeichnete Dissertation**

Dr. Sabrina Geißlitz hat am 17. Januar 2020 im Rahmen der 49. Wissenschaftlichen Informationstagung der Berlin-Brandenburgischen Gesellschaft für Getreideforschung e.V. in Berlin den wissenschaftlichen Förderpreis des Verbandes Deutscher Großbäckereien erhalten. Der Preis würdigt ihre hervorragende Dissertation mit dem Titel „*Proteins of einkorn, emmer and spelt: Influence on baking quality and role in wheat-related hypersensitivities*“.

### **Zukunftspreis**

Die Lebensmittelchemische Gesellschaft (LChG) hat Dr. Franziska Haag am 22. September 2020 mit dem „Zukunftspreis der Lebensmittelchemischen Gesellschaft“ ausgezeichnet. Sie hat den Preis erstmals 2020 für die beste Dissertation im Fach Lebensmittelchemie vergeben. Die exzellente Arbeit der Lebensmittelchemikerin zum Thema „Identifizierung und Charakterisierung von Geruchsrezeptoren für aromaaktive Thiole in Lebensmitteln“ hebt sich durch ihren innovativen Charakter und ihre besondere Relevanz für die Zukunft und die Weiterentwicklung des Fachs Lebensmittelchemie hervor.

### **Preis für Vitamin- und Nährstoffforschung**

Frau Prof. Dr. Veronika Somoza, Direktorin des Leibniz-LSB@TUM, hat am 31. Oktober 2021 zusammen mit Frau Prof. Dr. med. Mette M. Berger vom *Lausanne University Hospital* in der Schweiz den Forschungspreis 2021 der Gesellschaft für angewandte Vitaminforschung e. V. (GVF) erhalten. Mit diesem Preis zeichnet die GVF exzellente Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Deutschland, Österreich und der Schweiz für grundlegende Beiträge im Bereich der Vitamine und Nährstoffe aus.

### **AGFD Fellow Award 2020**

Die *Agricultural and Food Chemistry Division (AGFD)* in der *American Chemical Society (ACS)* hat am 07. September 2020 Prof. Dr. Veronika Somoza mit dem *AGFD Fellow Award, Agricultural and Food Chemistry 2020* ausgezeichnet. Der seit 1988 an ACS-Mitgliederinnen und Mitglieder vergebene Preis ehrt herausragende wissenschaftliche Beiträge auf dem Gebiet der Agrar- und Lebensmittelchemie.



01

01 | Dr. Franziska Haag (l.) und Laudator Dr. Gunter Fricke  
*Dr. Franziska Haag (l.) and laudator Dr. Gunter Fricke*



02

02 | Übergabe des Förderpreises an Dr. Sabrina Geißlitz durch den Hauptgeschäftsführer des Verbandes Deutscher Großbäckereien, Armin Juncker (l.) und Prof. Dr. Friedrich Meuser (r.)  
*Presentation of the sponsorship award to Dr. Sabrina Geißlitz by the Chief Executive Officer of the Association of German Industrial Bakeries, Armin Juncker (l.) and Prof. Dr. Friedrich Meuser (r.)*

### **Awarded Master Thesis**

Sarah Jöstl was awarded the Study Prize 2020 of the Weihenstephan Institute for Cereal Research on December 01, 2020 for her master's thesis "Alpha-amylase trypsin inhibitors in processed and unprocessed foods from wheat, barley and rye."

### **Poster Prize for Young Talent**

Alessandro Nicoli (page 69), PhD student in the Molecular Modeling group led by Dr. Antonella Di Pizio, received the 2<sup>nd</sup> prize of the Flavour perception/modeling session at the 16<sup>th</sup> Weurman Flavour Research Symposium on May 04, 2021. Poster title: *In silico* exploration of bitter taste receptor selectivity towards food-derived compounds.

### **Excellent Dissertation**

Dr. Sabrina Geißlitz received the scientific sponsorship award of the Association of German Industrial Bakeries on January 17, 2020 at the 49<sup>th</sup> Scientific Information Conference of the Berlin-Brandenburg Society for Grain Research in Berlin. The prize honors her outstanding dissertation entitled "Proteins of einkorn, emmer and spelt: Influence on baking quality and role in wheat-related hypersensitivities."

### **Future Prize**

On September 22, 2020, the Society of Food Chemistry (LChG) awarded Dr. Franziska Haag with the Future Prize of the LChG. It first awarded the prize in 2020 for the best dissertation in Food Chemistry. The excellent work of the food chemist on the subject of "Identification and characterization of odor receptors for aroma-active thiols in foods" stands out for its innovative character and its unique relevance for the future and the further development of Food Chemistry.

### **Award Vitamin and Nutrient Research**

Prof. Dr. Veronika Somoza, Director of the Leibniz-LSB@TUM, together with Prof. Dr. med. Mette M. Berger from the Swiss Lausanne University Hospital, received the 2021 Research Award of the Gesellschaft für angewandte Vitaminforschung e. V. (GVF) on October 31, 2021. With this prize, the GVF honors excellent scientists from Germany, Austria, and Switzerland for fundamental contributions in the field of vitamins and nutrients.

### **AGFD Fellow Award 2020**

The Agricultural and Food Chemistry Division (AGFD) in the American Chemical Society (ACS) has honored Prof. Dr. Veronika Somoza with the AGFD Fellow Award, Agricultural and Food Chemistry 2020 on September 07, 2020. The award, given to ACS members since 1988, honors outstanding scientific contributions in the field of Agricultural and Food Chemistry.

# Networking



## Das internationale akademische Netzwerk des Leibniz-LSB@TUM

### *The Leibniz-LSB@TUM's International Academic Network*

Das Leibniz-Institut ist weltweit vernetzt.  
Es kooperiert eng mit international  
führenden Forschungseinrichtungen  
und Universitäten.

*The Leibniz Institute is networked  
worldwide. It cooperates closely  
with leading international research  
institutions and universities.*

#### Auszug / Selection



#### Universitäten / Universities

Arizona State University, US  
Federal University of São Paulo, BR  
International School for Advanced Studies, IT  
Johns Hopkins Bloomberg School  
of Public Health, US  
Johns Hopkins University, US  
Medical University of Graz, AT  
Medizinische Universität Wien, AT  
Poznań University of Life Sciences, PL  
Stellenbosch University, ZA  
Tel Aviv University, IL  
Temple University, US  
The Hebrew University of Jerusalem, IL  
Washington University, US  
Trinity College Dublin, IR



Universität Wien, AT  
University "G. d'Annunzio" of Chieti-Pescara, IT  
University of Bari A. Moro, IT  
University of Florence, IT  
University of Gastronomic Sciences, IT  
University of Ghana, GH  
University of Ghana Medical School, GH  
University of London, GB  
University of Milan, IT  
University of Naples Federico II, IT  
University of Padua, IT  
University of Verona, IT  
Utrecht University, NL  
Yale University, US  
Zurich University of Applied Sciences, CH



**Forschungseinrichtungen / Research Institutions**

AgResearch, NZ  
Czech Academy of Sciences, CZ  
Federal College and Research Institute for  
Viticulture and Pomology, AT  
Monell Chemical Senses Center, US  
National Institute of Alcohol Abuse and Alcoholism, US  
National Institutes of Health, US  
National Institutes of Nursing Research, US  
Weizmann Institute of Science, IL



## Das nationale akademische Netzwerk des Leibniz-LSB@TUM

### The Leibniz-LSB@TUM's National Academic Network

Das Leibniz-Institut ist sehr gut vernetzt. Es kooperiert eng mit der Technischen Universität München sowie anderen führenden nationalen Universitäten und Forschungseinrichtungen.

*The Leibniz Institute is very well connected. It cooperates closely with the Technical University of Munich and other leading national universities and research institutions.*

#### Auszug / Selection

##### **Universitäten / Universities**

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg • Brandenburgische Technische Universität Cottbus – Senftenberg • Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg • Goethe Universität Frankfurt • Helmut Schmidt Universität • Hochschule Trier • Hochschule Hamm-Lippstadt • Karlsruher Institut für Technologie • Technische Universität Berlin • Technische Universität München • Universität des Saarlandes • Universität Greifswald • Universität Hohenheim • Universität Rostock • Universität zu Köln • Universitätsklinikum Bonn • Universitätsmedizin Rostock



Forschungszentrum Borstel (FZB) • Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung (IVV) • Helmholtz Zentrum München • Leibniz-Forschungsinstitut für Molekulare Pharmakologie (FMP) • Leibniz-Institut für Analytische Wissenschaften e.V. (ISAS) • Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ) • Leibniz-Institut für Naturstoff-Forschung und Infektionsbiologie – Hans-Knöll-Institut (HKI) • Leibniz-Institut für Neurobiologie (LIN) • Leibniz-Institut für Pflanzenbiochemie (IPB) • Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK) • Max Rubner-Institut (MRI)

##### **Forschungseinrichtungen / Research Institutions**

Forschungszentrum Jülich • Deutsches Institut für Ernährungsforschung Potsdam-Rehbrücke (DIfE) • Forschungsinstitut für Leder und Kunststoffbahnen (FILK) • Forschungsinstitut für Nutztierbiologie



# Presse- und Öffentlichkeitsarbeit



Insgesamt erhielt das Institut während des Berichtszeitraums 84 Anfragen von Journalistinnen und Journalisten. Die damit verbundenen Gespräche und Interviews, 20 versendete Pressemitteilungen sowie über 700 Tweets und etwa 70 Kurznachrichten sorgten für eine große Medienpräsenz und mediale Sichtbarkeit.

# 20

versendete  
Pressemitteilungen

## Zahlen

---

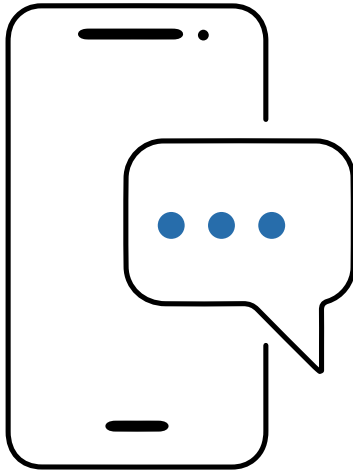
Insgesamt erhielt das Institut während des Berichtszeitraums 84 Anfragen von Journalistinnen und Journalisten. Die damit verbundenen Gespräche und Interviews, 20 versendete Pressemitteilungen sowie über 700 Tweets und etwa 70 Kurznachrichten sorgten für eine große Medienpräsenz und mediale Sichtbarkeit. So waren in den Jahren 2020 und 2021 das Leibniz-LSB@TUM und seine Beschäftigten 15 Mal in Funk und Fernsehen, z. B. bei ARD, SWR, HR, MDR, WDR und BR, vertreten und wurden knapp 630 Mal in Print- und Internetmedien zitiert. Den Kolleginnen und Kollegen, die hierzu beigetragen haben, sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

## Veranstaltungen

---

Das Institut hat sich auch auf verschiedenen Veranstaltungen präsentiert. Hierzu zählen von der Leibniz-Gemeinschaft organisierte Veranstaltungen wie „Leibniz im Bundestag“ oder „*Book a Scientist*“, das im Rahmen der *Berlin Science Week* stattfand, und ebenso der vom *enable*-Cluster initiierte Freisinger Innovationstag (FIT) – Ernährung. Dieser fand am 11. Juni 2021 statt.

Unter dem Motto: „Rund ums Essen“ erwartete die Teilnehmenden ein spannendes Programm mit Vorträgen, Filmen, Podcasts und virtuellen Einblicken in Labore. Zudem startete die FIT-Postkartenaktion: „Frag die ESSERwisser“, die dazu diente, den Dialog zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit zu fördern. Die Pressestelle des Leibniz-LSB@TUM war an der Planung, Organisation und Durchführung des Events beteiligt. Zudem gab Frau Prof. Dr. Veronika Somoza im Rahmen der Live-Veranstaltung Einblick in die Forschungsthemen des Leibniz-LSB@TUM. Herr PD Dr. Maik Behrens stellte einen Online-Vortrag zum Thema Geschmackswahrnehmung zur Verfügung.



**70**

Kurznachrichten

## Leibniz-LSB@TUM-News

---

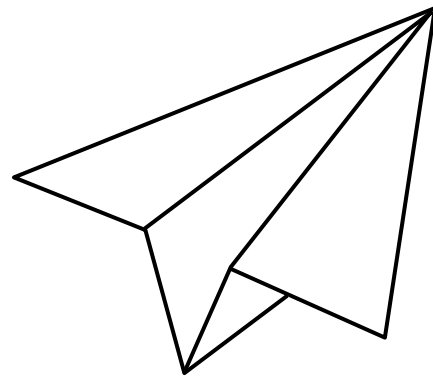
Die Pressestelle gibt in regelmäßigen Abständen den internen Newsletter „Leibniz-LSB@TUM-News“ heraus. Er informiert über Personalien, Mitteilungen des Vorstands, Nachrichten aus der Leibniz-Gemeinschaft und neueste Forschungsergebnisse des Instituts. Aufgrund der Corona-Pandemie wurde Anfang 2020 zusätzlich eine Sonderausgabe des Newsletters (Corona-Spezial) eingerichtet.

## Kooperationen

---

Anfang 2021 bewilligte der Leibniz-Forschungsverbund „Wirkstoffe und Biotechnologie“ einen vom Leibniz-Forschungsinstitut für Molekulare Pharmakologie (FMP) und der Pressestelle des Leibniz-LSB@TUM eingereichten Projektantrag. Die Fördersumme beträgt 30.000 Euro und wird vom FMP verwaltet. Die Mittel dienen dazu, ein „Leibniz-Wirkstoff-Nachrichten-Portal“ zu entwickeln.

Darüber hinaus hat die Pressestelle den Kontakt zum bayerischen Kompetenzzentrum für Ernährung (KErn) ausgebaut. So hat sie sich an dessen Kommunikationsprojekt „Ernährungsradar“ aktiv beteiligt, das auf die Zielgruppen Journalisten und Mediatoren ausgerichtet ist <https://www.kern.bayern.de/presse/263174/index.php>. Zudem ist das Leibniz-LSB@TUM seit 2021 Partnereinrichtung im querFELDein-Netzwerk <https://www.querfeld-ein.blog/podcasts/querfeldein-podcast/>.



**700**

Tweets

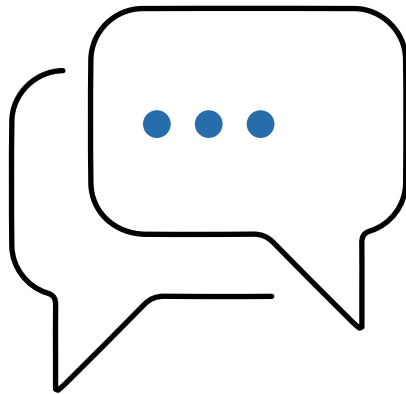


## Press and Public Relations

### Figures

---

The Institute received a total of 84 inquiries from journalists during the reporting period. The associated conversations and interviews, 20 press releases sent out, as well as over 700 tweets and about 70 short messages ensured a large media presence and media visibility. In 2020 and 2021, for example, the Leibniz-LSB@TUM and its employees were featured 15 times on radio and television, e.g., ARD, SWR, HR, MDR, WDR, and BR, and were quoted nearly 630 times in print and internet media. We would like to take this opportunity to express our sincere thanks to the colleagues who contributed to this.

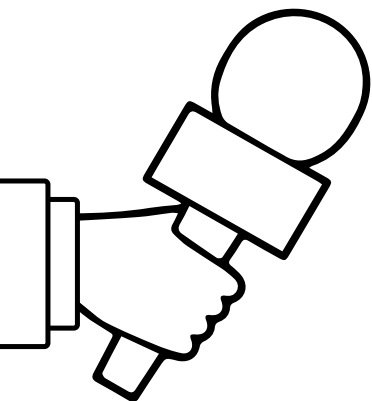


**84**

*The Institute received a total of 84 inquiries from journalists during the reporting period.*

**15**

*times on radio & TV*



### Events

---

The Institute has presented itself at various events. These include events organized by the Leibniz Association such as “Leibniz in the Bundestag” or “Book a Scientist,” which took place as part of Berlin Science Week, and also the Freising Innovation Day (FIT) - Nutrition initiated by the enable cluster. This took place on June 11, 2021.

Under the motto: “All about food,” an exciting program with lectures, films, podcasts, and virtual insights into laboratories awaited the participants. In addition, the FIT postcard campaign “Frag die ESSERwisseur” was launched, which served to promote the dialogue between science and the public. The Leibniz-LSB@TUM press office was involved in the planning, organization, and implementation of the event. In addition, Prof. Dr. Veronika Somoza provided insight into the research topics of the Leibniz-LSB@TUM during the live event. PD Dr. Maik Behrens provided an online lecture on the topic of taste perception.

cited

630

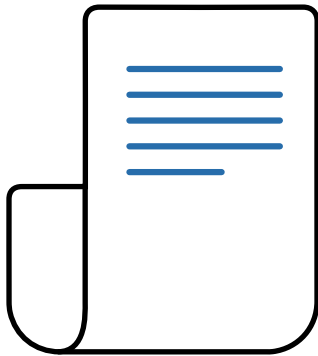
times in  
print & internet media



## Leibniz-LSB@TUM News

---

The press office publishes the internal newsletter “Leibniz-LSB@TUM News” at regular intervals, which informs about personnel matters, announcements of the Board of Directors, news from the Leibniz Association, and the latest research results of the Institute. Due to the Corona pandemic, a special edition of the Leibniz-LSB@TUM News (Corona-Spezial) was additionally established at the beginning of 2020.



10

The newsletter “Leibniz-LSB@TUM News” has been published ten times. In addition, seven issues of the “Corona-Spezial” were sent out until mid-2020.

## Cooperations

---

The Leibniz Research Network “Bioactive Compounds and Biotechnology” has approved a project application submitted by the Leibniz-Forschungsinstitut für Molekulare Pharmakologie (FMP) and the press office of the Leibniz-LSB@TUM at the beginning of 2021. The funding amount is 30,000 euros and is currently administered by the FMP. The funds will be used to develop a “Leibniz-Wirkstoff-Nachrichten-Portal.”

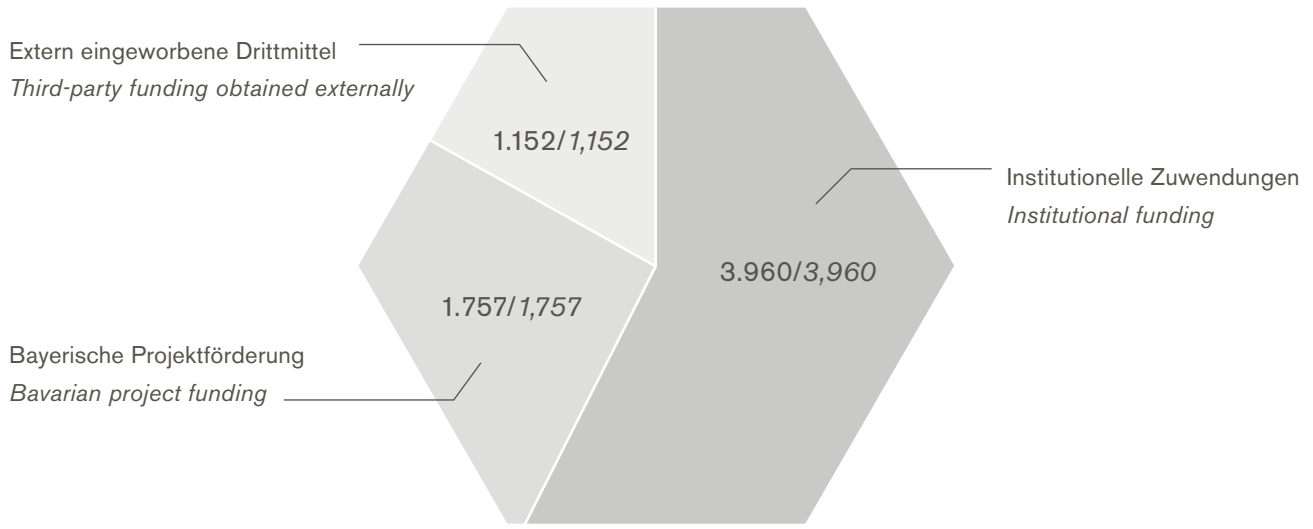
In addition, the press office has expanded its contact with the Bavarian Competence Center for Nutrition (KErn). For example, it actively participated in its communication project “Ernährungsradar,” which is aimed at the target groups of journalists and media-tors <https://www.kern.bayern.de/presse/263174/index.php>. In addition, the Leibniz-LSB@TUM has been a partner institution in the querFELDein network since 2021 <https://www.quer-feld-ein.blog/podcasts/querfeldein-podcast/>.

# Kennzahlen

## Figures

Leibniz-LSB@TUM-Jahresetat 2020 in Tausend Euro  
 Leibniz-LSB@TUM annual budget 2020 in thousands of euros

Gesamtetat \*: 6.869  
 Total budget \*: 6,869



2020      2021

Beschäftigte (gesamt) | Total Staff

80

81



Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler (davon Promovierende) | Scientists (thereof PhD students)

44 (22)

40 (20)



Wissenschaft unterstützendes Personal | Science Supporting Staff

26

29



Administration | Administration

10

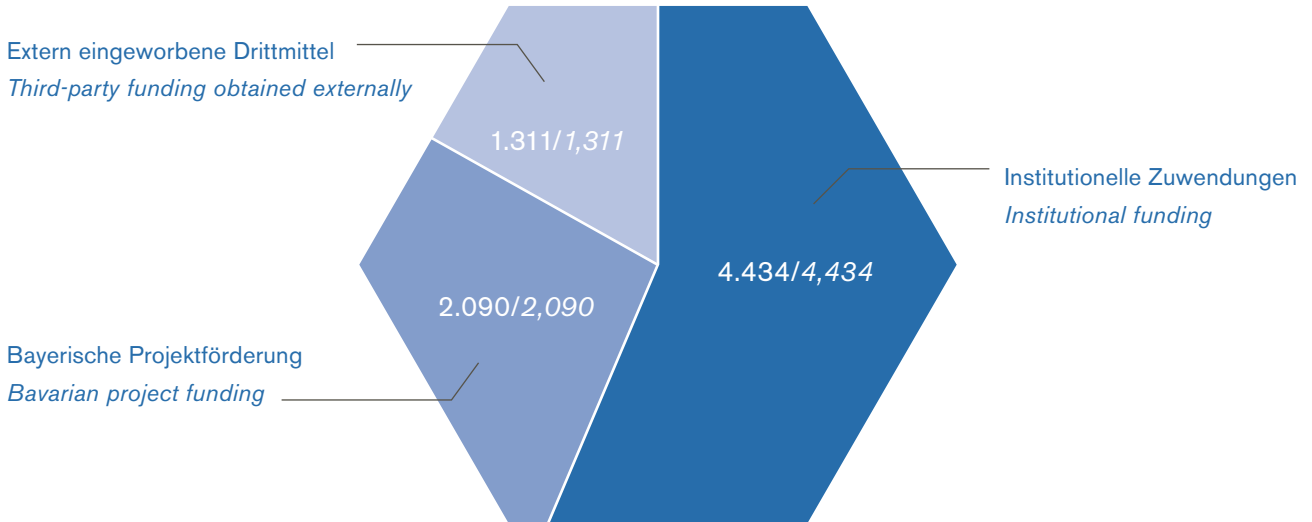
12



Kennzahlen

Leibniz-LSB@TUM-Jahresetat 2021 in Tausend Euro  
 Leibniz-LSB@TUM annual budget 2021 in thousands of euros

Gesamtetat\*: 7.835  
 Total budget\*: 7,835



2020                      2021  
 Promotionen (davon Frauen) | *PhDs completed (thereof women)*



**Veröffentlichungen | Publications**

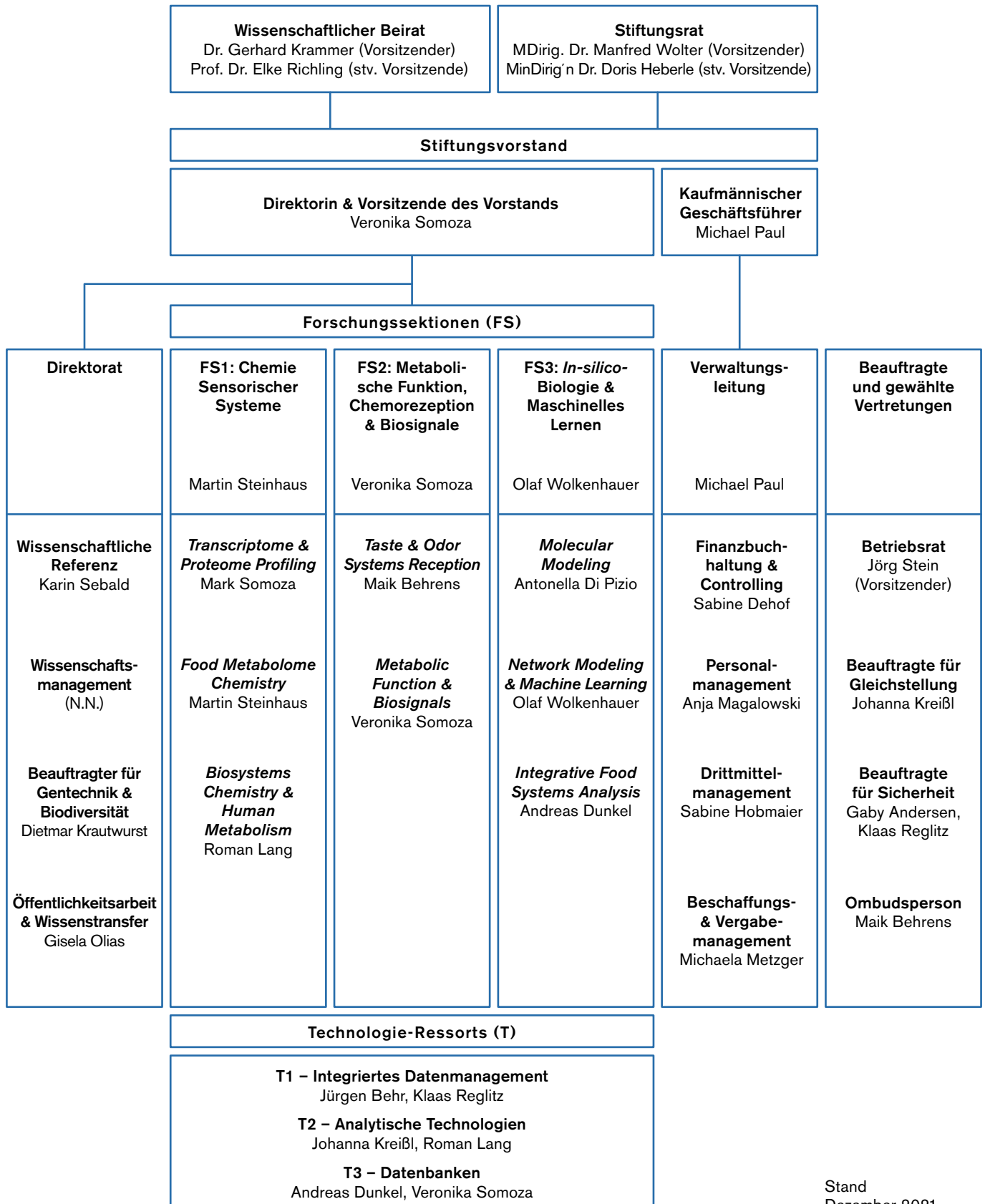
Aufsätze in Zeitschriften mit Begutachtungssystem (davon open access) | *Articles in peer reviewed journals (thereof open access)*



Sonstige | *Others*

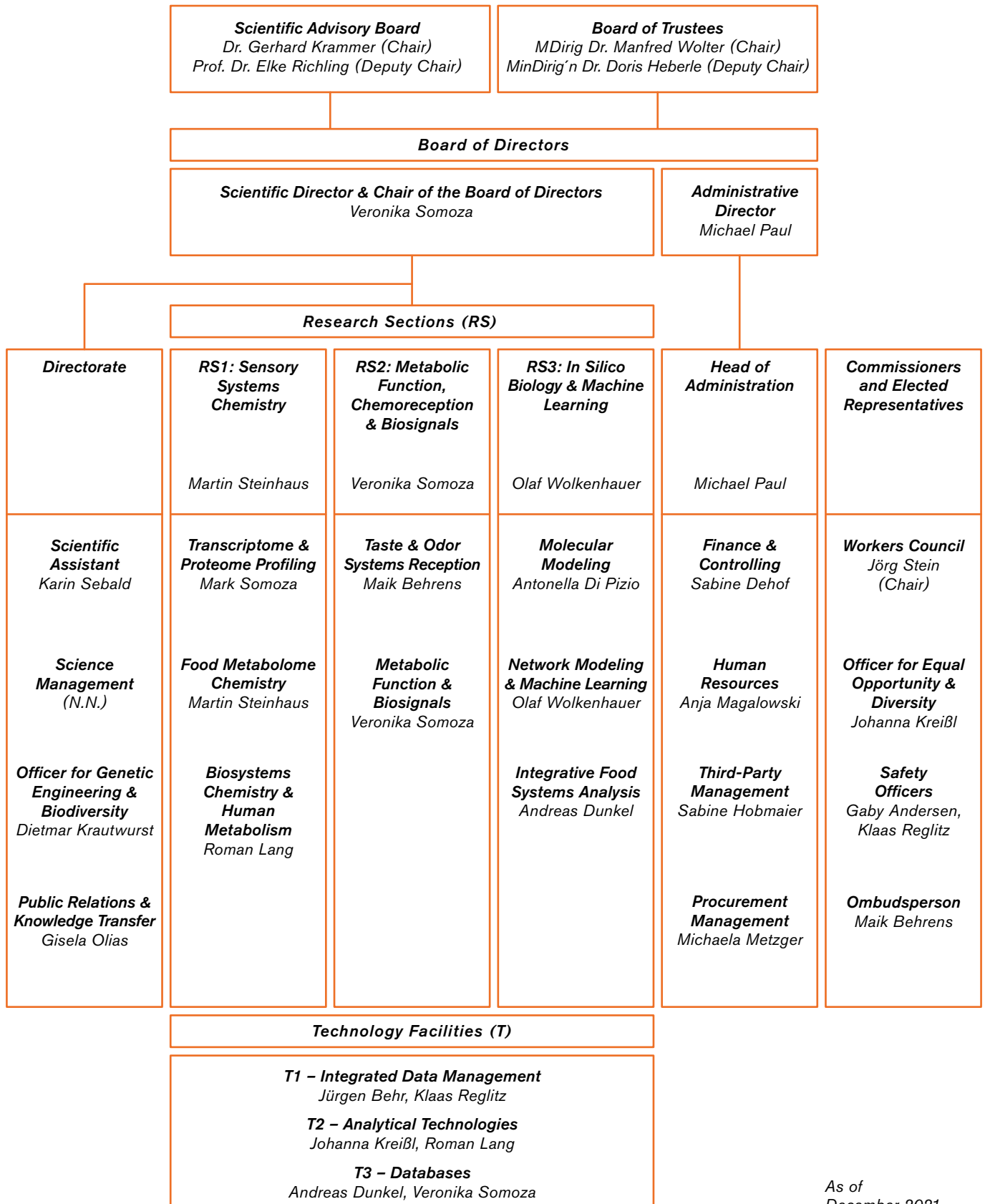


# Organigramm



Stand  
Dezember 2021

# Organization Chart



As of  
December 2021

# Gremien

---

## Stiftungsrat

**Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie**  
vertreten durch Herrn MDirig Dr. M. WOLTER (Vorsitzender)

**Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft**  
vertreten durch Frau MinDirig'n Dr. D. HEBERLE (Stellvertreterin)

**Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft**  
vertreten durch Herrn MinR Dr. R. SCHALLER

**Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz**  
vertreten durch Herrn MinR Dr. R. MAYER

**Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten**  
vertreten durch Herrn MinR Dr. W. SCHAECKE

**Technische Universität München**  
vertreten durch Herrn Prof. Dr. A.-H. MEYER

---

## Wissenschaftlicher Beirat

**Herr Dr. G. E. KRAMMER** (Vorsitzender)  
Symrise AG, Holzminden

**Frau Prof. Dr. E. RICHLING** (stellvertretende Vorsitzende)  
Institut für Lebensmittelchemie und Toxikologie, Technische Universität Kaiserslautern

**Herr Prof. Dr. R. G. BERGER**  
Institut für Lebensmittelchemie, Leibniz Universität Hannover

**Herr Dr. G. BÖCKER**  
Ernst Böcker GmbH & Co. KG, Minden

**Herr Prof. Dr. C. COURTIN**  
*Laboratory of Food Chemistry and Biochemistry, KU Leuven, BE*

**Herr Prof. Dr. K.-H. ENGEL**  
Lehrstuhl für Allgemeine Lebensmitteltechnologie, Technische Universität München, *TUM School of Life Sciences*

**Herr Dr. R. J. FRITSCH**  
*Five Suns Foods, San Francisco, California, US*

**Herr Prof. Dr. Dr. B. KEPPLER**  
Institut für Anorganische Chemie, Fakultät für Chemie, Universität Wien, AT

**Herr Prof. Dr. P. KOLB**  
*Department of Pharmaceutical Chemistry, Philipps-Universität Marburg*

**Frau Prof. Dr. I. KOCH**  
*Molecular Bioinformatics, Goethe-Universität Frankfurt*

**Herr Dr. W. KÜHNL**  
H. Kemper GmbH & Co. KG, Nortrup

**Herr Prof. Dr. P. STEINBERG**  
Max Rubner-Institut, Karlsruhe

## Committees

---

### **Board of Trustees**

**Bavarian Ministry of Economic Affairs, Regional Development and Energy**  
represented by MDirig Dr. M. WOLTER (Chair)

**Federal Ministry of Food and Agriculture**  
represented by MinDirig`n Dr. D. HEBERLE (Deputy Chair)

**Federal Ministry of Food and Agriculture**  
represented by MinR Dr. R. SCHALLER

**Bavarian State Ministry of the Environment and Consumer Protection**  
represented by MinR Dr. R. MAYER

**Bavarian State Ministry of Food, Agriculture and Forestry**  
represented by MinR Dr. W. SCHAECKE

**Technical University of Munich**  
represented by Prof. Dr. A.-H. MEYER

---

### **Scientific Advisory Board**

**Dr. G. E. KRAMMER (Chair)**  
Symrise AG, Holzminden

**Prof. Dr. E. RICHLING (Deputy Chair)**  
Institute of Food Chemistry and Toxicology, Technical University Kaiserslautern

**Prof. Dr. R. G. BERGER**  
Institute of Food Chemistry, Leibniz University Hanover

**Dr. G. BÖCKER**  
Ernst Böcker GmbH & Co. KG, Minden

**Prof. Dr. C. COURTIN**  
Laboratory of Food Chemistry and Biochemistry, KU Leuven, BE

**Prof. Dr. K.-H. ENGEL**  
Chair of General Food Technology, Technical University of Munich,  
TUM School of Life Sciences

**Dr. R. J. FRITSCH**  
Five Suns Foods, San Francisco, California, US

**Herr Prof. Dr. Dr. B. KEPPLER**  
Institute of Inorganic Chemistry, Faculty of Chemistry, University of Vienna, AT

**Herr Prof. Dr. P. KOLB**  
Department of Pharmaceutical Chemistry, Philipps-Universität Marburg

**Prof. Dr. I. KOCH**  
Molecular Bioinformatics, Goethe University Frankfurt

**Dr. W. KÜHNL**  
Kemper GmbH & Co. KG, Nortrup

**Prof. Dr. P. STEINBERG**  
Max Rubner-Institut, Karlsruhe



## **Impressum/Imprint**

### **Herausgeber/Publisher**

Leibniz-Institut für Lebensmittel-Systembiologie  
an der Technischen Universität München  
(Leibniz-LSB@TUM)  
Lise-Meitner-Str. 34, 85354 Freising, Germany  
www.leibniz-lsb.de

### **Redaktion/Editors**

Prof. Dr. Veronika Somoza  
Dr. Gisela Olias

### **Bildnachweis/Photo Credits**

Christian Schraner: Cover (Laborbild/*lab picture*), S. 14, 18, 19, 29, 30, 38 (Laborbild/*lab picture*), 50 r.o., 50 r.u., 57; shutterstock/SciePro: Cover u. S. 38 (gläserne Person/*transparent person*); shutterstock/Africa Studio: S. 34; shutterstock/Tatjana Baibakova: Cover u. S. 38 (Lebensmittel/*foods*); Joseph Krpelan: S. 5 l., 7, 10 (Laborbild/*lab picture*), 12, 15, 20, 22, 24 (Laborbild/*lab picture*), 26, 50 l.o., 50 l.u., 53, 55, 56, 60, 61, 62 m.r., 62 r., 74, 75 r., 76 l., 76 r., 77 l., 78 l., 78 r., 79, 85; Amelie Meßner: S. 5 r.; Nationales Krebsinstitut, US, Renee Comet: S. 16; iStock.com/DragonFly: S. 35 (Weintrauben/*grapes*); iStock.com/EHStock: S. 36 (Weinglas/*wine glass*); privat/*private*: S. 62 l., 62 m.l.; Gisela Olias: S. 63; Martin Steinhaus: S. 75 l.; Universität Rostock: S. 77 r.; Jörg Häsel: S. 81 l.; Verband Deutscher Großbäckereien e.V.: S. 81 r.

### **Grafiken/Graphics**

Antonella Di Pizio: S. 38 (Rezeptorgrafik/*receptor graphic*), 40; Andreas Dunkel: S. 48, 59; iStock.com/Rattana Srinusen: S. 52

### **Textkorrektur/Proofreading**

Dr. Karin Sebald

### **Korrektur englischer Texte/English Text Proofreading**

Agentur Tranzzlate GmbH  
www.tranzzlate.de  
Prof. Mark Somoza, PhD

### **Gestaltung/Layout**

telegrafik berlin

### **Druck/Print**

Druckteam Berlin

© Leibniz-LSB@TUM

Stand Dezember 2021/*As of December 2021*

