

Forschungsfeldbetrachtungen

17. Dezember 2024

1. Ausgangslage	2
2. Die Forschungsfelder	3
2.1 Zirkuläre Bioökonomie im Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungssystem	3
2.2 System- und Elektrotechnik: Vertrauenswürdige Informations- und Kommunikationstechnologien für vernetzte cyberphysische Systeme	12
2.3 Krebsforschung: Translationale Tumorbiologie	19
2.4 Systembiologische Beurteilung von Lebensmittelinhaltsstoffen	27
2.5 Empirische Sozialforschung: Sozialwissenschaftliche Forschungsdateninfrastrukturen	33
3. Perspektiven	39
3.1 Thematischer und strategischer Kontext in der Leibniz-Gemeinschaft	39
3.2 Übergreifende institutionelle Perspektive auf das Wissenschaftssystem	43
Mitwirkende	46
Mitglieder der Arbeitsgruppen	46
Mitglieder des Präsidiums	48
Mitglieder und Gäste des Senatsausschusses Strategische Vorhaben (SAS)	49

1. Ausgangslage

Die Gemeinsame Wissenschaftskonferenz von Bund und Ländern (GWK) bittet die Leibniz-Gemeinschaft, anlässlich von Anträgen für Aufnahmen in die Leibniz-Gemeinschaft und für große strategische Erweiterungsvorhaben, Forschungsfeldbetrachtungen zu erstellen. Der Prozess der Forschungsfeldbetrachtung wurde durch den Senat der Leibniz-Gemeinschaft im Jahr 2020 in Eckpunkten festgehalten.¹

Das Ziel dieses Prozesses ist es, das Potenzial von Ergänzungen in den jeweiligen Forschungsfeldern für die strategische Entwicklung der Leibniz-Gemeinschaft zu bewerten. Dabei geht es insbesondere um Potenziale zur strategischen Ergänzung von Stärken oder die Schließung von Lücken in bestehenden oder sich entwickelnden Schwerpunkten.

Zum Verfahren

Das Verfahren der Forschungsfeldbetrachtung ist dreistufig angelegt:

1. Zunächst beschreibt eine durch die Präsidentin der Leibniz-Gemeinschaft eingesetzte Arbeitsgruppe das betreffende Forschungsfeld. Dabei erfasst die Arbeitsgruppe, welche relevanten internationalen und nationalen Einrichtungen innerhalb und außerhalb der Leibniz-Gemeinschaft im betreffenden Forschungsfeld aktiv sind und welche wissenschaftlichen Fragen und gesellschaftlichen Herausforderungen in dem Forschungsfeld *gegenwärtig* adressiert werden. Die Arbeitsgruppe beschreibt darüber hinaus, welche Forschungslücken bestehen, welche Herausforderungen adressiert werden müssten und welche Entwicklungspfade in dem Forschungsfeld gegenwärtig besonders vielversprechend sind.
2. Das Präsidium bewertet anschließend – auch aus vergleichender Perspektive – den möglichen Beitrag in den Forschungsfeldern vor dem Hintergrund übergreifender strategischer Überlegungen.
3. Der Senatsausschuss Strategische Vorhaben (SAS) schließlich nimmt eine übergreifende institutionelle Perspektive auf das Wissenschaftssystem ein.

Der Ausschuss der GWK entscheidet anschließend unter Berücksichtigung der Forschungsfeldbetrachtung, welche der Vorhaben die Leibniz-Gemeinschaft und der Wissenschaftsrat begutachten sollen.²

Zur aktuellen Verfahrensrunde

Zum 1. September 2024 wurden in der Verfahrensrunde 2028 die folgenden Anträge eingereicht:

1. „Errichtung eines FutureLab bioökonomische Transformation durch systemisch-technische Innovation (Bio-SysTelN) in Verbindung mit der Einrichtung eines Bereichsteils in Niedersachsen (NI)“; Erweiterungsvorhaben am Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie (ATB)

¹ [Forschungsfeldbetrachtungen in der Leibniz-Gemeinschaft – Eckpunkte – \(Beschluss des Senats vom 15. Juli 2020\).](#)

² Siehe hierzu Aufnahmen und große strategische Erweiterungsvorhaben – Verfahrensgrundsätze: <https://www.leibniz-gemeinschaft.de/ueber-uns/organisation/aufnahmen-und-erweiterungen>.

2. Barkhausen Institut (BI); Aufnahmeporhaben
3. Georg-Speyer-Haus, Institut für Tumorbiologie und experimentelle Therapie (GSH); Aufnahmeporhaben
4. „Erfassen, Beurteilen, Vorhersagen & Transfer: Hochleistungstechnologien für die Implementierung der „Lebensmittel-Systembiologie“ am Leibniz-LSB@TUM“; Erweiterungsvorhaben am Leibniz-Institut für Lebensmittel-Systembiologie an der Technischen Universität München (LSB)
5. „SOEP 2.0 – Weiterentwicklung der forschungsbasierten Dateninfrastruktur SOEP zu einer flexiblen und zeitnahen Haushaltsbefragung für Analysen kurzfristigen Wandels und langlaufender gesellschaftlicher Trends“; Erweiterungsvorhaben des Sozio-ökonomischen Panels am Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (SOEP / DIW).

Bezogen auf die fünf Vorhaben hat die Leibniz-Gemeinschaft die folgenden Forschungsfeldbetrachtungen erarbeitet:

1. Zirkuläre Bioökonomie im Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungssystem (Anlass: Erweiterungsvorhaben ATB)
2. System- und Elektrotechnik: Vertrauenswürdige Informations- und Kommunikationstechnologien für vernetzte cyberphysische Systeme (Anlass: Aufnahmeporhaben BI)
3. Krebsforschung: Translationale Tumorbiologie (Anlass: Aufnahmeporhaben GSH)
4. Systembiologische Beurteilung von Lebensmittelinhaltsstoffen (Anlass: Erweiterungsvorhaben LSB)
5. Empirische Sozialforschung: Sozialwissenschaftliche Forschungsdateninfrastrukturen (Anlass: Erweiterungsvorhaben SOEP / DIW)

Die Arbeitsgruppen haben ihre Arbeit im November 2024 abgeschlossen. Das Präsidium hat sich in seiner Sitzung vom 29. November 2024 mit den Forschungsfeldern befasst, der SAS am 17. Dezember 2024.

2. Die Forschungsfelder

2.1 Zirkuläre Bioökonomie im Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungssystem

Bioökonomie bezeichnet „die Erzeugung, Erschließung und Nutzung **biologischer** Ressourcen, Prozesse und Systeme, um Produkte, Verfahren und Dienstleistungen in **allen** wirtschaftlichen Sektoren im Rahmen eines **zukunftsfähigen** Wirtschaftssystems bereitzustellen. Bioökonomische **Innovationen** vereinen biologisches Wissen mit technologischen Lösungen und nutzen die natürlichen Eigenschaften **biogener Rohstoffe** hinsichtlich ihrer **Kreislauffähigkeit**, Erneuerbarkeit und Anpassungsfähigkeit.“³

Die Forschung zu zirkulärer Bioökonomie im Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungssystem zielt in diesem Sinne darauf ab, Prinzipien der Kreislaufwirtschaft in die landwirtschaftliche Produktion und Verarbeitung zu integrieren. Dabei ist es der Anspruch, das gesamte biobasierte Wert-

³ Bioökonomierat (2022): [Bioökonomie: Gemeinsam eine nachhaltige Zukunft gestalten](#).

schöpfungsnetz zu betrachten, inklusive Neben- und Restströmen sowie vor- und nachgelagerten Sektoren. Damit sollen Beiträge geleistet werden zu nachhaltigen Agri-Food-Systemen, die wiederum übergeordneten Zielen dienen, insbesondere der Ernährungssicherung, dem Klima- und Umweltschutz sowie dem Erhalt der Biodiversität.

Der Wandel von einer linearen zu einer zirkulären Wertschöpfung benötigt dabei Forschung zur Optimierung von **Nährstoffkreisläufen**, für eine effizientere **Wassernutzung** sowie die Wiederverwendung, das Recycling und die Rückführung von **Materialien und Nährstoffen** wie Kohlen- und Stickstoff in den biologischen Kreislauf. Dies umfasst auch die **Herstellung von biobasierten Materialien** durch die Umwandlung von Reststoffen in Biokraftstoffe und Biochemikalien sowie von biologisch abbaubaren Produkten. Im Sinne einer nachhaltigen Nutzung biologischer Ressourcen werden Prozesse, Technologien und Methoden der landwirtschaftlichen Produktion und Biomasseverarbeitung bis zur Anwendung (Prototyping) (weiter)entwickelt.

Die zirkuläre Bioökonomie verbindet konvergente Ansätze aus Agrarforschung, Verfahrenstechnik und Umweltwissenschaften mit Data Science / KI und Wirtschaftswissenschaften, um durch die inter- und transdisziplinäre Bündelung von Expertise Herausforderungen zu adressieren, die sich durch komplexe Interdependenzen und Zielkonflikte ergeben.

Das Feld ist thematisch der Forschung im Bereich der Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungswissenschaften zugeordnet, wie auch die transformative Agrarsystemforschung⁴, mit der sich die Leibniz-Gemeinschaft in einer früheren Forschungsfeldbetrachtung befasst hatte. Beide Forschungsfelder beschäftigen sich dabei mit der Implementation nachhaltiger und interdisziplinärer Forschungsansätze, wobei der Fokus in der Agrarsystemforschung stärker auf der Primärproduktion liegt. In beiden Feldern spielen Reallabore eine wichtige Rolle. Diese zielen auf unterschiedlichen Skalenniveaus (vom Betrieb bis zur Landschaft) darauf ab, in enger Kooperation zwischen Wissenschaft und Praktikern eine Verständigung auf zentrale Fragestellungen zu erreichen und gemeinsam Lösungen auszuprobieren.

2.1.1 Das anlassgebende Vorhaben⁵

Die Mission des ATB liegt in der Schaffung wissenschaftlicher Grundlagen und systemisch-technischer Innovationen bis TRL6 (= Technology Readiness Level / Technologischer Reifegrad)⁶ für die Transformation von Agrar-, Lebensmittel-, Industrie- und Energiesystemen in eine nachhaltige biobasierte Kreislaufwirtschaft. Ein Schwerpunkt liegt in der Entwicklung und Integration von Technologien, Techniken, Prozessen und Managementstrategien, um bioökonomische Produktionssysteme zu vernetzen und weitgehend automatisiert zu steuern.

Im „FutureLab Bio-SysTeln“ ist geplant, Agrar-, Umwelt- und Naturwissenschaften mit Informatik / Mathematik, Ingenieur- und Sozialwissenschaften in einem systemwissenschaftlichen Kontext zu kombinieren, um komplexe Fragestellungen ganzheitlich bearbeiten zu können. So sollen die Prozessebenen der nachhaltigen zirkulären Bioökonomie erfasst und mit Data-Science- und KI-Methoden analysiert werden, um neue Techniken (Hard- und Software) und Verfahren zu entwickeln und einzusetzen.

⁴ [Leibniz-Gemeinschaft \(2022\): Forschungsfeldbetrachtung „Transformative Agrarsystemforschung“.](#)

⁵ Die Beschreibung des anlassgebenden Vorhabens ist mit der Einrichtung abgestimmt.

⁶ https://www.ptj.de/lw_resource/datapool/systemfiles/cbox/2373/live/lw_file/definition_des_technologischen_reifegrades.pdf.

Dieser Ansatz soll zur Untersuchung ganzheitlicher Wertschöpfungsnetze in zwei Modellregionen (Berlin-Brandenburg und Osnabrück) vom Labormaßstab über den Pilotmaßstab bis in die landwirtschaftliche und industrielle Praxis skaliert werden, um damit systemisch-technische Grundlagen für ein nachhaltiges zirkuläres bioökonomisches Wirtschaftssystem zu schaffen. Weiterhin sollen die erworbenen Kernkompetenzen für die Transformation technischer, ökonomischer und sozialer Systeme durch die Entwicklung von Lehr-, Aus- und Weiterbildungskonzepten gesichert werden. Ein letzter Baustein liegt im geplanten Dialog mit Politik, Wirtschaft, Industrie und Gesellschaft, um die Gestaltung rechtlicher Rahmenbedingungen zu unterstützen und die Bevölkerung an der Lösung zukünftiger Herausforderungen zu beteiligen.

Das FutureLab Bio-SysTeln zielt auf die Gestaltung einer nachhaltigen Zukunft, will die Resilienz der Gesellschaft und der heimischen Wirtschaft sowie die technologische Souveränität Deutschlands stärken. Es will hierfür Forschung, Innovation und Praxis verbinden, um Lösungen für große Herausforderungen unserer Zeit zu finden.

Die vorgesehenen Partner sind die Hochschule Osnabrück (HSOS), die Universität Osnabrück (UOS), das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI), das Agrotech Valley Forum e. V. (AVF) und das Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZ). Mit Ausnahme des AVF sollen bei allen Partnern zusätzliche Personalstellen angesiedelt sein – darunter sieben gemeinsame Berufungen (davon vier assoziierte Professuren mit je 20 %), drei Nachwuchsgruppen und Personal für die Infrastrukturentwicklung in Brandenburg und Niedersachsen.

Das ATB verfügt im Jahr 2024 über einen Kernhaushalt von 14.243 T€ und grundständig finanziertes Personal im Umfang von 124,8 VZÄ. Das Vorhaben soll im Endausbau (2029) ein Volumen von 8.436 T€ p. a. haben. Als zusätzliches Personal sind 56,0 VZÄ im Endausbau vorgesehen.

2.1.2 Relevante Leibniz-Institute in dem Forschungsfeld

Der Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungsbereich stellt einen thematischen Schwerpunkt in der Leibniz-Gemeinschaft dar. Ausdruck dessen ist auch die Vielzahl an Leibniz-Einrichtungen mit unmittelbaren Bezügen zum Feld *Zirkuläre Bioökonomie im Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungssystem*.

In der **Sektion E – Umweltwissenschaften** gestaltet das Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (**ZALF**) nachhaltige Anbausysteme auf Grundlage seiner Analysen von Zusammenhängen auf der Feld-, Landschafts- und globalen Ebene. Die Interdependenzen zwischen Landschaft, Gesellschaft und Ökonomie werden ebenfalls in den Blick genommen. Die Forschung des ZALF zur Transformation von Anbausystemen hat einen unmittelbaren Bezug zur zirkulären Bioökonomie. Das Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (**IGZ**) erarbeitet wissenschaftliche Grundlagen für eine nachhaltige Gemüseproduktion, die essenziell für die Verwirklichung der zirkulären Bioökonomie ist. Das Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (**IGB**) betreibt ökosystemare Forschung an Binnengewässern, u. a. zu Biodiversität oder nachhaltiger Aquakultur. Damit ist seine Forschung für einzelne Gegenstandsbereiche der zirkulären Bioökonomie einschlägig. Das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (**PIK**) untersucht den globalen Klimawandel und seine ökologischen, ökonomischen und sozialen Folgen und entwickelt Lösungsstrategien für eine zukunftsfähige Entwicklung von

Mensch und Natur. Vielfältige Forschungsarbeiten des PIK, etwa zur Landnutzung im Zusammenhang mit nachhaltiger Landwirtschaft, können direkt zum Feld beitragen.

In der **Sektion C – Lebenswissenschaften** forscht das Deutsche Institut für Ernährungsforschung Potsdam-Rehbrücke (**DIfE**) zur Ernährung und ihrer Wirkung auf die menschliche Gesundheit. Diese Grundlagenforschung bildet einen wichtigen Baustein der Konzeptentwicklung für die Produktion gesunder Lebensmittel. Das Leibniz-Institut für Pflanzenbiochemie (**IPB**) untersucht die Biosynthese sowie biologische Funktionen und Wirkmechanismen von pflanzlichen und pilzlichen Naturstoffen. Die Erkenntnis, wie sich Pflanzen durch die Interaktion mit ihrer Umwelt anpassen bzw. entwickeln, ist auch für die Planung nachhaltiger Produktionsprozesse relevant. Das Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (**IPK**) widmet sich vornehmlich dem Erhalt und der Erschließung und Nutzbarmachung der genetischen Diversität von Kultur- und Wildpflanzen. Damit trägt es zur Sicherung der Versorgung mit Nahrungsmitteln, Roh- und Wertstoffen sowie Energieträgern und zur Weiterentwicklung einer ressourcenschonenden Pflanzenproduktion bei. Das Leibniz-Institut für Lebensmittel-Systembiologie an der Technischen Universität München (**LSB**) erforscht die physiologischen und sensorischen Inhaltsstoffe von Lebensmitteln, um neue Ansätze für deren nachhaltige Produktion zu entwickeln. Neben den gesundheitlichen und nutritiven Bedürfnissen werden dabei auch geschmackliche Präferenzen betrachtet. Anknüpfungspunkte im Bereich der Biodiversitätsforschung bieten das Leibniz-Institut zur Analyse des Biodiversitätswandels (**LIB**), das Museum für Naturkunde – Leibniz-Institut für Evolutions- und Biodiversitätsforschung (**MfN**) sowie die Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung (**SGN**). Das Wissen zum Erhalt der Biodiversität hilft in der zirkulären Bioökonomie bei der Entwicklung einer nachhaltigen Primärproduktion.

In der **Sektion D – Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften** grenzt die Forschung zu Werkstoffen der Leibniz-Institute für Neue Materialien (**INM**), für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden (**IFW**), für Verbundwerkstoffe (**IVW**) sowie für Werkstofforientierte Technologien (**IWT**) an das Feld an. Hier wird u. a. zu biobasierten Materialien bzw. deren Produktionsverfahren geforscht, biologische Prinzipien werden auf das Design neuer Materialien, Strukturen und Oberflächen übertragen. Das Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik (**IHP**) forscht zu drahtlosen Systemen und Anwendungen, Hochfrequenz-Schaltkreisen, Technologieplattformen für drahtlose und Breitbandkommunikation sowie Materialien für die Mikro- und Nanoelektronik. Damit kann es bspw. beitragen zur Entwicklung von Sensoren und Drohnen für die Präzisionslandwirtschaft. Im Bereich der Mikrobiologie eignet sich z. B. kaltes Atmosphärendruckplasma zur Lebensmittelentkeimung. Das Leibniz-Institut für Plasmaforschung und Technologie (**INP**) befasst sich u. a. mit dieser Thematik und kann damit Anknüpfungspunkte bieten. Das Weierstraß-Institut für Angewandte Analysis und Stochastik, Leibniz-Institut im Forschungsverbund Berlin (**WIAS**) kann auf dem Gebiet der mathematischen Systemmodellierung zum Feld beitragen.

In der **Sektion B – Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Raumwissenschaften** forscht das Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Transformationsökonomien (**IAMO**) u. a. zur Entwicklung resilienter Agrarsysteme sowie zur Sicherung der Welternährung und wettbewerbsfähigen Lieferketten. Die Analysen zu Märkten im Agrar- und Ernährungssektor sowie zu Betrieben und Strukturen im ländlichen Raum können dafür genutzt werden, den Umsetzungserfolg der zirkulären Bioökonomie zu bewerten. Das Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (**IÖR**) möchte die Transformation zu nachhaltigen und resilienten Regionen und Städten beschleunigen und umsetzen. Ein Forschungsschwerpunkt liegt auf Analysen zu

Landnutzung und wirtschaftlichen Interaktionen unter Einbezug von Ökosystemen, Ressourcen etc. Damit können beispielsweise Arbeiten zu bioökonomischen Systemen im Industriemaßstab unterstützt werden.

2.1.3 Weitere national und international bedeutsame Einrichtungen in dem Forschungsfeld

Im nationalen und internationalen Umfeld beschäftigen sich zahlreiche Einrichtungen mit bioökonomischen Themen. Bezogen auf das Forschungsfeld werden hier einschlägige nationale und internationale Einrichtungen und Verbände exemplarisch aufgeführt.

Nationale Perspektive

Das **Bioeconomy Science Center (BioSC)**⁷ ist ein Kompetenzzentrum von RWTH Aachen, Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (HHUD), Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn und Forschungszentrum Jülich. Diese forschen gemeinsam zu smarter Pflanzenproduktion, integrierten Bioraffinerien, Biotransformation (Wertstoffherstellung) und technologischen Innovationen. Im **Forschungsverbund Modellregion Bioökonomie im Rheinischen Revier**⁸ soll durch die Implementierung biobasierter Geschäftsmodelle ein Strukturwandel verwirklicht werden. Vierzehn vernetzte Innovationslabore sind hierfür in drei Themenfeldern (Innovative Landwirtschaft, Biotechnologie & Kunststoffwirtschaft, Integrierte Bioraffinerie) gebündelt. Das **Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ)**⁹ erforscht u. a. nachhaltige Bioprozesse als Ersatz für fossilbasierte Synthesen von Chemikalien und Energieträgern zur Transformation des Wirtschaftssystems. Neben den Methoden werden auch Politikoptionen und innovative (bio-)technologische Verfahren untersucht. Eines der sieben „Strategischen Forschungsfelder“ der **Fraunhofer-Gesellschaft** ist der Bioökonomie gewidmet. Zehn Fraunhofer-Institute (u. a. die **Fraunhofer-Institute für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik (IGB)**, **für System- und Innovationsforschung (ISI)**, **für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik (UMSICHT)**, **für Verfahrenstechnik und Verpackung (IVV)**) haben eine Roadmap „Zirkuläre Bioökonomie für Deutschland“¹⁰ entwickelt, in der wissenschaftlich-technologische Potenziale und Handlungsempfehlungen für die Politik dargestellt werden. Zu den Forschungsthemen der Fraunhofer-Institute auf dem Gebiet der Bioökonomie gehören das Kohlenstoff-Management, neue Wertschöpfungsparadigmen oder die Skalierung von Prozessen und Technologien. Die „Initiative für Biogene Wertschöpfung und Smart Farming“ zielt darauf ab, Technologien für eine nachhaltige Erzeugung und Weiterverarbeitung landwirtschaftlicher Produkte zu entwickeln. Das **Deutsche Institut für Lebensmitteltechnik (DIL)**¹¹ setzt einen biotechnologischen Schwerpunkt. Es entwickelt innovative, ressourceneffiziente Technologien für die Lebensmittelindustrie, um biologische Rohstoffe optimal zu nutzen und in hochwertige Produkte zu transformieren. Das DIL ist gemeinsam mit der Stiftung Tierärztliche Hochschule Hannover Partner

⁷ <https://www.biosc.de/ueber-biosc>.

⁸ <https://www.forschungsverbund-biooekonomie.de/>.

⁹ <https://www.ufz.de/index.php?de=34208>.

¹⁰ <https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/de/forschung/FSF/biooekonomie/Zirkulaere-Biooekonomie-fuer-Deutschland.pdf>.

¹¹ <https://www.dil-ev.de/de/forschung.html>.

im von der Universität Göttingen initiierten Forschungs- und Transferverbund „Zukunft Ernährung Niedersachsen“ (ZERN)¹², der darauf abzielt, eine integrative Perspektive auf die Bereiche Ernährung, Landwirtschaft und Umwelt einzunehmen und eine nachhaltige Erzeugung, Verarbeitung und Vermarktung von Lebensmitteln zu ermöglichen. Das **Deutsche Biomasseforschungszentrum** (DBFZ)¹³ betreibt angewandte Forschung zur energetischen und integrierten stofflichen Nutzung biogener Ressourcen.

Auch in der universitären Forschung gibt es zahlreiche Einrichtungen mit bioökonomischen Schwerpunkten, u. a. zur Nachhaltigkeit, zum Ressourcenmanagement oder zur Bioökonomie im engeren Sinn. Die **Universität Hohenheim**, die **TU München**, die **Eberhard-Karls-Universität Tübingen**, die **Friedrich-Wilhelms Universität Bonn**, die **Universitäten Rostock** und **Kassel** sowie die **Justus-Liebig-Universität Gießen** forschen zu nachwachsenden Rohstoffen und Bioressourcen, nachhaltiger Entwicklung oder Bioraffinerien.

Internationale Perspektive

Die **Wageningen University & Research** (WUR)¹⁴ in den Niederlanden entwickelt u. a. neue Produktionssysteme im Lebensmittel und Non-food-Bereich, um eine Transformation zur zirkulären Bioökonomie zu erreichen. Weitere Themen betreffen z. B. Biodiversität, Klimawandel, Welternährung sowie KI. WUR bewirtschaftet drei experimentelle Farmen mit Nutztieren, etwa zur Erforschung von Futtermitteln oder Milchwirtschaft. Das **National Research Institute for Agriculture, Food and Environment** (INRAE)¹⁵ in Frankreich benennt sechs Forschungsthemen an den Schnittstellen von Agrarforschung, Lebensmitteln und Umwelt: Agroökologie, Biodiversität, Klimawandel und Risiken, Bioökonomie, Lebensmittel und globale Gesundheit, Gesellschaft und regionale Strategien. INRAE koordiniert dabei mehrere Forschungsinfrastrukturen u. a. zur Datensammlung von Tieren, Pflanzen, Mikroorganismen sowie Klima- und Satellitendaten. In Dänemark haben acht Universitäten (u. a. Aarhus, Aalborg, Kopenhagen, Roskilde) das **Centre for Sustainable Agrifood Systems** (START)¹⁶ gegründet mit interdisziplinären Forschungszentren u. a. zu Future Agrifood Systems, Circularity of Nutrients, Sustainable Food Processing and Manufacturing. Damit fördern sie den Wissensaustausch über Universitätsgrenzen hinweg und ermöglichen den Forschenden interdisziplinäre Kooperationen. Die **Universität für Bodenkultur Wien** (BOKU)¹⁷ in Österreich forscht in den Kompetenzfeldern (1) Ökosystemmanagement und Biodiversität, (2) Landwirtschaftliche Produktion und Lebensmittel, (3) Nachwachsende Rohstoffe und neue Technologien, (4) Biotechnologie, (5) Landschaft, Wasser, Lebensraum und Infrastrukturen sowie (6) Ressourcen und gesellschaftliche Dynamik. Dabei benennt sie die übergeordneten Schwerpunkte Bioökonomie und Nachhaltigkeit, um zukünftig fossile Kohlenstoffquellen und nicht-nachwachsende Rohstoffe zu vermeiden und eine Kreislauforientierung zu implementieren. Die BOKU betreibt eine Versuchswirtschaft, um Langzeitversuche zur Verbesserung der Bodengesundheit, Ernteer-

¹² <https://zern-verbund.de/>.

¹³ <https://www.dbfz.de/forschung/forschung-entwicklung>.

¹⁴ <https://www.wur.nl/en/research-results.htm>.

¹⁵ https://www.inrae.fr/en/learn-understand#anchor1_1.

¹⁶ <https://start.uni.dk/research-hubs>.

¹⁷ <https://boku.ac.at/forschung>.

träge und Biodiversität durchzuführen. In der Schweiz betreibt das **Department Umweltsystemwissenschaften der ETH-Zürich**¹⁸ Forschung zu den fünf Schwerpunkten Klimawandel, Ernährungssicherheit, Nachhaltige Ressourcennutzung, Biologische Vielfalt und Anpassung sowie Ökosystemprozesse und -leistungen. An zwei Forschungsstationen (eine mit Schwerpunkt Tierhaltung und eine zu Pflanzen) werden u. a. Agrarökosysteme für eine nachhaltige Nahrungsmittelproduktion oder Wasser- und Nährstoffkreisläufe untersucht, um natürliche Prozesse und gesellschaftliche Bedürfnisse in Einklang zu bringen. Das **U.S. Department of Agriculture (USDA)**¹⁹ beforscht u. a. Themen wie Bioökonomie, Landwirtschaft, Lebensmittel und Ernährung sowie Gesundheit und Sicherheit. Alle diese Einrichtungen widmen sich den großen globalen Herausforderungen der Ernährungssicherung, des Klimawandels und des Biodiversitätsverlustes aus der bioökonomischen Perspektive. Die University of California, Davis (**UC Davis**, College of Agricultural and Environmental Sciences)²⁰ forscht zu Nachhaltigkeit und Klimawandel, auch mittels Living Labs. Am Institute for Sustainability, Energy and Environment der **University of Illinois Urbana-Champaign (UIUC)**²¹ werden interdisziplinäre Ansätze genutzt für Lösungen zu gegenwärtigen und zukünftigen Nachhaltigkeits-, Energie- und Umweltproblemen.

2.1.4 Wissenschaftliche Fragen, gesellschaftliche Herausforderungen, Forschungslücken und Entwicklungspfade

Im Folgenden wird ausgeführt, welche wissenschaftlichen Fragen und Herausforderungen im Feld gegenwärtig adressiert werden bzw. adressiert werden sollten und welche Entwicklungspfade besonders vielversprechend erscheinen.

Gegenstände

Der Wissenschaftsrat unterstreicht in aktuellen Empfehlungen die Notwendigkeit einer **systemischen Orientierung** der Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungswissenschaften (ALE) hin zur Agrarsystemtransformation, die eine verstärkt inter- und transdisziplinär ausgerichtete Forschung erfordere.²²

In diesem Sinne ist die zirkuläre Bioökonomie von hoher Relevanz für die Lösung gesellschaftlicher und ökologischer Herausforderungen, sei es der Schutz der Ernährungssicherheit, der Biodiversität oder des Klimas. Sie zielt auf den Umwelt- und Ressourcenschutz, wie er in den Sustainable Development Goals der Vereinten Nationen beschrieben ist. Dabei können **Zielkonflikte** zwischen Umwelt- und Ressourcenschutz und der Steigerung von Produktivität durch den Einsatz belastbarer Kreislaufsysteme verringert bzw. potenziell überwunden werden. Durch die Einbindung vor- und nachgelagerter Sektoren geht die zirkuläre Bioökonomie über die klassische Agrar-Primärproduktion hinaus und kann die hier bestehenden Forschungs- und Innovationslücken schließen. Welche Lücken genau durch das anlassgebende Vorhaben geschlossen werden könnten, wäre im Zuge der Begutachtung zu prüfen.

Eine zentrale Voraussetzung für den Innovationserfolg im Bereich der zirkulären Bioökonomie

¹⁸ <https://usys.ethz.ch/forschung/schwerpunkte.html>.

¹⁹ <https://www.usda.gov/priorities>.

²⁰ <https://caes.ucdavis.edu/>.

²¹ <https://sustainability.illinois.edu/>.

²² [Wissenschaftsrat \(2024\): Perspektiven der Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungswissenschaften](#).

ist die **Skalierbarkeit in die landwirtschaftliche und industrielle Praxis**. Dafür ist die Auswahl geeigneter Modellregionen mit unterschiedlichen Standortbedingungen von entscheidender Bedeutung. Bei einer Begutachtung des anlassgebenden Vorhabens wären die ausgewählten Modellregionen insbesondere unter dem Gesichtspunkt des Potenzials für eine Hochskalierung von Erkenntnissen zu überprüfen.

Neue Erkenntnisse können zudem insbesondere dort entstehen, wo die **Landwirtschaft mit anderen Wirtschaftsbereichen wie Handwerk und Industrie** vernetzt wird. Es gilt, landwirtschaftliche und industrielle Produktionsprozesse in ihren Synergiepotenzialen zu betrachten. So bergen z. B. biobasierte Kunststoffe für die Automobilindustrie das Potenzial, zirkuläres Wirtschaften in industrielle Produktionsprozesse zu integrieren. Eine wichtige Rolle spielt dabei die Übereinstimmung von Angebot und Nachfrage von Materialien, die bei der Modellierung von Prozessen zu berücksichtigen sein wird. Insgesamt sind die Technologien zur effizienten Umwandlung von Agrarreststoffen in wertvolle Biomaterialien noch nicht ausreichend entwickelt. Das anlassgebende Vorhaben kann dazu beitragen, diese Forschungslücke zu schließen.

Die Transformation vorhandener, linearer Wertschöpfungsketten in effiziente, nachhaltige und **biobasierte Wertschöpfungsnetze** ist die übergreifende Herausforderung im Forschungsfeld. Um sie zu bearbeiten, bedarf es systemisch-technischer Expertise, die mit wirtschaftswissenschaftlicher Kenntnis der jeweiligen Märkte und Akteursgruppen verbunden werden muss. Es bedarf der Entwicklung umfassender Modelle, um die ökologischen, sozialen und ökonomischen Effekte zirkulärer Ansätze ganzheitlich zu bewerten. Auf der technisch-systemischen Seite mangelt es derzeit insbesondere noch an detaillierten **Life Cycle Assessments (LCA)** für biobasierte Produkte, die sämtliche Umweltwirkungen wie Wasserverbrauch, CO₂-Fußabdruck und Biodiversitätsverlust berücksichtigen. Auf der wirtschaftlichen Seite steht die Frage im Mittelpunkt, wie man aus dem Pilotmaßstab **tragfähige Geschäftsmodelle** entwickeln kann, die im unternehmerischen Wettbewerb Bestand haben. Ein wesentlicher Baustein dafür ist auch die **Regulatorik auf nationaler und europäischer Ebene**. Derzeit fehlt es noch an klaren Richtlinien und Anreizstrukturen, um Unternehmen aus Landwirtschaft und Industrie zum Umstieg auf biobasierte und zirkuläre Wertschöpfungsnetze zu motivieren.

Methoden

Beim **Reallabor- bzw. Living-Lab-Ansatz** in Modellanlagen und -regionen handelt es sich um einen erprobten Forschungsmodus. Die Implementierung scheiterte in der Vergangenheit allerdings öfter an fehlenden Ressourcen über die Projektebene hinaus, um Erkenntnisse in einer Langzeitperspektive und in größeren räumlichen Skalen gewinnen zu können.²³ Vor diesem Hintergrund sind längerfristig angelegte Vorhaben grundsätzlich zu begrüßen. Im Zuge einer möglichen Begutachtung wäre das anlassgebende Vorhaben zu konkretisieren und auf bestehende Vorhaben – auch an der Schnittstelle zum Forschungsfeld der transformativen Agrarsystemforschung – zu beziehen.

Die Integration von **digitaler Sensorik, künstlicher Intelligenz und Robotik** in biobasierte Wertschöpfungsketten bietet große Potenziale für die Optimierung von Ressourcennutzung und Kreislaufprozessen. Präzisionslandwirtschaft kann helfen, Nährstoff- und Wassereinsatz

²³ Vgl. [Leibniz-Gemeinschaft \(2022\): Forschungsfeldbetrachtung „Transformative Agrarsystemforschung“](#), S. 9.

zu minimieren und Abfallmengen zu reduzieren. Eine erfolgreiche und flächendeckende Integration jener Technologien in das Agrarsystem erfordert erhebliche Investitionen, die im Anschluss an die Erprobung in Modellregionen berücksichtigt werden müssen. Eine weitere methodische Säule der zirkulären Bioökonomie im Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungssystem ist die Arbeit mit **Mikrobiom-Technologien**, die molekularbiologische, bioinformatische und statistische Verfahren verbindet. Ein Anwendungsbeispiel besteht darin, den Einfluss des Mikrobioms auf die Entwicklung von Früchten am Baum bis hin zur Lagerung und Verarbeitung zu bestimmen und gezielt zu beeinflussen.

Infrastrukturen

Die Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungswissenschaften sind durch eine große Vielfalt an Forschungs- und Entwicklungsinfrastrukturen gekennzeichnet. Diese Vielfalt ist notwendig, um komplexe Forschungsfragen standortübergreifend und entlang verschiedener Skalen auch mit außerwissenschaftlichen Akteuren erfolgreich zu bearbeiten und bildet eine wesentliche Grundlage für die Entwicklung von Innovationen im Rahmen systemischer Ansätze. Laut Wissenschaftsrat bedarf es „angesichts der zunehmenden Verknappung von Ressourcen, des erhöhten Kostendrucks und der Notwendigkeit, Einsparungspotenziale zu identifizieren, (...) einer übergreifenden strategischen Abstimmung innerhalb der einzelnen wie zwischen den verschiedenen Einrichtungen über Lücken, wechselseitige Ergänzungen oder mögliche Redundanzen“²⁴. In diesem Sinne kommt der strategischen Vernetzung und Weiterentwicklung von Forschungsinfrastrukturen unter Integration inter- und transdisziplinärer Forschungsansätze für die Zukunftsfähigkeit des Forschungsfelds eine Schlüsselrolle zu. Im Falle des anlassgebenden Vorhabens wären im Zuge einer Begutachtung die hierbei zu hebenden Potenziale besonders zu prüfen.

Ein besonderer Anspruch muss es zudem sein, die Erfassung und das Management von in agrartechnischen Modellregionen gesammelten Forschungsdaten so zu gestalten, dass sie unter „FAIR“-Gesichtspunkten nutzbar sind. Strukturbildend ist hier insbesondere das Konsortium FAIRagro der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI).²⁵

Transfer

Die zirkuläre Bioökonomie im Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungssystem birgt das Potenzial, wertvolles **Handlungswissen für Gesellschaft und Politik** bereitzustellen. Bezogen auf konkrete technologische Innovationen zum Aufbau einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft sollte diese Transferpartnerschaft gestärkt werden.

Gesellschaftlich steht die **soziale Akzeptanz** von Innovationen im Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungssystem im Mittelpunkt. Um sie zu stärken, bedarf es einer Beteiligung der relevanten gesellschaftlichen Gruppen im Sinne transdisziplinärer Forschung. Neben der Integration gesellschaftlicher Wissensbestände und Fragestellungen in co-kreativen Prozessen geht es auch darum, **Erfolgskriterien für zirkuläre Bioökonomieforschung** zu entwickeln, die transparent sind und breit nachvollzogen werden können.

Darüber hinaus von hohem Interesse ist der Technologietransfer in die Industrie, auch unter Berücksichtigung der Skalierbarkeit und Wirtschaftlichkeit der Innovationen.

²⁴ [Wissenschaftsrat \(2024\): Perspektiven der Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungswissenschaften](#), S. 45.

²⁵ <https://fairagro.net>.

2.2 System- und Elektrotechnik: Vertrauenswürdige Informations- und Kommunikationstechnologien für vernetzte cyberphysische Systeme

Das Forschungsfeld „Vertrauenswürdige Informations- und Kommunikationstechnologien für vernetzte cyberphysische Systeme“ befasst sich mit der Entwicklung, Optimierung und Anwendung von sicheren, zuverlässigen und robusten Technologien zur Kommunikation und Interaktion cyberphysischer Systeme. Diese Technologien bilden die Grundlage dafür, dass technische Systeme – wie Maschinen, Autos, Medizinprodukte, aber auch Alltagsgegenstände wie Uhren, Kameras oder Türschlösser – Daten austauschen, verarbeiten und komplexe Aufgaben effizient, zuverlässig und ressourcensparend lösen können.

Moderne vernetzte cyberphysische Systeme integrieren digitale Standardtechnologien, etwa Cloud- und Edge-Computing, künstliche Intelligenz (KI) und smarte Sensorik. Standardisierte und interoperable Kommunikationsprotokolle bilden die Basis für robuste cyberphysische Systeme. Ein zentraler Aspekt ist die Gewährleistung der Datenvertraulichkeit, -integrität und -verfügbarkeit, umgesetzt unter anderem durch Sicherheitstechnologien wie verlässliche Authentifizierung, Verschlüsselung und Kontrollen. Die **Vertrauenswürdigkeit** dieser Systeme ist entscheidend sowohl für ihren Einsatz in kritischen Bereichen, so der Energieversorgung, im Gesundheitswesen oder in der vernetzten Produktion als auch zur Förderung von Nutzervertrauen und Akzeptanz in sensiblen Anwendungsfeldern.

Vertrauenswürdige cyberphysische Systeme setzen Hard- und Software voraus, die eine sichere Verarbeitung von Information und eine sichere Interaktion mit ihrer Umwelt gewährleisten. Die Forschung im Feld umfasst daher Arbeiten zu Authentifizierungsprotokollen, vertrauenswürdige Cloud-basierte Verarbeitung von Daten, End-to-End-Verschlüsselung, Verfahren zur Einhaltung von Datenschutzvorgaben bei gleichzeitiger Unterstützung einer möglichst flexiblen Datennutzung und Mechanismen zur Sicherstellung von Datenintegrität. Darüber hinaus werden energieeffiziente Sensoren, (intelligente) Recheneinheiten und sichere Kommunikationsprotokolle benötigt. Es bedarf zusätzlich neuer Methoden, welche die gesamte Hardware und Software-Zulieferkette prüfen sowie die Komponenten und Elemente validieren. Dies soll durch standardisierte Protokolle und Schnittstellen gelingen, die die Kompatibilität und Interoperabilität zwischen verschiedenen Systemen gewährleisten.

Für die Vertrauenswürdigkeit hat die **Resilienz** von Systemen eine besondere Bedeutung. Vertrauenswürdige resiliente Systeme sollten ihre Funktionalität und Leistung auch unter widrigen Umständen aufrechterhalten oder nach Störungen rasch wiederherstellen. Dazu werden die Kernaspekte Robustheit, Redundanz, Adaptivität, Selbstheilung, kontrollierte Degradation und schnelle Wiederherstellung sowohl auf Hard- als auch Softwareebene erforscht.

Vertrauenswürdige Informations- und Kommunikationstechnologien für vernetzte cyberphysische Systeme erfordern stets ein Hardware-Software-Codesign sowie die interdisziplinäre Zusammenarbeit verschiedener Bereiche wie der Informatik und der Elektrotechnik mit den jeweiligen Anwendungsgebieten wie der Medizintechnik, Smart Cities, dem Produktions- oder Agrarbereich. Die Realisierung sicherer vernetzter cyberphysischer Systeme benötigt zudem eine enge Kooperation und einen intensiven Wissensaustausch zwischen akademischer Forschung und Industrie.

2.2.1 Das anlassgebende Vorhaben²⁶

Das zentrale Forschungsziel des Barkhausen Instituts (BI) liegt darin, die Vertrauenswürdigkeit der vernetzten Welt, konkret des Internets der Dinge, zu erhöhen. Die Forschungsschwerpunkte des BI liegen auf den Vertrauenswürdigkeits-Charakteristika, Zurechenbarkeit, Wahrung der Privatsphäre (Privacy), Authentizität, Integrität sowie Verfügbarkeit. Gegenwärtig betreibt das BI seine anwendungsorientierte Grundlagenforschung in drei Forschungsbereichen (FB):

Der FB „Trustworthy Digital Architectures“ befasst sich mit den Schwerpunktthemen Vertrauenswürdigkeit von Hardware-Plattformen und Betriebssystemsoftware. Das erklärte Ziel ist die Entwicklung digitaler Architekturen, die *by design* vertrauenswürdig sind. Zu diesem Zweck wird u. a. jährlich ein Test-Chip (Multiprozessor-Plattformchip) entworfen und mit einem neuartigen Betriebssystem-Ansatz kombiniert. Die Ergebnisse werden über Open-Source-Lizenzen verfügbar gemacht.

Der FB „Trustworthy Physical Interfaces“ widmet sich der vertrauenswürdigen Funk-Kommunikation vernetzter Geräte. Die Vertrauenswürdigkeit der Funksysteme muss idealerweise von Beginn an begleitend erforscht werden, um bei den teilweise für Jahrzehnte festgelegten Standardisierungen Berücksichtigung zu finden. Gleichzeitig darf die eigentliche Funktionalität nicht beeinträchtigt werden. Die Funkwellen sollen zukünftig auch für das Sensing, also die Umgebungserfassung (Radar) und die Erfassung von stofflichen Eigenschaften (Spektroskopie), verwendet werden. Im FB werden bspw. neue Wellenformen, Antennen und integrierte Funkschaltungen entwickelt.

Im FB „Methodologies for Trustworthiness“ werden neuartige Methoden und Werkzeuge der Systementwicklung erforscht, die die Merkmale der Vertrauenswürdigkeit bereits zu Beginn einbeziehen und möglichst automatisiert sowie maschinell anwendbar sind. Für die Spezifikationen werden Programmiersprachen und Compiler entwickelt. Das vom Compiler erzeugte Ergebnis in Form ausführbarer Software wird verifiziert. Zukünftige Entwicklerinnen und Entwickler sollen mit diesen Methoden und Werkzeugen vertrauenswürdige Systeme entwickeln können.

Der Wissens- und Technologietransfer erfolgt in die Wissenschaft über Publikationen und Workshops, in die Industrie über Standardisierung sowie Ausgründungen und in die Gesellschaft über Veranstaltungen sowie Politikberatung. Die Wissenschaftskommunikation ist in einer eigenen Abteilung gebündelt, die verschiedene Veranstaltungsformate sowie das Wissenschaftsforum COSMO mit Workshops und Ausstellungen organisiert.

Das BI ist eine wissenschaftlich und rechtlich selbstständige Einrichtung in der Rechtsform einer gGmbH. Die Geschäftsführung (bestehend aus einer wissenschaftlich-strategischen und einer operativen Leitung) wird durch eine Gesellschafterversammlung sowie -delegation und einen Wissenschaftlichen Beirat begleitet.

Das Barkhausen Institut verfügt im Jahr 2024 über eine Förderung durch das Sitzland Sachsen in Höhe von 8.482 T€. Das Institut soll laut Antrag mit einem Volumen von 12.000 T€ p. a. ab dem Jahr 2028 in die gemeinsame Förderung von Bund und Ländern aufgenommen werden. Das gegenwärtig institutionell finanzierte Personal umfasst 48 VZÄ. Die Planungen sehen

²⁶ Die Beschreibung des anlassgebenden Vorhabens ist mit dem BI abgestimmt.

grundständig finanziertes Personal im Umfang von rund 75 VZÄ ab dem Jahr 2028 vor.

2.2.2 Relevante Leibniz-Institute in dem Forschungsfeld

Unmittelbare Anknüpfungspunkte zum Feld „System- und Elektrotechnik: Vertrauenswürdige Informations- und Kommunikationstechnologien für vernetzte cyberphysische Systeme“ ergeben sich zu wenigen Instituten in der **Sektion D – Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften**:

Das Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik (**IHP**) konzentriert sich auf neuartige Lösungen in der Silizium-Technologie unter anderem für drahtlose und breitbandige Kommunikation. Es arbeitet an Themen wie Sicherheit in drahtlosen Sensor-Netzwerken, vertrauenswürdige Kommunikation und sichere Hardware-Designs. Das Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik (**FBH**) untersucht und entwickelt Höchstfrequenz-Elektronik und optoelektronische Komponenten. Die am FBH entwickelten Komponenten für Kommunikationssysteme – sowohl Mobilfunk und Satellitenkommunikation als auch die robusten und effizienten Hochfrequenz-Komponenten – sind grundlegend für die Realisierung sicherer und zuverlässiger vernetzter Systeme.

Darüber hinaus betreibt das Weierstraß-Institut für Angewandte Analysis und Stochastik (**WIAS**) mit einigen seiner Forschungsgebiete (stochastische Systeme, numerische Mathematik, Optimierung und Datenanalyse) einschlägige Forschung, zum Beispiel zu Wahrscheinlichkeiten extremer System-Überlastung, der Ausbreitung von Daten im Netzwerk und Strategien zur effizienteren Datenübertragung.

In der Leibniz-Gemeinschaft befassen sich darüber hinaus einige Institute mit Forschung im Bereich der Halbleitermaterialien und -technologien, darunter das Paul-Drude-Institut für Festkörperelektronik (**PDI**), das Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (**IKZ**) sowie das Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung (**IOM**). Deren Forschung setzt jedoch deutlich früher in der Wertschöpfungskette an, so dass Bezüge zum Feld eher mittelbar sind.

Im Bereich der Informationsverarbeitung schließlich forscht das **FIZ** Karlsruhe – Leibniz-Institut für Informationsinfrastruktur mit Fokus auf Informationsinfrastrukturen und digitale Dienste im Bereich vertrauenswürdiger vernetzter Systeme, wodurch sich Anknüpfungspunkte zum Feld ergeben können.

2.2.3 Weitere national und international bedeutsame Einrichtungen in dem Forschungsfeld

Nationale Perspektive

National wie international beschäftigen sich zahlreiche Forschungseinrichtungen sowie Unternehmen mit vertrauenswürdigen und insbesondere vernetzten Systemen. Bezogen auf das Forschungsfeld werden hier exemplarisch Einrichtungen genannt.

Die Fraunhofer-Gesellschaft verfügt über eine besondere Schwerpunktsetzung im Bereich der Mikroelektronik mit sehr engem Bezug zum hier definierten Forschungsfeld: Die **Fraunhofer-Verbünde Mikroelektronik**²⁷ sowie **Informations- und Kommunikationstechnologie**²⁸ for-

²⁷ <https://www.mikroelektronik.fraunhofer.de/>.

²⁸ <https://www.iuk.fraunhofer.de/>.

schen mit insgesamt 26 Fraunhofer-Instituten u. a. im Bereich Software, Cybersicherheit, sichere Kommunikationstechnologien, vertrauenswürdige Elektronik und zuverlässige Sensorik für IoT-Anwendungen. In den Verbänden sollen ganzheitliche Lösungen für vertrauenswürdige vernetzte Systeme entwickelt werden, die sowohl Hardware- als auch Softwareaspekte berücksichtigen. Hierzu gehören etwa das Fraunhofer-Institut für Angewandte und Integrierte Sicherheit (**AISEC**)²⁹, das Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme (**IAIS**)³⁰, das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen (**IIS**)³¹ und das Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (**IZM**)³². In der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (**FMD**)³³ kooperiert der Fraunhofer-Verbund mit dem IHP und dem FBH.

In Bochum forschen die Ruhr-Universität Bochum (**RUB**)³⁴ und das Max-Planck-Institut für Sicherheit und Privatsphäre (**MPI SP**)³⁵ im Feld. Die RUB hat einen Schwerpunkt im Bereich der Sicherheit von IoT-Geräten, industriellen Kontrollsystemen und bei der Entwicklung robuster kryptographischer Protokolle für cyberphysische Anwendungen. Das MPI SP ergänzt diese Forschung durch Grundlagenarbeit in der Kryptographie, einschließlich post-quantensicherer Verfahren, sowie durch die Entwicklung von Datenschutztechnologien und Sicherheitsmodellen für vernetzte Systeme.

In Saarbrücken wird intensiv im Bereich formaler Methoden für vertrauenswürdige vernetzte Systeme geforscht, wobei das **CISPA**³⁶ Helmholtz-Zentrum für Informationssicherheit, die **Universität des Saarlandes**, das Max-Planck-Institut für Informatik (**MPII**)³⁷ und das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (**DFKI**)³⁸ führend sind. Die Forschung umfasst die Entwicklung und Anwendung formaler Techniken zur Verifikation von Sicherheitseigenschaften in Software und Protokollen sowie zur Integration formaler Methoden in die Entwicklung von KI-Systemen. Die Zusammenarbeit dieser Institutionen und die Kombination von Expertise in formalen Methoden, Kryptographie und Systemsicherheit hat Saarbrücken zu einem Zentrum für die Entwicklung mathematisch fundierter Ansätze zur Gewährleistung der Sicherheit und Zuverlässigkeit vernetzter Systeme geformt.

Unter dem Dach des Nationalen Forschungszentrums für angewandte Cybersicherheit **ATHENE**³⁹ in Darmstadt forschen die **Technische Universität Darmstadt**, das Fraunhofer-

²⁹ <https://www.aisec.fraunhofer.de/de/forschungsabteilungen/SOS.html>.

³⁰ <https://www.iais.fraunhofer.de/>.

³¹ <https://www.iis.fraunhofer.de/de/ff/lv.html>.

³² https://www.izm.fraunhofer.de/de/news_events/tech_news/vertrauenswuerdige-elektronik.html.

³³ <https://www.forschungsfabrik-mikroelektronik.de/>.

³⁴ <https://hgi.rub.de/forschung#forschungsfelder>.

³⁵ <https://www.mpi-sp.org/4245/faculty>.

³⁶ <https://cispa.de/de/research/secure-connected-and%20mobile-systems>
und <https://cispa.de/en/research/funded-projects-and-collaborations>.

³⁷ <https://www.mpi-inf.mpg.de/de/home>.

³⁸ <https://www.dfki.de/web/anwendungen-industrie/kompetenzzentren/sichere-systeme>.

³⁹ <https://www.athene-center.de/forschung/forschungsbereiche>.

Institut für Sichere Informationstechnologie (**SIT**)⁴⁰ und weitere Einrichtungen zu den Forschungsschwerpunkten Kryptographie, Netzwerk- und Systemsicherheit, sichere Software-Systeme sowie Cybersicherheit für Industrie 4.0 und IoT. Kryptographie nimmt hierbei einen besonderen Stellenwert ein. Dadurch hat sich Darmstadt als Zentrum für IT-Sicherheitsforschung in Deutschland etabliert.

In der Industrie wird anwendungsbezogen im Bereich der vertrauenswürdigen vernetzten Systeme geforscht. Beispiele hierfür sind **Infineon** mit Forschung zur Sicherheits-Hardware oder Post-Quantum-Kryptographie oder **genua** zu hochsicheren Netzwerk- und Verschlüsselungstechnologien.

Internationale Perspektive

Das internationale Feld ist überaus breit und umfasst neben Einrichtungen im Bereich Forschung und Entwicklung auch große Unternehmen. Im Folgenden wird beispielhaft auf zentrale Akteure in der Forschung in Europa eingegangen. So befasst sich das Interuniversity Microelectronics Centre (**IMEC**)⁴¹ mit Schwerpunkten in sicheren IoT-Lösungen, Hardware-Software-Codesign und KI-gestützter Sicherheit. Die Expertise in Halbleitertechnologie, Systemdesign und Softwareentwicklung am IMEC ermöglicht die Entwicklung ganzheitlicher Lösungen für sichere und zuverlässige vernetzte Technologien. Das **CEA-Leti**⁴² (Laboratoire d'électronique et de technologie de l'information) konzentriert sich als eines der führenden europäischen Forschungsinstitute für Mikroelektronik und Nanotechnologien auf fortschrittliche Sensorik, sichere Kommunikationsprotokolle und hardwarebasierte Sicherheitslösungen für IoT-Geräte und cyberphysikalische Systeme. Es fokussiert unter anderem auf Anwendungen in Industrie 4.0, Smart Cities und vernetzte Mobilität. Das Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique (**INRIA**)⁴³ forscht unter anderem mit einem Schwerpunkt auf der Softwarebeweisbarkeit durch formale Methoden und Verifikation. Durch die Anwendung mathematischer Techniken zur Überprüfung der Korrektheit und Sicherheit von Software und Protokollen trägt INRIA zur Entwicklung zuverlässiger und nachweisbar sicherer Softwaresysteme bei. An der **ETH Zürich**⁴⁴ werden Technologien und Protokolle entwickelt, um die Sicherheit, Privatsphäre und Zuverlässigkeit von Netzwerken und verteilten Systemen zu gewährleisten. Neben den Schwerpunkten Kryptographie, Blockchain-Technologien, der Integration von Sicherheitsmechanismen in IoT und cyberphysische Umgebungen sowie dem Schutz vor Cyberangriffen forscht die ETH auch im Hardware-Bereich, beispielsweise an sicheren Hardwarearchitekturen und -komponenten.

2.2.4 Wissenschaftliche Fragen, gesellschaftliche Herausforderungen, Forschungslücken und Entwicklungspfade

Im Folgenden wird ausgeführt, welche wissenschaftlichen Fragen und Herausforderungen im

⁴⁰ <https://www.sit.fraunhofer.de/de/ueber-uns/fraunhofer-sit/institutsprofil/>.

⁴¹ <https://www.dfki.de/web/anwendungen-industrie/kompetenzzentren/sichere-systeme>.

⁴² <https://www.leti-cea.com/cea-tech/leti/english/Pages/Industrial-Innovation/Markets/markets.aspx> und <https://www.leti-cea.com/cea-tech/leti/english/Pages/Applied-Research/Technology-Fields/cyber-security.aspx>.

⁴³ <https://www.inria.fr/en/research-and-innovation>.

⁴⁴ <https://informationsecurity.ethz.ch/the-institute.html>.

Feld gegenwärtig adressiert werden bzw. adressiert werden sollten und welche Entwicklungspfade besonders vielversprechend erscheinen.

Gegenstände

Die Vertrauenswürdigkeit von Informations- und Kommunikationstechnologien für vernetzte cyberphysische Systeme ist zweifelsohne von hoher ökonomischer, sicherheitspolitischer wie auch gesellschaftlicher Relevanz. Im Einzelnen sind dabei die folgenden Aspekte von zentraler Bedeutung:

Eine Herausforderung für vernetzte Systeme besteht darin, **Interoperabilität** zu gewährleisten, ohne Sicherheit und Datenschutz zu kompromittieren. Interoperabilität ermöglicht die nahtlose Kommunikation zwischen verschiedenen Systemen, unabhängig von Hersteller oder Technologie, und ist ein Schlüsselfaktor für breite Akzeptanz.

Ressourcenintensive Sicherheitsmechanismen wie komplexe Verschlüsselungen erfordern eine **Balance zwischen Schutz, Leistung und Energieverbrauch**. Innovative, interdisziplinäre Ansätze sind nötig, um energieeffiziente Kryptografie, optimierte Hardware und intelligentes Energiemanagement zu entwickeln.

Die Entwicklung und Aufrechterhaltung vertrauenswürdiger vernetzter Systeme erfordert eine hohe **Adaptabilität** angesichts rapider technologischer Evolution und dynamischer Bedrohungsszenarien. Kritisch ist ihre kontinuierliche Anpassungsfähigkeit über den gesamten Lebenszyklus. Einige Herausforderungen umfassen die Integration robuster Update-Mechanismen und die Gewährleistung persistenter Sicherheit in hochdynamischen Umgebungen. Hierbei müssen Lösungen erforscht und erprobt werden, um den Zielkonflikt zwischen Systemaktualisierungen und potenziellen Sicherheitsrisiken angemessen zu lösen. Darüber hinaus sind regulatorische Rahmenvorgaben essenziell, damit die gewünschten Qualitätseigenschaften der vernetzten Systeme über deren gesamten Lebenszyklus nachweislich erhalten bleiben. Dazu gehört unter anderem das verlässliche Management von sicheren Updates oder auch die Dekommissionierung obsoleter Komponenten. Um diese Herausforderung zu meistern, bedarf es eines holistischen Ansatzes, der technologische Innovation, proaktives Sicherheitsmanagement und adaptive Regulierung synergetisch integriert. So könnten Integrität, Verfügbarkeit und Vertraulichkeit langfristig sichergestellt werden.

Ein zentraler Aspekt in der Entwicklung vertrauenswürdiger Systeme ist die **integrative Betrachtung von Hardware, Software und sicheren Kommunikationsschnittstellen** durch Co-Design. Dieser ganzheitliche Ansatz ermöglicht es, Systeme zu schaffen, die sowohl höchste Sicherheitsstandards erfüllen als auch optimale Leistungsfähigkeit bieten. Im Gegensatz zur traditionellen isolierten Entwicklung der einzelnen Komponenten erlaubt Co-Design, potenzielle Synergien zu nutzen, Schwachstellen frühzeitig zu identifizieren und die Gesamtleistung zu optimieren. Während bereits beachtliche Fortschritte in der Sicherheit und Leistungsfähigkeit einzelner Komponenten erzielt wurden, verspricht dieser holistische Ansatz einen signifikanten Fortschritt in der Entwicklung vertrauenswürdiger Systeme, der zu einer neuen Generation von Systemen mit bisher unerreichtem Niveau an Sicherheit, Effizienz und Leistung führen könnte.

Methoden

KI revolutioniert die Entwicklung und Sicherheit vertrauenswürdiger vernetzter Systeme. Verfahren des **Maschinellen Lernens** ermöglichen effiziente Schwachstellenanalysen, Echtzeit-

Bedrohungserkennung und automatisierte Sicherheitstests. KI-Systeme identifizieren komplexe Muster in großen Datenmengen und spüren anomales Verhalten frühzeitig auf. Allerdings bringt ihr Einsatz neue Herausforderungen unter anderem bezüglich Interpretierbarkeit und Manipulationsrisiken mit sich. Die Integration vertrauenswürdiger KI in Sicherheitssysteme erfordert eine sorgfältige Validierung und kontinuierliche Überwachung, um die Zuverlässigkeit in kritischen Umgebungen zu gewährleisten.

Zentral für vertrauenswürdige vernetzte Systeme sind **Designmethodiken** wie "Security-by-Design" und "Privacy-by-Design". Sie erfordern einen ganzheitlichen, multidisziplinären Ansatz, der Sicherheits- und Datenschutzaspekte von Beginn an integriert. Modellbasierte Ansätze ermöglichen systematische Sicherheitsanalysen auf verschiedenen Ebenen. Interoperabilität, Skalierbarkeit und zunehmend Energieeffizienz sind weitere Schlüsselaspekte im Design, um Systeme zu entwickeln, die technisch sicher, vertrauenswürdig, anpassungsfähig und nachhaltig sind.

Infrastrukturen

Für die Erforschung und Entwicklung vertrauenswürdiger vernetzter Systeme sind vielseitige **Infrastrukturen** entscheidend. Diese umfassen unter anderem Testbeds für großskalige Netzwerksimulationen, High-Performance-Computing-Cluster für rechenintensive Analysen und KI-Forschung, sichere Cloud- und Edge-Infrastrukturen und Analyseplattformen sowie spezialisierte Hardware-Labore. Dies kann über Kooperationen und interdisziplinäre Zusammenarbeiten ermöglicht werden. Die Kosten für diese Infrastrukturen können von einem Institut allein kaum aufgebracht werden.

Transfer

Der Transfer von Forschungsergebnissen im Bereich vertrauenswürdiger vernetzter Systeme involviert Technologieunternehmen ebenso wie spezialisierte Cybersicherheitsunternehmen, die zentral sind in der Kooperation mit Forschungseinrichtungen für die Umsetzung von Forschungserkenntnissen in kommerzielle Produkte. Standardisierungsorganisationen spielen eine Schlüsselrolle bei der Entwicklung und breiten Implementierung internationaler Standards für Interoperabilität und Sicherheit. Dieser Prozess involviert Experten aus verschiedenen Sektoren und erstreckt sich oft über mehrere Jahre. Der erfolgreiche Transfer erfordert eine enge Abstimmung aller Beteiligten, um Sicherheit, Praktikabilität und Marktanforderungen zu harmonisieren.

Open-Source-Projekte fungieren zunehmend als Brücke zwischen Forschung und Praxis. Open Source in Software und Hardware bietet Transparenz und fördert Innovation, birgt aber auch Risiken, wie der Heartbleed-Bug zeigte. Dieser Vorfall unterstreicht die Bedeutung sorgfältiger Code-Überprüfungen, insbesondere in weitverbreiteten Sicherheitsbibliotheken. Die Effektivität hängt von einer aktiven Community ab. Essenziell sind robuste Governance, systematische Sicherheitsaudits und nachhaltige Finanzierung. Die Integration erfordert eine umfassende Risikobewertung und proaktives Management. Dieser Ansatz kann die Sicherheit vernetzter Systeme verbessern, wenn die Risiken effektiv gemindert werden.

Angesichts verbreiteter Skepsis in der Bevölkerung sind innovative Formate der **Wissenschaftskommunikation**, transparente Informationsstrategien und partizipative Technologieentwicklung entscheidend, um das Verständnis und Vertrauen in vernetzte Systeme zu fördern. Eine proaktive Wissenschaftskommunikation, die offen über Risiken und Grenzen der Technologie informiert sowie ethische und datenschutzrechtliche Bedenken adressiert, kann

die gesellschaftliche Akzeptanz stärken und eine fundierte Nutzung vertrauenswürdiger vernetzter Systeme ermöglichen.

2.3 Krebsforschung: Translationale Tumorbioogie

Die Forschung im Bereich „Translationale Tumorbioogie“ zielt auf die **Übertragung von Erkenntnissen aus der Grundlagenforschung in die klinische Anwendung**: Bei der Untersuchung biologischer Prozesse der Tumorentstehung und -entwicklung ist in den letzten Jahren verstärkt die unmittelbare Tumorumgebung in den Fokus gerückt. Dieses Mikromilieu besteht aus einer Vielzahl von Komponenten, die in enger Wechselwirkung miteinander stehen und entscheidenden Einfluss auf das Tumorstadium, die Bildung von Metastasen sowie die Therapieantwort haben.

Zum **Tumormikromilieu** gehört eine Reihe von Zelltypen: Krebszellen, die sich unkontrolliert teilen und das Tumorgewebe bilden; Stromazellen, die das Tumorgewebe strukturell und funktionell unterstützen; Immunzellen, die sowohl tumorbekämpfend als auch -unterstützend wirken können, abhängig von ihrer Aktivierung und den Signalen, die sie empfangen. Blutgefäße führen den Tumorzellen Sauerstoff und Nährstoffe zu und sind entscheidend für Stoffwechselprozesse im Tumor. Die extrazelluläre Matrix besteht aus Proteinen und anderen Molekülen, die die Struktur des Gewebes bilden und Signale an die Zellen übermitteln. Schließlich produzieren die verschiedenen Zellen des Tumormikromilieus Signalmoleküle, die der Kommunikation dienen und regulatorische Funktionen haben.

Zentrale Fragestellungen betreffen u. a. die molekularen Mechanismen der Krebsentstehung, die Kommunikation zwischen den Komponenten des Mikromilieus, die Angiogenese und die Metastasierung, die Interaktion des Immunsystems mit den Tumorzellen sowie die Entstehung von Therapieresistenzen. Dabei werden Zellkulturen, Versuchstiere und Patientenproben als Modelle genutzt.

Neben der **Prävention von Tumorerkrankungen** liegt das Ziel in der Entwicklung von Strategien zur **Hemmung des Tumorstadiums** und zur Steigerung der **Effektivität von Therapien**. Für eine verbesserte **Diagnostik** sollen Biomarker identifiziert werden, die zur Früherkennung, Prognoseeinschätzung und Therapieüberwachung genutzt werden können.

Das Verständnis der komplexen Tumorbioogie bildet die Grundlage für die **Entwicklung neuer (individualisierter) Behandlungsstrategien**, die auf spezifischen Tumoreigenschaften basieren. Dabei werden Erkenntnisse aus der Onkologie, der Zellbioogie, der Biochemie, der Immunologie und der Bioinformatik zusammengeführt. Ein wesentliches Merkmal der translationalen Tumorbioogie ist der kontinuierliche Austausch zwischen Labor und Klinik, der auf die stetige Verbesserung in der Krebsforschung und -therapie abzielt.

2.3.1 Das anlassgebende Vorhaben⁴⁵

Das Georg-Speyer-Haus (GSH) betreibt Grundlagenforschung über die molekularen und zellulären Prozesse der Tumorentstehung sowie die Translation der erzielten Ergebnisse in die klinische Anwendung. Dabei liegt der Schwerpunkt auf der Analyse und Interaktion der verschiedenen Zelltypen in unmittelbarer Umgebung des Tumors, dem Tumormikromilieu.

⁴⁵ Die Beschreibung des anlassgebenden Vorhabens ist mit dem GSH abgestimmt.

Der Forschungsbereich 1 (Tumormicroenvironment – Pathogenese und Zielstrukturen) befasst sich unter anderem mit Gewebsinteraktionen und Signalmechanismen, Stoffwechselferänderungen sowie dem Einfluss chronischer Entzündungsprozesse und des intestinalen Mikrobioms auf die Tumorentstehung. Ergänzend ist ein Schwerpunkt in der Bioinformatik und Systembiologie geplant.

Der Forschungsbereich 2 (Experimentelle Therapie) erforscht neue Ansätze der Immuntherapie, z. B. mittels funktionaler Präzisionsonkologie, RNA-basierter oder gentechnischer Methoden. Ein erklärter Schwerpunkt ist die Durchführung prä-klinischer Experimente sowie früher klinischer Studien und damit die Translation der Erkenntnisse aus der Grundlagenforschung.

Die Forschungsbereiche sind in acht Forschungsgruppen unterteilt, welche durch zentrale technische Plattformen unterstützt werden. Diese umfassen eine *Transgenic-Core-Facility* zur Erzeugung von Mausmodellen, eine *Imaging-Core-Facility* mit verschiedenen Bildgebungsinstrumenten, eine *Durchflusszytometrie*-Einheit zur Zellanalyse und -sortierung sowie eine Service-Einrichtung *Histologie* zur Anfertigung von histologischen Präparaten für mikroskopische Untersuchungen. Darüber hinaus gibt es eine Service-Einrichtung *Tierhaltung* und eine *Prä-Klinik* für die Durchführung prä-klinischer Studien sowie eine *Immunemomonitoring*-Einheit zur Analyse des immunologischen Phänotyps von Tumorproben. In Kooperation mit der Goethe-Universität wird eine *Chemical-Biology*-Einheit zur Durchführung von Hochdurchsatz-Analysen im Bereich drug-screening betrieben.

Das GSH ist eine gemeinnützige Stiftung privaten Rechts. Das Direktorium, bestehend aus einem wissenschaftlichen Direktor, einem stellvertretenden Direktor und einem kaufmännischen Leiter, wird durch den Stiftungsrat und den Wissenschaftlichen Beirat begleitet.

Das Georg-Speyer-Haus verfügt im Jahr 2024 über eine Förderung durch das Sitzland Hessen und das Bundesministerium für Gesundheit in Höhe von 5.630 T€. Das Institut soll (nach einem schrittweisen Aufwuchs und der Integration des LOEWE-Zentrums „Frankfurt Cancer Institute“) mit einem Volumen von 11.400 T€ p. a. ab dem Jahr 2028 in die gemeinsame Förderung von Bund und Ländern aufgenommen werden. Das gegenwärtig institutionell finanzierte Personal umfasst 45,8 VZÄ. Die Planungen sehen grundständig finanziertes Personal im Umfang von rund 90 VZÄ ab dem Jahr 2028 vor.

2.3.2 Relevante Leibniz-Institute in dem Forschungsfeld

In der Leibniz-Gemeinschaft verfügt rund ein Fünftel der Institute über Schwerpunkte in der Gesundheitsforschung. Viele von Ihnen sind durch eine Mitgliedschaft in sieben der acht fachlich orientierten Deutschen Zentren der Gesundheitsforschung (DZG) national vernetzt und sichtbar – nicht allerdings im Deutschen Konsortium für Translationale Krebsforschung (DKTK). Während mehrere Institute einen translationalen Forschungsansatz im Bereich der Biomedizin oder der Gesundheitstechnologien verfolgen und dabei Beiträge zur Krebsforschung leisten, verfügt keine Einrichtung über einen allein onkologischen Schwerpunkt.

Im Folgenden werden Einrichtungen aufgeführt, die einen Bezug zum Forschungsfeld *Krebsforschung: Translationale Tumorbologie* haben:

In der **Sektion C – Lebenswissenschaften** bestehen Anknüpfungspunkte insbesondere zum Leibniz-Institut für Immuntherapie (**LIT**) und dem Leibniz-Institut für Alternsforschung (**FLI**) zu Fragestellungen aus der „Translationalen Tumorbologie“. Beim **LIT** liegt der Fokus auf der Entwicklung von Immuntherapien zur Behandlung von Tumorerkrankungen und Autoimmunerkrankungen. Grundlegende Forschungsfragen betreffen die Tumorummunologie und die T-

Zell-Biologie im Tumormikromilieu. Eine zentrale Rolle nimmt die Translation von Forschungsergebnissen in die klinische Anwendung ein und damit eine enge Anbindung an die Universitätsmedizin. Das **FLI** widmet sich Mechanismen, die der Tumorentstehung zugrunde liegen. Dazu zählen zelluläre (Alterungs-)Prozesse, die Stoffwechselregulation sowie der Einfluss des Mikrobioms und des (alternden) Immunsystems.

Weitere Anknüpfungspunkte bestehen zum Deutschen Rheuma-Forschungszentrum Berlin (**DRFZ**), das mit einem Fokus auf die Immunologie entzündliche Prozesse, Stammzellnischen und das intestinale Mikrobiom beforcht.

Am Leibniz-Forschungsinstitut für Molekulare Pharmakologie (**FMP**) werden grundlegende Erkenntnisse in der Zellbiologie und der Signaltransduktion gewonnen. Diese tragen zum Verständnis komplexer inter- und intrazellulärer Kommunikations- und Regulationswege bei, die in der Tumorbilogie von Bedeutung sind. Durch den Schwerpunkt in der Pharmakologie werden überdies therapeutische Zielstrukturen adressiert.

An weiteren Instituten werden Forschungsfragen zur Funktion des Immunsystems adressiert: Dazu zählt das Leibniz-Institut für Arbeitsforschung an der TU Dortmund (**IfADo**) und, mit einem Fokus auf Infektionsimmunologie, das Bernhard-Nocht-Institut für Tropenmedizin (**BNITM**), das Forschungszentrum Borstel, Leibniz Lungenzentrum (**FZB**), das Leibniz-Institut für Virologie (**LIV**) sowie das Leibniz-Institut für Naturstoff-Forschung und Infektionsbiologie – Hans-Knöll-Institut (**HKI**). Zu molekularen Mechanismen chronisch-entzündlicher Erkrankungen forschen das Deutsche Diabetes-Zentrum (**DDZ**), das Deutsche Institut für Ernährungsforschung (**DIfE**) und das FZB. Mit dem Einfluss von Ernährung und Umweltfaktoren auf das Altern und damit assoziierte Erkrankungen befassen sich Forschungsfragen am Leibniz-Institut für umweltmedizinische Forschung (**IUF**), am DIfE und am IfADo. Die Rolle des Mikrobioms nehmen IUF, FZB, HKI und DIfE ebenfalls in den Blick. Gemeinsam ist den Forschungsprogrammen der genannten Institute, dass ein vertieftes Verständnis von molekularen Regulationsmechanismen und komplexen zellulären Interaktionen bei Erkrankungen angestrebt wird, um basierend darauf neue Strategien für Prävention, Diagnostik und Therapien zu entwickeln. Translationale Aktivitäten in Form von klinischen Studien oder Beratungsangeboten spielen dabei häufig eine wichtige Rolle.

In der auf epidemiologischen Methoden basierenden Krebspräventionsforschung ist das Leibniz-Institut für Präventionsforschung und Epidemiologie (**BIPS**) unter anderem mit dem Bremer Krebsregister vertreten⁴⁶.

In der **Sektion D - Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften** forschen mehrere Institute zu analytischen und diagnostischen Verfahren, die in der „Translationalen Tumorbilogie“ zum Einsatz kommen: Das Leibniz-Institut für Analytische Wissenschaften – **ISAS** – e. V. entwickelt Multiparameter-Analysen und neue Messstrategien, die Fortschritte in der personalisierten Präzisionsmedizin ermöglichen. Ziel ist es, die Prävention, Diagnostik und Therapie von Tumorerkrankungen, aber auch Herz-Kreislauf-Erkrankungen und Autoimmunerkrankungen zu optimieren. Die Translation in die Klinik steht daher im Fokus der angewandten Grundlagenforschung.

Das Leibniz-Institut für Photonische Technologien e. V. (**IPHT**) forscht zu photonischen Verfahren mit einem Fokus auf die Anwendung im Bereich der Gesundheitstechnologien. Dabei

⁴⁶ <https://www.bips-institut.de/forschung/modellregion-krebspraeventionsforschung.html>.

entstehen Bildgebungsverfahren, spektroskopische Methoden und Chip-Systeme für aktuelle medizinische Fragestellungen und Bedarfe, auch im Bereich der Onkologie.

Am **DWI** – Leibniz-Institut für Interaktive Materialien wurde in enger Zusammenarbeit mit der Medizinischen Fakultät der RWTH Aachen das Leibniz Joint Lab fit (First in Translation) aufgebaut⁴⁷. Ziel ist es, die nötigen Infrastrukturen und Kenntnisse für die GMP-konforme Herstellung von neuartigen Medizinprodukten zur Verfügung zu stellen und damit die Translation therapeutischer Neuentwicklungen zu beschleunigen. Dazu zählen gen- und zellbasierte Therapien, die in der Onkologie zur Anwendung kommen. Das **INM** – Leibniz-Institut für Neue Materialien befasst sich mit dem Design neuer Materialien, Strukturen und Oberflächen nach biologischen Vorbildern. Anwendungsbereiche der Forschungsvorhaben sind neben anderen die Onkologie und Immuntherapien. Insbesondere die Entwicklung künstlicher Tumormikroumgebungen soll dazu beitragen, die Bedeutung und Funktion des Tumormikromilieus besser zu verstehen.

2.3.3 Weitere national und international bedeutsame Einrichtungen in dem Forschungsfeld

National wie international gibt es zahlreiche außeruniversitäre und universitäre Einrichtungen, die einen Forschungsschwerpunkt in der Krebsforschung und in der „Translationalen Tumorbio-
logie“ haben. Die hier aufgeführten Einrichtungen können daher nur beispielhaft für die Breite der Forschung in dem Bereich stehen.

Nationale Perspektive

Die „Translationalen Tumorbio-
logie“ wird in der gesamten Breite der bundesdeutschen Forschungslandschaft beforscht. Dazu zählen universitäre Forschungseinrichtungen sowie die Universitätskliniken, Institute der außeruniversitären Forschungsorganisationen und die pharmazeutische Industrie sowie Biotech-Unternehmen. Insbesondere in der akademischen Forschung liegt ein hoher Grad der Vernetzung der Standorte vor.

Das Deutsche Krebsforschungszentrum (**DKFZ**)⁴⁸ in der Helmholtz-Gemeinschaft mit Sitz in Heidelberg ist das größte nationale Institut und deckt alle Bereiche der Krebsforschung ab. Mit Forschungsschwerpunkten in der Zell- und Tumorbio-
logie sowie der Tumorummunologie werden wesentliche Fragestellungen der „Translationalen Tumorbio-
logie“ insbesondere auch zur Rolle des Tumormikromilieus adressiert. Das DKFZ steht im Zentrum verschiedener Netzwerke und Konsortien:

Das Deutsche Konsortium für Translationale Krebsforschung (**DKTK**)⁴⁹ ist eines der Deutschen Zentren der Gesundheitsforschung. Es fördert interdisziplinäre Forschungsthemen an der Schnittstelle zwischen Grundlagenforschung und klinischer Anwendung. Die DKTK Standorte schließen universitäre und außeruniversitäre Einrichtungen ein und befinden sich in Berlin, Dresden, Essen/Düsseldorf, Frankfurt/Mainz, Heidelberg, Tübingen, Freiburg und München.

Das Nationale Centrum für Tumorerkrankungen (**NCT**)⁵⁰ dient der langfristigen Kooperation

⁴⁷ <https://www.dwi.rwth-aachen.de/seite/leibniz-joint-lab-fit>.

⁴⁸ <https://www.dkfz.de/de/forschung/schwerpunkte/index.php>.

⁴⁹ <https://dktk.dkfz.de/ueber-uns/ueber-dktk>.

⁵⁰ <https://nct.dkfz.de/nct.html>.

des DKFZ mit Partnern in der Universitätsmedizin und an anderen Forschungseinrichtungen. Der Fokus des NCT ist die personalisierte Onkologie und die Durchführung von wissenschaftsgetriebenen klinischen Studien an den verschiedenen Standorten.

Als Initiative der Deutschen Krebshilfe nimmt das Netzwerk der Onkologischen Spitzenzentren (**CCC-Netzwerk**)⁵¹ die onkologische Versorgung in den Blick und setzt Impulse in der translationalen Krebsforschung.

Besondere Schwerpunkte in der Erforschung der Tumormikroumgebung werden beispielsweise in München an der Ludwig-Maximilians-Universität (**LMU**) und der Technischen Universität München (**TUM**), an der **Julius-Maximilians-Universität Würzburg**, der **Universität Regensburg**, der **Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg** und den dazugehörigen **Universitätskliniken** durch gemeinsame Forschungsverbünde (SFB/Transregio)⁵², an der **Charité - Universitätsmedizin Berlin** und an der **Goethe-Universität** in Frankfurt gesetzt.

Das Max-Delbrück-Centrum für Molekulare Medizin (**MDC**)⁵³ in Berlin gehört wie das DKFZ zur Helmholtz-Gemeinschaft und forscht an molekularen Mechanismen der Krankheitsentstehung. Dazu gehören metabolische Aspekte, die Rolle der extrazellulären Matrix und Immunmechanismen, die auch eine zentrale Rolle in der Biologie des Tumormikromilieus einnehmen.

Die „Translationale Tumorbilogie“ ist überdies Gegenstand zahlreicher Forschungsprogramme in der **industriellen Forschung**. Sowohl große **Pharmaunternehmen** (beispielsweise Bayer AG, Boehringer Ingelheim, Merck KGaA, Roche) als auch **Biotech-Unternehmen** und **Start-ups** forschen zur Tumorbilogie und entwickeln neue Therapieansätze bis in die klinische Anwendung⁵⁴.

Internationale Perspektive

Im europäischen Ausland wird das Forschungsfeld ebenfalls an zahlreichen Institutionen erforscht. Exemplarisch werden hier diejenigen genannt, die in der Stellungnahme des Wissenschaftsrats zum Georg-Speyer-Haus Erwähnung finden⁵⁵. Das European Institute of Oncology (**IEO**)⁵⁶ in Mailand deckt den ganzen Zyklus der translationalen Forschung ab. Die Grundlagenforschung konzentriert sich auf molekulare Mechanismen der Tumorentstehung und -erhaltung sowie Therapieresistenz, mit besonderem Fokus auf Anpassungsprozesse von Tumorzellen. Die direkte Anbindung an die Klinik ermöglicht den Transfer der Laborergebnisse in klinische Studien. Das Spanish National Cancer Research Center (**CNIO**)⁵⁷ in Madrid verbindet Grundlagenforschung in der molekularen Onkologie und Strukturbiologie mit patientenorientierter Forschung in den Bereichen Humangenetik und klinische Forschung. Ziel ist die Entwicklung neuer diagnostischer Tests und Therapien. Das Netherlands Cancer Institute

⁵¹ <https://www.ccc-netzwerk.de/das-netzwerk.html>.

⁵² <https://www.trr305.de/en/> und <https://www.gvhgvl.de/>.

⁵³ <https://www.mdc-berlin.de/de/forschung/discovery/programm>.

⁵⁴ <https://www.vfa.de/de/presse/pressemitteilungen/pm-004-2016-kampf-gegen-krebs-forschende-pharma-unternehmen-in-deutschland-stark-engagiert.html>.

⁵⁵ <https://www.wissenschaftsrat.de/download/2024/1688-24.pdf?blob=publicationFile&v=5>.

⁵⁶ <https://www.research.ieo.it/research-and-technology/>.

⁵⁷ <https://www.cnio.es/en/research-innovation/scientific-programmes/>.

(**NKI**)⁵⁸ in Amsterdam verbindet ebenfalls Grundlagenforschung mit klinischer Forschung. Schwerpunktthemen sind Immuntherapien, Präzisionsonkologie und Früherkennung. Weiterhin sind die Einrichtungen der **Cancer Research UK**⁵⁹ in London, Cambridge, Manchester und Glasgow, das **Institut Curie**⁶⁰ und das Institut **Gustave Roussy**⁶¹ in Paris und das **Karolinska Institut**⁶² in Stockholm als europäische Akteure im Forschungsfeld zu nennen. Die **industrielle Forschung** spielt ebenfalls eine große Rolle.

Im außereuropäischen Raum können wiederum nur beispielhaft Einrichtungen genannt werden, die sich im Forschungsfeld „Translationalen Tumorbologie“ bewegen: Als Teil des National Institutes of Health (NIH) der USA koordiniert das National Cancer Institute (**NCI**)⁶³ einen Großteil der Krebsforschung in den **USA**. Das **Memorial Sloan Kettering Cancer Center**⁶⁴ in New York integriert Grundlagenforschung und klinische Anwendung bei der Entwicklung personalisierter Therapieansätze. Schwerpunkte liegen auf Immuntherapien und der Erforschung der Tumor-Stroma-Interaktion. Ebenfalls zu nennen sind in den USA das **MD Anderson Cancer Center**⁶⁵ in Houston, das **Dana-Farber Cancer Institute**⁶⁶ in Boston und das **Fred Hutchinson Cancer Research Center**⁶⁷ in Seattle. Weitere wichtige Einrichtungen weltweit sind das **Peter MacCallum Cancer Centre**⁶⁸ in Melbourne, Australien, das **Princess Margaret Cancer Centre**⁶⁹ in Toronto, Kanada und das **National Cancer Center Japan**⁷⁰ in Tokyo.

2.3.4 Wissenschaftliche Fragen, gesellschaftliche Herausforderungen, Forschungslücken und Entwicklungspfade

Im Folgenden wird ausgeführt, welche wissenschaftlichen Fragen und Herausforderungen im Feld gegenwärtig adressiert werden bzw. adressiert werden sollten und welche Entwicklungspfade besonders vielversprechend erscheinen.

Gegenstände

Krebserkrankungen sind nach wie vor die zweithäufigste Todesursache in Deutschland⁷¹. Damit nimmt die Krebsforschung innerhalb der Gesundheitsforschung eine besonders relevante Stellung ein. Die „Translationale Tumorbologie“ steht vor komplexen wissenschaftlichen Herausforderungen, die sowohl grundlegende biologische Prozesse als auch die klinische Anwendung von Forschungsergebnissen umfassen.

⁵⁸ <https://www.nki.nl/research/our-science/>.

⁵⁹ <https://www.cancerresearchuk.org/our-research>.

⁶⁰ <https://institut-curie.org/research-and-innovation-institut-curie>.

⁶¹ <https://www.gustaveroussy.fr/en/content/hp-la-recherche>.

⁶² <https://ki.se/en>.

⁶³ <https://www.nih.gov/about-nih/what-we-do/nih-almanac/national-cancer-institute-nci>.

⁶⁴ <https://www.mskcc.org/research-areas/topics>.

⁶⁵ <https://www.mdanderson.org/research.html>.

⁶⁶ <https://www.dana-farber.org/research>.

⁶⁷ <https://www.fredhutch.org/en.html>.

⁶⁸ <https://www.petermac.org/research>.

⁶⁹ <https://www.uhn.ca/PrincessMargaret>.

⁷⁰ <https://www.ncc.go.jp/en/ri/index.html>.

⁷¹ https://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Gesundheit/Todesursachen/_inhalt.html.

Im Zentrum steht die Aufklärung der **molekularen Mechanismen der Tumorentstehung und -progression**. Genetische und epigenetische Veränderungen der Tumorzellen resultieren in einer beachtlichen **Tumorheterogenität**, die eine der großen Hürden für erfolgreiche Therapien ist. Es gibt noch große Wissenslücken in Bezug auf die Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Subpopulationen von Tumorzellen und wie diese zur Krankheitsprogression und zum Therapieversagen beitragen. Die Plastizität von Tumorzellen, also ihre Fähigkeit, in verschiedene Zelltypen zu differenzieren oder ihren Phänotyp zu verändern, ist ebenfalls nicht ausreichend verstanden. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf dem Verständnis der **Metastasierung**, die nach wie vor die Hauptursache für krebsbedingte Todesfälle darstellt. Die Mechanismen, die es Tumorzellen ermöglichen, in andere Gewebe zu wandern und dort sekundäre Tumore zu bilden, sind noch nicht ausreichend verstanden.

Trotz des Fortschritts in der **personalisierten Medizin** sind viele Tumore schwer frühzeitig zu erkennen, insbesondere solche, die in frühen Stadien asymptomatisch bleiben. Es besteht ein Mangel an hochspezifischen und sensitiven Biomarkern für verschiedene Krebsarten, die eine Früherkennung und genaue Überwachung des Krankheitsverlaufs ermöglichen könnten.

Neben genetischen und epigenetischen Veränderungen werden in der Tumorbilogie zunehmend nicht-genetische Faktoren, wie das **Tumormikromilieu**, Inflammation oder Stoffwechselprozesse in den Blick genommen. Dabei zeigt sich, dass Tumore nicht isoliert betrachtet werden können, sondern in einem komplexen Wechselspiel mit ihrer Mikroumgebung stehen. Die Entschlüsselung der Interaktionen von Tumor, Immunsystem, Stroma und Blutgefäßen, insbesondere im Kontext von Therapieresistenzen und Immunevasion, stellt eine vielversprechende Methodik dar. Die Erkenntnisse daraus werden beispielsweise für die Entwicklung effektiverer immuntherapeutischer Ansätze genutzt, da bisherige **Immuntherapien** nur bei einem Teil der Patientinnen und Patienten wirksam sind. Zunehmend wird erforscht, wie Immuntherapien in Kombination mit anderen zielgerichteten Therapien, die das Tumormikromilieu beeinflussen, eingesetzt werden können, um die Effektivität von Behandlungen zu erhöhen.

Gleichzeitig kann die Aufklärung früher Mechanismen der Krebsentstehung helfen, die **Krebsprävention** zu präzisieren und zu verbessern. Umwelteinflüsse, Alterungsprozesse und Ernährungsgewohnheiten spielen dabei ebenso eine Rolle wie entzündliche Prozesse und Stoffwechselveränderungen, die das Mikromilieu verändern und so die Entstehung und Manifestierung von Tumorzellen begünstigen. Ein tiefes Verständnis komplexer Regulationsmechanismen und früher molekularer Anzeichen könnte es ermöglichen, schon vor der Krankheitsentstehung zu intervenieren und Verhaltensanpassungen vorzunehmen.

Methoden

Die Methodischen Ansätze in der „Translationalen Tumorbilogie“ haben sich in den letzten Jahren erheblich weiterentwickelt. Insbesondere moderne Sequenzierungstechnologien und multimodale Analyseverfahren ermöglichen eine immer detailliertere **Charakterisierung von Tumoren auf molekularer Ebene**. Besonders wichtig sind dabei Einzelzellanalysen, die Einblicke in die Tumorheterogenität gewähren. Die Menge und Vielfalt der gewonnenen Daten auszuwerten und miteinander zu vernetzen, ist nur durch den Einsatz bioinformatischer und systembiologischer Methoden möglich.

Die **Entwicklung von Tiermodellen, Organoiden und personalisierten Modellen** stellt einen vielversprechenden Ansatz dar, um individuelle Tumore *in vitro* zu simulieren und Therapieansätze zu testen. Diese Modelle ermöglichen es, Behandlungsstrategien vorher zu evaluieren und potenzielle Resistenzentwicklungen frühzeitig zu erkennen.

Im Bereich der Nanomedizin werden neue Methoden zur gezielten **Medikamentengabe** entwickelt, die eine präzisere und weniger toxische Behandlung ermöglichen sollen. Gleichzeitig gewinnen Liquid-Biopsy-Verfahren an Bedeutung, die eine nicht-invasive Überwachung der Tumorentwicklung ermöglichen.

Infrastrukturen

Die erfolgreiche Umsetzung translationaler Forschung erfordert eine komplexe Infrastruktur. Zentral sind dabei **Biobanken** mit gut charakterisiertem Tumormaterial sowie vernetzte Forschungszentren, die einen schnellen Austausch von Erkenntnissen ermöglichen. Die Integration von klinischen und molekularen Daten stellt eine besondere Herausforderung dar.

Zur vielfältigen Analyse der verschiedenen Probenotypen sind überdies verschiedene **Großgeräte und entsprechende Dateninfrastrukturen** notwendig. Diese zu unterhalten und eine entsprechende Expertise für die Durchführung der Methoden, die Gerätenutzung und die Auswertung der Daten sowie deren Speicherung aufzubauen ist eine zentrale Aufgabe. Die Etablierung standardisierter Protokolle und Qualitätssicherungssysteme ist dabei von entscheidender Bedeutung.

Zentrale **Einrichtungen zur Durchführung präklinischer Studien**, aber auch Möglichkeiten zur **GMP-konformen Herstellung klinischer Prüfprodukte** mit der notwendigen Dokumentation, bauen Hürden beim Übergang in die klinische Forschung ab. Besondere Aufmerksamkeit verdient auch die Entwicklung von **Infrastrukturen für klinische Studien**, die die schnelle Überführung von Forschungsergebnissen in die klinische Praxis ermöglichen. Dabei müssen sowohl regulatorische Anforderungen als auch ethische Aspekte berücksichtigt werden. Zentral sind beispielsweise Fragen nach dem Umfang der möglichen Datennutzung und dem Datenschutz.

Transfer

Der Transfer ist fester Bestandteil der „Translationalen Tumorbilogie“ und wird oft schon bei der Erarbeitung von Forschungsfragen mitgedacht. Dennoch ist die Translation von vielversprechenden Ergebnissen aus der präklinischen Forschung in erfolgreiche klinische Anwendungen oft komplex und zeitaufwendig. **Translationale Barrieren** bestehen in Form von unzureichenden präklinischen Modellen, regulatorischen Hürden und der Finanzierung klinischer Studien. Der Zugang zu notwendigen Infrastrukturen zur GMP-konformen Produktion neuer Therapeutika, aber auch zur Durchführung klinischer Studien ist für die erfolgreiche Translation ebenso notwendig wie ein standardisiertes Vorgehen bei der Beantragung und Genehmigung von Studien.

Zunehmende Bedeutung gewinnt zudem die langfristige **Nachsorge** von Krebspatientinnen und -patienten, da viele moderne Therapien langfristige Nebenwirkungen haben können. Die Entwicklung umfassender Nachsorgekonzepte, die sowohl die medizinische Behandlung als auch die Lebensqualität der Menschen berücksichtigen, ist daher essenziell.

Eine weitere wichtige Transferaufgabe liegt in der **wissenschaftlichen Aufklärung und dem Dialog mit der Öffentlichkeit**. Die komplexe Natur der Tumorbilogie und der modernen Behandlungsmethoden führt dazu, dass Patientinnen und Patienten und Teile der Gesellschaft unsicher oder skeptisch gegenüber neuen Therapien oder klinischen Studien sind. Eine gute wissenschaftliche Aufklärung und der Dialog mit der Öffentlichkeit sind notwendig, um Vertrauen aufzubauen.

Vor dem Hintergrund der obigen Ausführungen und der Breite der nationalen und internationalen Forschungslandschaft müsste im Rahmen eines möglichen Begutachtungsverfahrens deutlich werden, welche Fokussierung genau dazu beitragen würde, spezifische Lücken in diesem Feld zu schließen.

Dies gilt auch mit Blick auf genaue Anknüpfungspunkte und Vernetzungspotenziale innerhalb der Leibniz-Gemeinschaft, durch die ihre Profilierung gestärkt werden könnte.

2.4 Systembiologische Beurteilung von Lebensmittelinhaltsstoffen

Die **Systembiologie** „erforscht und entschlüsselt vielschichtige Abläufe in und zwischen lebenden Zellen sowie ganzen Organismen.“⁷² Im Bereich der Ernährung und Lebensmittel zielen systembiologische Ansätze darauf ab, ein ganzheitliches Verständnis der komplexen Zusammensetzung und Funktionsweise von Lebensmitteln in Wechselwirkung mit dem menschlichen Körper zu erlangen, um Erkenntnisse für die Gesundheitsforschung, Lebensmittelsicherheit und -entwicklung zu gewinnen und gesunde sowie nachhaltige Ernährungsgewohnheiten zu fördern.

Hierzu werden zunächst die **molekularen Bestandteile von Lebensmitteln**, ihre physikalischen sowie sensorischen Eigenschaften und ihre Stoffwechselprodukte analysiert. Es werden Methoden wie Massenspektrometrie (MS), Kernspinresonanzspektroskopie (NMR), Hochleistungsflüssigkeits- (HPLC) und Gaschromatografie (GC) zur präzisen Bestimmung und Quantifizierung von Inhaltsstoffen und ihrer Verstoffwechslung (Proteomik, Transkriptomik, Metabolomik) genutzt. Mittels toxikologischer Untersuchungen in Kombination mit Omics-Technologien können Schadstoffe identifiziert und dahin gehend analysiert werden, wie sie in Zellen oder Gewebe eindringen und dort schädliche Effekte wie oxidativen Stress oder Entzündungen verursachen. Damit ermöglichen sie eine Sicherheitsbewertung von Lebensmittelinhaltsstoffen. Darüber hinaus von Interesse ist die Akzeptanz / Hedonik von Lebensmitteln, bei der die Genuss-Wahrnehmung über neuronale Strukturen vermittelt wird.

Anhand der Lebensmittelzusammensetzung können **systembiologische Wirkungen** bewertet werden. Hierzu zählt, wie Inhaltsstoffe miteinander sowie mit dem menschlichen Körper in Wechselwirkung stehen. Dabei gewinnen zunehmend Ansätze eine Bedeutung, die individuelle körperliche Unterschiede berücksichtigen. Synergien, Antagonismen und Matrixeffekte beeinflussen die Verstoffwechslung, Bioverfügbarkeit, Stabilität und Wirkung von Lebensmittelinhaltsstoffen im menschlichen Körper.

Bei der Auswertung der entstehenden Daten können **bioinformatische und statistische Methoden** kombiniert und dadurch auch komplexe Zusammenhänge innerhalb der Lebensmittelmatrix modelliert werden. Durch Simulationsmodelle kann der Einfluss von Änderungen in der Lebensmittelzusammensetzung oder -verarbeitung auf Inhaltsstoffwirkungen vorhergesagt werden.

Die systembiologische Beurteilung von Lebensmittelinhaltsstoffen vereint Methoden aus Ernährungswissenschaft, Chemie, Biologie, Physik und Informatik.

⁷² <https://www.gesundheitsforschung-bmbf.de/de/systembiologie-6217.php>.

2.4.1 Das anlassgebende Vorhaben⁷³

Das Ziel des LSB ist die Erfassung, Beurteilung und Vorhersage von chemosensorisch-aktiven Lebensmittelinhaltsstoffen. Hierbei sollen die Lebensmittelinhaltsstoffe sowohl ernährungsphysiologischen Ansprüchen als auch geschmacklichen Vorlieben von Verbraucherinnen und Verbrauchern genügen. Dazu wird laut Stiftungszweck die chemische Zusammensetzung von Lebensmitteln erforscht und unter Mitberücksichtigung der mikrobiologischen, ernährungsphysiologischen, toxikologischen, rechtlichen und sonstigen Fragen bewertet. Hierbei liegt ein Fokus auf den sensorisch relevanten Inhaltsstoffen und dem Verständnis ihrer biologischen Wirkung sowie deren Vorhersage.

Durch das Erweiterungsvorhaben soll die Verknüpfung von lebensmittelchemischer und molekularbiologischer Grundlagenforschung mit bioinformatischen Analysen und Modellierungen gebündelt und ausgebaut werden.

Dies beinhaltet zum einen die geplante Erweiterung der entsprechenden (bio-)informatischen Infrastruktur sowie verschiedener Hochleistungstechnologien wie z. B. GC-MS, LC-MS, NMR, AFM und ICP-MS. Zum anderen sieht das Vorhaben die Verstärkung von drittmittelgefördertem Personal vor, dessen Finanzierung durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie im Jahr 2027 ausläuft. Diese sind in den Forschungssektionen (FS) I-III, in drei Technologie-Ressorts und in der IT sowie in Direktorium und Administration angesiedelt.

In FS I soll die klassische Lebensmittel- / Aromachemie um Proteom- und Transkriptomforschung ergänzt werden, um qualitätsgebende sowie -mindernde Lebensmittelinhaltsstoffe zu charakterisieren (Erfassen). In FS II sollen molekulare Grundlagen der sensorischen und physiologischen Wirkung von Inhaltsstoffen untersucht und passende Qualitätskriterien erarbeitet werden (Beurteilen). In FS III sollen bioinformatische Datenanalysen zur Vorhersage der Wirkung von Lebensmittelinhaltsstoffen und -qualität etabliert werden (Vorhersagen). Weiterhin soll ein Leibniz Living Lab Freising (gemeinsam mit der Stadt Freising) zum Wissensaustausch zwischen Gesellschaft, Politik, Wirtschaft und Wissenschaft aufgebaut werden, um lebensmittel-relevanten Fragestellungen und deren Lösungen nachgehen zu können.

Das LSB verfügt im Jahr 2024 über einen Kernhaushalt von 4.143 T€ und grundständig finanziertes Personal im Umfang von 39,9 VZÄ. Das Erweiterungsvorhaben soll im Endausbau (2028) ein Volumen von 7.440 T€ p. a. haben. Als zusätzliches Personal sind 59,2 VZÄ im Endausbau vorgesehen.

2.4.2 Relevante Leibniz-Institute in dem Forschungsfeld

Forschung zu Ernährung und Lebensmitteln erfolgt in der Leibniz-Gemeinschaft in einer Reihe von Einrichtungen. Dementsprechend können mehrere Einrichtungen zur Forschung im Feld *Systembiologische Beurteilung von Lebensmittelinhaltsstoffen* beitragen – aufgrund einer thematischen Anschlussfähigkeit, übertragbarer methodischer Kompetenzen oder mit Blick auf systemische bzw. interdisziplinäre Ansätze.

In der **Sektion C – Lebenswissenschaften** erforscht das Deutsche Institut für Ernährungs-

⁷³ Die Beschreibung des anlassgebenden Vorhabens ist mit dem LSB abgestimmt.

forschung Potsdam-Rehbrücke (**DIFE**) die molekularen Grundlagen von Ernährung und Gesundheit, um Lösungen zur Prävention und Therapie weitverbreiteter ernährungsbedingter Erkrankungen zu finden. Anknüpfungspunkte bestehen in der Forschung zu den molekularen Mechanismen der Nahrungsaufnahme und Stoffwechselregulation, zur Prävention von ernährungsbedingten Krankheiten sowie in der Nutzung mathematischer Simulationsmodelle. Das Deutsche Diabetes-Zentrum – Leibniz-Zentrum für Diabetes-Forschung an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf (**DDZ**) verknüpft molekulare und zellbiologische Grundlagen mit klinischen und epidemiologischen Forschungsansätzen. Am Institut für Klinische Biochemie und Pathobiochemie des DDZ werden unter anderem Hochdurchsatzmethoden genutzt, um biologische Regelkreise der Entstehung von Adipositas und Diabetes zu analysieren. Auf der methodischen Ebene können sich somit nutzbare Synergien ergeben. Das Leibniz-Forschungsinstitut für Molekulare Pharmakologie (**FMP**) untersucht molekulare Ursachen von Krankheiten und biochemische Abläufe im Körper. Obwohl es primär in der biomedizinischen Forschung zu Wirkstoffen tätig ist, gibt es Anschluss zur molekularen Analyse von Lebensmittelinhaltsstoffen. Insbesondere die Untersuchung von Molekül-Rezeptor-Interaktionen, Signaltransduktionswegen und bioaktiven Verbindungen bietet Ansätze, um auch die Wirkungen von Lebensmittelinhaltsstoffen auf den menschlichen Körper besser zu verstehen. Das Leibniz-Institut für Pflanzenbiochemie (**IPB**) erforscht die biochemischen Prozesse in Pflanzen und ihre molekularen Grundlagen. Es untersucht insbesondere sekundäre Pflanzenstoffe, die eine wichtige Rolle in der menschlichen Ernährung spielen, beispielsweise als Antioxidantien oder gesundheitlich wirksame Verbindungen. Diese Forschung ist für die Lebensmittelanalytik relevant, da viele der bioaktiven Stoffe in Lebensmitteln pflanzlichen Ursprungs sind. Das Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (**IPK**) untersucht unter anderem, wie genetische Faktoren und Umweltbedingungen die Zusammensetzung von Inhaltsstoffen in Kulturpflanzen beeinflussen. Neben Züchtungsforschung zur Verbesserung des Nährstoffgehalts sowie der Stresstoleranz von Kulturpflanzen entschlüsselt es die genetischen Grundlagen von Pflanzeigenschaften mit modernen Technologien wie Genomsequenzierung und Bioinformatik. Im Bereich der pflanzlichen Lebensmittel ergeben sich somit anschlussfähige Forschungsergebnisse.

In der **Sektion D – Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften** konzentriert sich das Leibniz-Institut für Analytische Wissenschaften – **ISAS** auf die Entwicklung analytischer Methoden zur Untersuchung von Biomolekülen. Obwohl der Schwerpunkt wiederum im medizinischen Bereich liegt, lassen sich Methoden grundsätzlich auf komplexe biologische Systeme wie Lebensmittel und deren Inhaltsstoffe übertragen. Weiterhin nutzen die werkstoffwissenschaftlichen Einrichtungen (z. B. **INM** – Leibniz-Institut für Neue Materialien oder Leibniz-Institut für Verbundwerkstoffe (**IVW**)) zunehmend auch Omics-Methoden und verfolgen systembiologische Ansätze, z. B. in der Forschung zu biobasierten Materialien oder der Übertragung biologischer Prinzipien auf Oberflächen und Strukturen.

In der **Sektion E – Umweltwissenschaften** untersucht das Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie (**ATB**) agrar- und biotechnologische Prozesse zur nachhaltigen Produktion von Lebensmitteln und Biomaterialien. Anknüpfungspunkte bestehen im Bereich der Analytik von Lebensmitteln und deren (sensorisch-relevanten) Inhaltsstoffen. Das Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (**IGZ**) erforscht die Grundlagen und Anwendungen der Pflanzenproduktion. Zur Steigerung der Pflanzenqualität und Ernteerträge werden Erkenntnisse aus den Bereichen Pflanzenernährung, -gesundheit, -qualität, -genomik und Modellierung kombiniert. Kooperationsmöglichkeiten ergeben sich u. a. zu pflanzlichen Lebensmitteln oder

bei der Auswertung von interdisziplinären Daten und großen Datenmengen.

2.4.3 Weitere national und international bedeutsame Einrichtungen in dem Forschungsfeld

Im nationalen und internationalen Umfeld beschäftigt sich eine Reihe von Einrichtungen mit Fragen, die Bezüge zur *Systembiologischen Beurteilung von Lebensmittelinhaltsstoffen* haben. Einschlägige nationale sowie internationale Einrichtungen werden im Folgenden exemplarisch aufgeführt.

Nationale Perspektive

Das Max Rubner-Institut (**MRI**)⁷⁴ untersucht als Ressortforschungseinrichtung die Qualität, Sicherheit und Authentizität von Lebensmitteln sowie eine gesunde und nachhaltige Ernährung. An seinen vier Standorten befasst es sich mit der Physiologie und Biochemie der Ernährung, dem Ernährungsverhalten oder der Lebensmittel- und Bioverfahrenstechnik. An den einzelnen Instituten wird interdisziplinär gearbeitet, ein explizit systembiologischer Ansatz besteht jedoch nicht. Das Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung (**IVV**)⁷⁵ forscht u. a. zu gesunden, sicheren und nachhaltigen Lebensmitteln, ausgehend vom Menschen und seinem Wirkungsfeld. Dabei stehen auch die sensorischen Aspekte des Lebensmittelkonsums und die multisensorische Wahrnehmung im Fokus. Die Forschung ist stark anwendungs- und produktorientiert. Das Deutsche Institut für Lebensmitteltechnik (**DIL**)⁷⁶ forscht anwendungsbezogen unter anderem zur Herstellung von Lebensmitteln mit spezifischen Qualitätsmerkmalen. Es fokussiert sich dabei auf die Futtermittel- (inklusive Haustierernährung) und Fleischproduktion und nutzt z. B. NMR-Spektroskopie zur Untersuchung physikalischer und physikochemischer Stoffeigenschaften.

Von den nationalen **Universitäten** verfügen mehrere über lebensmittelchemische Institute, u. a. die TU München, TU Dresden, TU Berlin, Universität Hohenheim, Friedrich-Schiller-Universität Jena, Universität Hamburg, Christian-Albrechts-Universität Kiel und Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) legt neben den klassischen lebensmittelchemischen Fächern Schwerpunkte auf die Bereiche Lebensmittelanalytik, Toxikologie und Biochemie. Das Institut für Ernährungswissenschaft der Justus-Liebig-Universität Gießen umfasst acht Professuren, u. a. zu molekularer Ernährungsforschung, Ernährungspsychologie oder Ernährung und Immunsystem. Bei der universitären Forschung gibt es keinen Fokus auf bestimmte Lebensmittelinhaltsstoffe, sondern naturgemäß eine breite Ausrichtung über alle Aspekte der Lebensmittelchemie.

Internationale Perspektive

Im europäischen Umfeld befasst sich das Forschungsinstitut „Food & Biobased Research“ der **Universität Wageningen**⁷⁷ (Niederlande) mit nachhaltigen, sicheren und gesunden Lebensmitteln von der Produktion bis zum Verzehr. In verschiedenen Forschungsprogrammen werden Fragen zu Nacherntequalität, biobasierten Materialien, Nutzung von KI und Robotik, Er-

⁷⁴ <https://www.mri.bund.de/de/home/>.

⁷⁵ <https://www.ivv.fraunhofer.de/de/lebensmittel.html>.

⁷⁶ <https://www.dil-ev.de/de/forschung.html>.

⁷⁷ <https://www.wur.nl/en/research-results/research-institutes/food-biobased-research.htm>.

nahrung für optimale Gesundheit, Prävention von Lebensmittelverlusten, zirkulären Wassertechnologien etc. bearbeitet. Hierbei wird nicht ausdrücklich ein systembiologischer Ansatz verfolgt und meist ganze Lebensmittel anstatt einzelner Inhaltsstoffe auf molekularer Ebene beforscht. Das Nationale Forschungsinstitut für Landwirtschaft, Ernährung und Umwelt (**INRAE**)⁷⁸ in Frankreich beschäftigt sich mit Lebensmitteln und globaler Gesundheit als einem von sechs großen Forschungsthemen. Bei INRAE steht der Gesundheitsaspekt im Vordergrund der Lebensmittelforschung und der ganzheitliche Ansatz betrifft eher die Prävention von Krankheiten durch Ernährung und Umwelt. Das Institut für Lebensmittel, Ernährung und Gesundheit der **ETH Zürich**⁷⁹ besteht aus 15 Laboratorien, die u. a. zur Lebensmittel-Biochemie, Lebensmittel-Immunologie oder Ernährung und zur metabolischen Epigenetik forschen. Das Institut möchte nachhaltige Lösungen gegen ernährungsbedingte Krankheiten entwickeln, indem es die Struktur von Lebensmitteln sowie systemische und molekulare Mechanismen aufklärt.

In den USA erforscht das **Monell Chemical Senses Center**⁸⁰ in Philadelphia die chemo-sensorischen Grundlagen von Geschmack und Geruch der Lebensmittel, kombiniert mit sozialwissenschaftlicher Forschung. Der Fokus liegt auf der Prävention, Detektion und Behandlung von ernährungsbedingten Krankheiten. Hierbei wird ein interdisziplinärer Ansatz verfolgt, um Gesundheit und Wohlbefinden durch das wissenschaftliche Verständnis von sensorischen Lebensmitteleigenschaften zu verbessern. Das Department of Food Science and Technology an der University of California, Davis (**UC Davis**)⁸¹ hat Schwerpunkte in der Lebensmittelchemie, -mikrobiologie, -verarbeitung und -sensorik. Es untersucht u. a. Inhaltsstoffe von Lebensmitteln wie Polyphenole und Flavonoide und deren Einfluss auf den Geschmack und die Gesundheit. Es wird kein expliziter systembiologischer Ansatz verfolgt.

2.4.4 Wissenschaftliche Fragen, gesellschaftliche Herausforderungen, Forschungslücken und Entwicklungspfade

Im Folgenden wird ausgeführt, welche wissenschaftlichen Fragen und Herausforderungen im Feld gegenwärtig adressiert werden bzw. adressiert werden sollten und welche Entwicklungspfade besonders vielversprechend erscheinen.

Gegenstände

Die besondere Bedeutung systemischer Forschungsansätze unterstreicht der Wissenschaftsrat in seiner jüngsten Veröffentlichung „Perspektive der Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungswissenschaften“⁸². Für die Umsetzung anspruchsvoller Transformationsaufgaben des Ernährungssystems müsse die inter- und transdisziplinäre Forschung gestärkt werden.

Aufgrund seiner hohen gesellschaftlichen Relevanz wird im Ernährungs- und Lebensmittelbereich intensiv geforscht, auch zu ernährungsbedingten Erkrankungen, die besonders im Zuge des demografischen Wandels an Bedeutung zunehmen. Ein Großteil der gegenwärtigen Forschung konzentriert sich auf einzelne Lebensmittelinhalts- oder Nährstoffe und vernachlässigt

⁷⁸ <https://www.inrae.fr/en/food-global-health>.

⁷⁹ <https://hest.ethz.ch/das-departement/personen0/departementsangehoerige-nach-organisationseinheiten/institut-fuer-lebensmittelwissenschaften-ernaehrung-und-gesundheit.html>.

⁸⁰ <https://monell.org/research/>.

⁸¹ <https://foodscience.ucdavis.edu/>.

⁸² [Wissenschaftsrat \(2024\): Perspektiven der Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungswissenschaften](#).

deren **Wechselwirkungen** untereinander und mit dem menschlichen Körper. Dieses Wissen bildet jedoch z. B. die Grundlage für ein tieferes Verständnis des Nährstoffzyklus von der Aufnahme über die Verdauung und Absorption bis hin zur Metabolisierung. Weiterhin von Interesse sind in diesem Zusammenhang die **dynamischen bzw. zeitlichen Effekte der Inhaltsstoffwirkungen**, die prinzipiell gegensätzlich sein können. Durch die Analyse bspw. von Proteom oder Metabolom der Lebensmittel können diese Effekte zumindest teilweise abgebildet werden, da sich diese ebenfalls mit der Zeit verändern können. Aufschlussreich sind auch Untersuchungen, wie Lebensmittelinhaltsstoffe mit dem menschlichen **Mikrobiom** interagieren und welche Auswirkungen sich für die Verstoffwechslung und damit für das Wohlergehen ergeben.

Für die Untersuchung der **Sinneswahrnehmung** werden spezifische Rezeptoren und neuronale Signalwege identifiziert, die an der sensorischen Erfassung beteiligt sind. Diese Ansätze können mit psychophysischen Tests und Verhaltensstudien kombiniert werden, um die sensorische Reaktion des Menschen auf bestimmte Inhaltsstoffe besser zu verstehen.

Der systembiologische Ansatz birgt durch eine Verknüpfung von Daten das Potenzial zur **Bewertung der Wirkung von Inhaltsstoffen** angesichts individueller körperlicher Unterschiede. Dadurch kann eine Ernährungsberatung erfolgen, die präzise auf die Bedürfnisse einzelner Personen zugeschnitten ist. Darüber hinaus ermöglicht er die **Entwicklung neuer bioaktiver oder funktioneller Lebensmittel**, die gesundheitliche Vorteile bieten bzw. (ernährungsbedingten) Erkrankungen vorbeugen können. Vorteilhaft wäre in diesem Zusammenhang die gezielte Entwicklung gesunder sowie gleichzeitig schmackhafter Lebensmittel, die von Verbraucherinnen und Verbrauchern vor ungesünderen Produkten präferiert würden.

Darüber hinaus sollten **Nachhaltigkeitsaspekte** beachtet werden, z. B. in Bezug auf sogenanntes „Superfood“ aus weit entfernten Ländern oder bei tierischen Produkten. Inwieweit diese Aspekte im anlassgebenden Vorhaben berücksichtigt werden, wäre im Falle einer etwaigen Begutachtung zu prüfen.

Methoden

Da Daten oft auf verschiedenen Ebenen vorliegen, sind zur **Datenintegration** Modelle und Methoden zur Verknüpfung dieser unterschiedlichen Skalierungen nötig. Die Technologien können helfen, Muster und Mechanismen zu erkennen, um das Gesamtbild der komplexen Interaktionen von Lebensmittelinhaltsstoffen und biologischen Systemen zu erfassen. Es besteht darüber hinaus eine Herausforderung darin, die Datenmengen aus verschiedenen Omics-Ansätzen mit klinischen und ernährungswissenschaftlichen Daten zusammenzuführen. Es sind fortschrittliche Algorithmen, KI und maschinelles Lernen notwendig, um diese Daten sinnvoll zu analysieren und in ernährungsphysiologisch relevante Modelle zu überführen.

Zur **Sicherheitsbewertung und Regulierung** (vor allem von funktionellen und bioaktiven Inhaltsstoffen) ist die Standardisierung von Methoden für die Analyse von Lebensmittelinhaltsstoffen und ihren systembiologischen Effekten vorteilhaft. Damit wären Studien besser untereinander vergleichbar und die Ableitung allgemeingültiger Erkenntnisse würde vereinfacht. Im Forschungsbereich wäre eine solche Standardisierung allerdings einengend und innovationshemmend und daher nicht anzustreben.

Infrastrukturen

Obwohl Analysegeräte zunehmend leistungsstärker werden, bestehen weiterhin **technologische Grenzen bei der Quantifizierung bestimmter Substanzen** und der Untersuchung

hochkomplexer biologischer Proben. Durch den Einsatz von künstlicher Intelligenz und maschinellem Lernen können verbesserte Prognosemodelle entwickelt werden, die nach geeigneter Validierung biologische Wirkungen von Inhaltsstoffen vorhersagen können. Der Bedarf an weitergehender Forschung auf diesem Gebiet ist nach wie vor hoch.

Transfer

Die Herausforderung, wissenschaftliche Erkenntnisse in ein **gesundheitsförderndes Verbraucherverhalten** umzusetzen, bleibt bestehen. Es müssen Mechanismen entwickelt werden, um Verbraucherinnen und Verbraucher über die gesundheitlichen Vorteile bestimmter Inhaltsstoffe aufzuklären und gleichzeitig den Zugang zu diesen Lebensmitteln zu erleichtern. In diesem Zusammenhang bedeutsam ist auch die **Information und Beratung der Industrie** zu Produkten, die gesund, nachhaltig sowie sensorisch attraktiv sind. Im Falle einer Begutachtung wäre besonders zu prüfen, wie die vorgesehenen Transferansätze des anlassgebenden Vorhabens zu bewerten sind.

2.5 Empirische Sozialforschung: Sozialwissenschaftliche Forschungsdateninfrastrukturen

Sozialwissenschaftliche Forschungsdateninfrastrukturen (SFDI) dienen der Erhebung, Aufbereitung, Anreicherung und nachhaltigen Archivierung sowie Bereitstellung qualitätsgesicherter und wissenschaftlich relevanter Forschungsdaten sowie der Methodenentwicklung. Solche forschungsbasierten und an den Bedarfen der Nutzenden ausgerichteten Dienstleistungen sind wichtige Voraussetzung für die empirische Forschung in sozial- und verhaltenswissenschaftlichen Disziplinen wie Soziologie, Politik- und Wirtschaftswissenschaften, Bildungsforschung oder Psychologie; Panelstudien wie auch Querschnittsanalysen zu gesellschaftlich wichtigen Themen wie demografischer Wandel, soziale Ungleichheit, digitale und ökologische Transformation, Mobilität oder Migration sind auf die Dienstleistungen von SFDI angewiesen. Dies gilt auch für die Evaluierung politischer Maßnahmen (z. B. Wirkungsanalysen, Gesetzesfolgenabschätzung).

Durch die zunehmende Bewertung von **Forschungsdaten als öffentliches Gut** im Kontext einer offenen Wissenschaft haben Forschungsdateninfrastrukturen viel forschungspolitische Aufmerksamkeit und Aufwertung erfahren; ein Ausdruck dessen ist etwa die Etablierung der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI).

Daten, die durch SFDI bereitgestellt werden, können sowohl durch Infrastruktureinrichtungen selbst erhoben sein, wie auch Daten umfassen, die durch Dritte erhoben wurden (Forschung, öffentliche Verwaltung oder private Organisationen).

Leistungen an SFDI, die zur Bereitstellung von Forschungsdaten führen, sind selbst forschungsbasiert und methodisch anspruchsvoll: Zentrale Herausforderungen sind beispielsweise die Sicherung der **Datenqualität** der vielfältigen Datenarten sowie deren **Verknüpfung** (etwa von Befragungsdaten mit digitalen Verhaltensdaten, [kleinräumlichen] Geodaten oder prozessgenerierten Daten aus der öffentlichen Verwaltung). Weiterhin ist die Anwendung und Weiterentwicklung von **Standardisierungen** als Bestandteil der Methodenentwicklung und im Umgang mit Forschungsdaten zentrale Aufgabe von SFDI. Für das **Datenmanagement** sind technische Lösungen notwendig, die die Einhaltung der FAIR-Prinzipien gewährleisten, den IT-Sicherheitsstandards gerecht werden und die intuitive Nutzung durch die Forschenden ermöglichen. Sozialwissenschaftliche Forschungsdateninfrastrukturen umfassen also auch

technische Systeme im Bereich der Hard- und Software. Nicht zuletzt sehen sie sich wandelnden **rechtlichen Rahmenbedingungen** des Datenzugangs und -schutzes gegenüber.

Neben Dienstleistungen im Zusammenhang mit der Bereitstellung von Daten befassen sich SFDI, die selbst etwa (Umfrage-) Daten erheben, mit der **Konzeption, Instrumentierung und Operationalisierung** der Erhebung wie auch mit der Weiterentwicklung statistischer Methoden und Modelle.

Im Forschungsfeld der sozialwissenschaftlichen Forschungsdateninfrastrukturen wird in steigendem Maße auf Methoden zurückgegriffen, die auch in den Informations- und Datenwissenschaften gängig sind, mit denen sich die Leibniz-Gemeinschaft in einer früheren Forschungsfeldbetrachtung⁸³ befasst hatte. Hierzu gehören unter anderem Methoden des Natural Language Processing, Machine Learning und Methoden der Netzwerkanalyse.

2.5.1 Das anlassgebende Vorhaben⁸⁴

Das Sozio-oekonomische Panel (SOEP) ist eine seit dem Jahr 1984 durchgeführte Panelstudie, die am DIW Berlin – Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung angesiedelt ist. Jährlich werden deutschlandweit Haushalte und ihre Mitglieder befragt, etwa zu Familienverhältnissen, Gesundheit, Bildung und Arbeit, Wohlstand, Persönlichkeit und Migrationserfahrung. Die entstandene Datengrundlage wird national und international für Forschung und Beratung z. B. in Wirtschafts-, Sozial- und Gesundheitswissenschaften, Psychologie und Geografie genutzt.

Das Vorhaben zielt nun darauf ab, diese repräsentative Längsschnittbefragung in ihrer Breite zu stärken und ihre Nutzbarkeit zu erweitern. Hierzu ist eine Reihe von Maßnahmen vorgesehen:

1. „Quartalsweise Repräsentativität“: Bisher lassen sich die Daten nicht für unterjährige Analysen nutzen. Künftig sollen diese ermöglicht werden, indem die gesamte SOEP-Stichprobe jährlich zufällig in vier gleich große Teile aufgeteilt wird, die dann zeitversetzt befragt werden: jede Teilstichprobe in einem anderen Quartal. Gleichzeitig soll die Gesamtstichprobe von gegenwärtig 15.000 auf 25.000 Haushalte erweitert werden. Mittels dieses „Sample-Boost“ sollen aussagekräftige verallgemeinerbare Aussagen sowohl auf Jahres- als auch Quartalsebene ermöglicht werden.
2. „Erweiterung der Themen und Forschungspotenziale“: Künftig sollen die sich jährlich wiederholenden Kernthemen der Befragung um quartalsweise adaptierbare „Flex-Module“ erweitert werden. Damit sollen sich die Befragungsinhalte zeitnah und flexibel auf gesellschaftlich relevante Ereignisse ausrichten lassen können. Zusätzlich sollen kurzfristig Kurzbefragungen zu aktuellen Themen auch per SMS oder Push-Benachrichtigung in Form von „Quick-Polls“ möglich sein. Weiterhin sollen die Inhalte der SOEP-Studie durch Nutzung externer Daten ausgebaut werden (z. B. Record Linkage auf Individualebene mit den Daten der Lohn- und Einkommensstatistik, Verknüpfbarkeit über Merkmale, Harmonisierung mit anderen internationalen Panels).
3. „Schnellere Verfügbarkeit und vereinfachter Zugang“: Zusätzlich zur „Standardauslieferung“ der SOEP-Daten sollen künftig die Daten der Quartalerhebungen zeitnah im jeweiligen Folgequartal an die Datennutzenden ausgeliefert werden. Außerdem soll die

⁸³ [Leibniz-Gemeinschaft \(2020\): Forschungsfeld Informations- und Datenwissenschaften.](#)

⁸⁴ Die Beschreibung des anlassgebenden Vorhabens ist mit dem SOEP abgestimmt.

Datennutzungsinfrastruktur optimiert werden, um Datenzugang und -nutzung zu vereinfachen (z. B. Aufbau eines „Gesellschaftsbarometers“ sowie „Kompetenz- und Beratungszentrums“, Ausbau des Remote-Zugriffs).

Das Vorhaben SOEP 2.0 zielt insgesamt darauf ab, eine repräsentative Längsschnittbefragung mit flexibler Erhebung zu vereinen. Es soll die Forschung stärken und die Analyse dynamischer Veränderungen und deren langfristiger Auswirkungen ermöglichen. Optimierte Mikrodaten sollen so einer breiten Nutzerschaft zur Verfügung stehen.

Das SOEP verfügt im Jahr 2024 über einen Kernhaushalt von 10.632 T€. Das Vorhaben soll im Endausbau (2028) ein Volumen von 3.258 T€ p. a. haben; es ist zusätzliches Personal im Umfang von 7,4 VZÄ vorgesehen.

2.5.2 Relevante Leibniz-Institute in dem Forschungsfeld

In der Leibniz-Gemeinschaft verfügen eine Reihe von Einrichtungen über besondere Schwerpunkte in der Bereitstellung sozialwissenschaftlicher Forschungsdaten – sei es, weil sie originäre Forschungsdateninfrastrukturen sind und/oder Forschungsdatenzentren (FDZ) betreiben – und in der Entwicklung von darauf bezogener Methoden (z. B. Surveymethoden und Methoden der Datenanalyse). Die für die zugleich langfristige Planung als auch Reaktionsfähigkeit erforderlichen Ressourcen und methodische Kompetenzen können nicht allein über Forschungsprojekte gewährleistet werden, sondern müssen institutionell abgesichert vorgehalten werden. Hierfür bieten sich die Einrichtungen der Sektionen A und B der Leibniz-Gemeinschaft in besonderer Weise an.

In **Sektion A – Geisteswissenschaften und Bildungsforschung** ist insbesondere das Leibniz-Institut für Bildungsverläufe (**LifBi**) als eine der zentralen Einrichtungen in Deutschland im Bereich der bildungswissenschaftlichen Längsschnittforschung zu nennen. Mit dem Nationalen Bildungspanel (NEPS) beheimatet es die größte Langzeit-Bildungsstudie in Deutschland, die die Kompetenzentwicklungen und die Bildungsverläufe von insgesamt über 70.000 Teilnehmenden begleitet – von der frühen Kindheit bis ins hohe Erwachsenenalter. Das Forschungsdatenzentrum des LifBi (FDZ-LifBi) bereitet diese und weitere Daten auf und stellt sie kostenfrei als Scientific-Use-Files für wissenschaftliche Analysen zur Verfügung. Ebenso leistet das DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation (**DIPF**) einen wichtigen Beitrag zur Bereitstellung von bildungsbezogenen Daten für die Forschung und Politik. Es betreibt selbst das Forschungsdatenzentrum Bildung (FDZ Bildung) und koordiniert den Verbund Forschungsdaten Bildung (VerbundFDB) – einen Zusammenschluss von FDZ in der Bildungsforschung – der wiederum für das Portal „www.forschungsdaten-bildung.de“ zuständig ist.

In der **Sektion B – Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Raumwissenschaften** ist neben dem SOEP auch **GESIS** – Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften beheimatet. Es handelt sich um die größte europäische Infrastruktureinrichtung für die Sozialwissenschaften mit einem besonderen Schwerpunkt im Bereich der Forschungsdateninfrastrukturen. Neben der federführenden Verantwortung für zahlreiche Umfragen, wie der Allgemeinen Bevölkerungsumfrage der Sozialwissenschaften (ALLBUS), dem deutschen Beitrag zur Internationalen Studie zur Untersuchung von Alltagsfähigkeiten Erwachsener (PIAAC) oder den European Social Survey (ESS) betreibt GESIS mehrere Forschungsdatenzentren, forscht zur Methoden- und Infrastrukturentwicklung und bietet eine Reihe von Beratungs- und Schulungsangeboten im Bereich der empirischen Sozialforschung an. Das GESIS ist zudem die Sprechereinrichtung

des NFDI-Konsortiums KonsortSWD, zu dem auch das IfBi, DIPF, DIW und zahlreiche weitere Leibniz-Einrichtungen beitragen. Es betreibt zudem gemeinsam mit dem **ZBW** – Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft da|ra, einen DOI-Registrierungsservice für Sozial- und Wirtschaftsdaten.

Darüber hinaus verfügen zahlreiche weitere Leibniz-Einrichtungen der Sektionen A und B über (sozialwissenschaftliche) FDZ, die sowohl am Institut erhobene Daten als auch Daten anderer Quellen bereitstellen. Hierzu gehören das Leibniz-Institut für Psychologie (**ZPID**) für psychologische Forschungsdaten, das Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung (**IÖR**) für raumbezogene Daten sowie die wirtschaftswissenschaftlichen Institute der Leibniz-Gemeinschaft für diverse wirtschaftswissenschaftliche Daten: **ifo** Institut – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München e. V., Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung Halle (**IWH**), **RWI** – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung, Leibniz-Institut für Finanzmarktforschung **SAFE** und **ZEW** – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung.

2.5.3 Weitere national und international bedeutsame Einrichtungen in dem Forschungsfeld

National wie auch international ist das Feld der sozialwissenschaftlichen Forschungsdateninfrastrukturen sowohl von Forschungseinrichtungen mit besonderem Infrastrukturauftrag als auch von Konsortien, die gemeinsam Forschungsinfrastrukturen bzw. Surveys tragen, geprägt. Im Weiteren folgen exemplarisch Beispiele hierfür.

Nationale Perspektive

Innerhalb Deutschlands spielt das Konsortium für die Sozial-, Verhaltens-, Bildungs- und Wirtschaftswissenschaften (**KonsortSWD**)⁸⁵ als Teil der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI) eine wichtige Rolle in dem Feld. KonsortSWD zielt insbesondere auf die Unterstützung von Forschenden und Forschungsdatenzentren beim Forschungsdatenmanagement, um die Nachnutzungspotenziale von Daten in Übereinstimmung mit den FAIR-Prinzipien zu steigern – auch unter Berücksichtigung der Anforderungen des Datenschutzes. Bestandteil von KonsortSWD ist der Rat für Sozial- und Wirtschaftsdaten (**RatSWD**), der sich zum einen für eine wissenschaftsfreundliche Gestaltung der rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen der Arbeit mit Forschungsdaten einsetzt und der zum anderen durch die Akkreditierung und Vernetzung der Forschungsdatenzentren in Deutschland zu deren Qualitätssicherung und Weiterentwicklung beiträgt.

Innerhalb des deutschen Wissenschaftssystems gibt es in den sozial- und verhaltenswissenschaftlichen Disziplinen zahlreiche Forschungseinrichtungen, die Primär- und Sekundärdaten qualitätsgesichert und nachhaltig für andere Forschende und weitere Zielgruppen zur Verfügung stellen. Beispielhaft sei genannt das **Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB)**⁸⁶, das neben eigenen Erhebungen wie dem IAB-Betriebspanel oder dem Panel Arbeitsmarkt und soziale Sicherung (PASS) auch die im Verwaltungsprozess zu Betrieben, Personen, Haushalten und Jobcentern entstehenden Registerdaten für die Forschung und die Politikberatung aufbereitet. Zentral sind zudem die **statistischen Ämter des Bundes und der Länder**, die Ihre Daten wie die des Mikrozensus über eigene FDZ bereitstellen.

⁸⁵ <https://www.konsortswd.de/ueber-uns/konsortswd/>.

⁸⁶ <https://iab.de/>.

Internationale Perspektive

Im Bereich der Surveys ist in Europa der European Social Survey (**ESS ERIC** [=European Research Infrastructure Consortium])⁸⁷ von besonderer Bedeutung. ESS ERIC ist eine der wichtigsten vergleichenden Studien zu Meinungen und Einstellungen mit Blick auf soziale und politische Themen. Von besonderer Wichtigkeit ist zudem der Survey of Health, Ageing and Retirement in Europe (**SHARE ERIC**)⁸⁸ als größte europäische sozialwissenschaftliche Panelstudie, die Daten aus 28 europäischen Staaten und Israel umfasst. Neben diesen Konsortien, die eigene Daten erheben, gibt es zahlreiche Entitäten, die darauf abzielen, national erhobene Haushaltsdaten zu harmonisieren und zusammenzuführen. Besonders wichtig sind das Cross National Equivalent File (**CNEF**)⁸⁹, das Daten aus Haushaltsbefragungen aus zehn Ländern zusammenführt, wie auch **LIS**⁹⁰, das in zwei Datenbanken (Luxembourg Income Study [LIS] und Luxembourg Wealth Study [LWS]) ebenfalls Mikrodaten zusammenführt. Hinzu kommen die EU-Statistik über Einkommen und Lebensbedingungen (**EU-SILC**)⁹¹, die das europäische Haushaltspanel (ECHP) abgelöst hat. Letztere werden vom statistischen Amt der Europäischen Union, Eurostat, in Zusammenarbeit mit den nationalen Behörden in den EU-Mitgliedstaaten bereitgestellt.

Jenseits der Europäischen Union prägen aus den USA die Panel Study of Income Dynamics (**PSID**)⁹² und die National Longitudinal Surveys (**NLS**)⁹³, aus Großbritannien die Längsschnittstudie **Understanding Society**⁹⁴, ehemals das British Household Panel Survey (BHPS), und der **Living Costs and Food Survey**⁹⁵, ehemals Family Expenditure Survey (FES), und aus Australien der Household, Income and Labour Dynamics in Australia (**HILDA**)⁹⁶ Survey das Feld. Vergleichbar mit dem Zusammenschluss der FDZ-Zentren in Deutschland im Kontext des RatSWD ist auf europäischer Ebene das Consortium of European Social Science Data Archives (**CESSDA ERIC**)⁹⁷.

2.5.4 Wissenschaftliche Fragen, gesellschaftliche Herausforderungen, Forschungslücken und Entwicklungspfade

Im Folgenden wird ausgeführt, welche Fragen und Herausforderungen im Feld gegenwärtig adressiert werden bzw. adressiert werden sollten und welche Entwicklungspfade besonders vielversprechend erscheinen.

Die qualitätsgesicherte Erhebung, Aufbereitung, Anreicherung und nachhaltige Archivierung

⁸⁷ <https://www.europeansocialsurvey.org/about-ess>.

⁸⁸ <https://share-eric.eu/>.

⁸⁹ <https://www.cnefdata.org/>.

⁹⁰ <https://www.lisdatacenter.org/our-data/>.

⁹¹ <https://ec.europa.eu/eurostat/web/microdata/european-union-statistics-on-income-and-living-conditions>.

⁹² <https://psidonline.isr.umich.edu/>.

⁹³ <https://www.nlsinfo.org/>.

⁹⁴ <https://www.understandingsociety.ac.uk/>.

⁹⁵ <https://www.ons.gov.uk/>.

⁹⁶ <https://melbourneinstitute.unimelb.edu.au/hilda>.

⁹⁷ <https://www.cessda.eu/>.

sowie Bereitstellung von Forschungsdaten und damit verbundene forschungsbasierte Dienstleistungen sind notwendige Voraussetzung für wesentliche Teile der empirischen Sozialforschung. Daraus ergibt sich die besondere Relevanz des Feldes.

Methoden

Eine der zentralen Herausforderungen des Feldes ist die Sicherung der **Datenqualität** und -verfügbarkeit, insbesondere vor dem Hintergrund steigender Kosten für die Durchführung von Erhebungen, der sinkenden Bereitschaft der Bevölkerung, sich an Umfragen zu beteiligen, und der gleichzeitigen Zunahme an neuen Datenarten und -quellen, die für die sozialwissenschaftliche Analyse nutzbar gemacht werden können.

Zur Analyse langlaufender gesellschaftlicher Trends ist die Forschung auf **Längsschnittdaten** angewiesen. Die Durchführung von Panelstudien, die dieselben Haushalte über lange Zeiträume begleiten, erfordert hohe methodische Standards. Insbesondere müssen fortgeschrittene Techniken zur Behandlung von Ausfallraten und Panelmortalität eingesetzt werden. Zur Analyse kurzfristiger Entwicklungen sind zusätzliche Formen der Datenerhebung- und Bereitstellung notwendig, die möglichst schnell und kostengünstig bei gleichbleibender Qualität umzusetzen sind.

Neben der Erhebung ist zudem die **Verknüpfung** von Daten verschiedener Formate und Quellen notwendig, um den multikausalen Themenkomplexen gesellschaftlichen Wandels gerecht zu werden. Die Verknüpfung von Befragungsdaten mit prozessgenerierten Daten der öffentlichen Verwaltung, Geodaten, digitalen Verhaltensspuren (z. B. von Social-Media-Plattformen), Mobilitätsdaten etc. ist hierfür erforderlich.

Zur **Analyse großer und komplexer Datensätze** sind fortgeschrittene statistische Methoden und Ansätze der Computational Social Science wie der Einsatz von Machine Learning erforderlich, um kausale Zusammenhänge und dynamische Prozesse adäquat zu modellieren. Nicht zuletzt sind hierfür neue Methoden zur Bewertung und Sicherstellung der Datenqualität zu entwickeln.

Aufgrund des zentralen Beitrags von SFDI zur Qualitätssicherung der empirischen Sozialforschung ist auch die **Lehre dieser feldspezifischen Kompetenzen** im Studium von zentraler Bedeutung.

Infrastrukturen

Zur Aufbereitung, nachhaltigen Speicherung und Bereitstellung von Forschungsdaten im Sinne der FAIR-Kriterien sind **Standards** von zentraler Bedeutung und deren Entwicklung und Etablierung damit zentrale Aufgaben. Hierbei sind vor allem Metadatenstandards zu benennen, ohne die die Auffindbarkeit und nachhaltige Nutzung von Forschungsdaten unmöglich wäre. Ähnlich wichtig sind die Entwicklung von Standards für Datenformate und Datenqualität sowie die Nutzung persistenter Identifikatoren. Dabei stellt die Einigung auf Standards im besten Fall auch disziplinübergreifend Anschlussfähigkeit her.

Von zentraler Bedeutung ist für Forschungsdateninfrastrukturen die **Orientierung an den Bedarfen von Nutzerinnen und Nutzern**. Dies betrifft sowohl die Auswahl und Erhebung von Daten als auch die Entwicklung nutzerfreundlicher Wege zur Datenbereitstellung. Somit stellt die Erhebung von Nutzungsstatistiken und der Austausch mit den Nutzendengruppe zur Sicherung der Attraktivität der Dienstleistungen eine fortwährende Aufgabe dar.

Dabei kann der Anspruch eines möglichst niedrighschwelligem **Zugangs zu Daten und Dienstleistungen** im Konflikt zu notwendigen Maßnahmen der IT-Sicherheit der Infrastruktur stehen. So stellen beispielsweise der Verlust von Forschungsdaten oder die unfreiwillige Veröffentlichung sensibler Personendaten (z. B. von Befragten) eine Gefahr für das Vertrauen in die Infrastrukturen dar. Maßnahmen zur Gewährleistung der IT-Sicherheit sind insofern von besonderer Bedeutung.

Zusätzlich sehen sich Forschungsdateninfrastrukturen wandelnden rechtlichen **Rahmenbedingungen des Datenzugangs und -schutzes** sowohl auf europäischer als auch nationaler Ebene gegenüber.

Transfer

Forschungsbasierte und an den Bedarfen der Nutzenden ausgerichtete Dienstleistungen von SFDI sind wichtige Voraussetzung für die empirische Forschung und die darauf basierende **Politikberatung**. Sie sind damit von entscheidender Bedeutung für die Möglichkeit, politische Maßnahmen empirisch zu bewerten.

3. Perspektiven

3.1 Thematischer und strategischer Kontext in der Leibniz-Gemeinschaft

Grundlage für die strategische Entwicklung der Leibniz-Gemeinschaft ist das Portfolio ihrer Einrichtungen und deren Möglichkeiten zur Veränderung und Vernetzung. Die Entwicklung von thematischen Schwerpunkten und die Identifikation neuer Themenschwerpunkte erfolgen dabei sowohl innerhalb der Sektionen als auch sektionsübergreifend, etwa im Rahmen von Leibniz-Forschungsverbänden, Leibniz-Forschungsnetzwerken oder den Leibniz-Labs, und unter Berücksichtigung bestehender Kooperationen und von Vernetzungspotenzialen.

Vor diesem Hintergrund und auf Grundlage der Beratungsergebnisse der Arbeitsgruppen nimmt das Präsidium im Folgenden eine Einordnung der betrachteten Forschungsfelder unter den Gesichtspunkten der **Relevanz** und der **Profilierung** der Leibniz-Gemeinschaft vor. Für die strategische Weiterentwicklung der Leibniz-Gemeinschaft spielt dabei die – auch durch die Wissenschaftspolitik geforderte – Profilierung eine zentrale Rolle.

Im Ergebnis unterstreicht das Präsidium eine hohe wissenschaftliche und gesellschaftliche Relevanz aller fünf betrachteten Forschungsfelder. Unter dem Gesichtspunkt der Profilierung der Leibniz-Gemeinschaft wird im Folgenden, auch unter den gegebenen Ressourcenbegrenzungen, eine Priorisierung von Forschungsfeldern gegenüber anderen vorgenommen.

Im Einzelnen nimmt das Präsidium zu den Forschungsfeldern wie folgt Stellung:

Zirkuläre Bioökonomie im Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungssystem

Ernährungssicherung, Klima- und Umweltschutz, Ressourcenschonung und Erhalt von Biodiversität sind zentrale Herausforderungen der Gegenwart und Zukunft. Die Entwicklung und Beforschung zirkulärer bioökonomischer Systeme ist ein wesentlicher Ansatz zur Bewältigung dieser Herausforderungen und daher von hoher gesellschaftlicher, ökologischer und ökonomischer Relevanz.

Der Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungsbereich stellt einen thematischen Schwerpunkt in

der Leibniz-Gemeinschaft dar. Ausdruck dessen ist die große Bandbreite von Leibniz-Einrichtungen mit unmittelbaren Bezügen zum Feld *Zirkuläre Bioökonomie im Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungssystem*.

Auch die intensiven Vernetzungen von Leibniz-Einrichtungen in diesem Feld verdeutlichen diese besondere Schwerpunktsetzung. Hierzu gehören das Leibniz-Lab „Systemische Nachhaltigkeit“ ebenso wie das Leibniz-Strategieforum „Nachhaltige Agrar- und Ernährungssysteme“, in dem zwölf Leibniz-Institute die interdisziplinäre Expertise der Leibniz-Gemeinschaft für die Überwindung von Zielkonflikten in landwirtschaftlichen und aquatischen Produktionssystemen zusammenführen, sowie die Leibniz-Forschungsnetzwerke (LFN) „Grüne Ernährung – Gesunde Gesellschaft“ und „Biodiversität“. Darüber hinaus ist die federführende Rolle der Leibniz-Gemeinschaft in der NFDI FAIRagro und die breite Mitgliedschaft von Leibniz-Einrichtungen in diesem Konsortium Ausdruck dieser besonderen Schwerpunktsetzung.

Im Forschungsfeld wird agrar-, natur- und wirtschaftswissenschaftliches Wissen mit ingenieurwissenschaftlicher Kompetenz zur Entwicklung und Integration von Technologien und Prozessen zusammengeführt. Hier bestehen relevante thematische Bezüge zu weiteren Leibniz-Einrichtungen, dem Leibniz-Forschungsnetzwerk (LFN) „Mathematische Modellierung und Simulation“ und dem Leibniz-Strategieforum „Technologische Souveränität“. Der im Forschungsfeld vielfach verfolgte inter- und transdisziplinäre sowie systemische Ansatz entspricht auch in seiner Methodik einer besonderen Stärke der Leibniz-Gemeinschaft.

Vorhaben im Forschungsfeld *Zirkuläre Bioökonomie im Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungssystem* sind daher aus der Perspektive des Präsidiums hervorragend geeignet, vorhandene Stärken der Leibniz-Gemeinschaft auszubauen und so ihre Profilierung zu befördern.

System- und Elektrotechnik: Vertrauenswürdige Informations- und Kommunikationstechnologien für vernetzte cyberphysische Systeme

Angesichts der wachsenden Komplexität vernetzter cyberphysischer Systeme und ihrer Bedeutung für nahezu alle gesellschaftlichen Bereiche ist die Forschung zu Vertrauenswürdigkeit von Informations- und Kommunikationstechnologien für diese Systeme von hoher gesellschaftlicher und ökonomischer Relevanz.

In der Leibniz-Gemeinschaft forscht eine Reihe von Instituten der Sektion D – Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften erfolgreich im Bereich der Halbleitermaterialien und -technologien. Allerdings ist die Zahl der Institute, die in diesem Bereich stärker anwendungsorientiert arbeiten und damit eine Nähe zum Forschungsfeld *System- und Elektrotechnik: Vertrauenswürdige Informations- und Kommunikationstechnologien für cyberphysische vernetzte Systeme* aufweisen, sehr begrenzt. In diesem Sinne stellt das Forschungsfeld, im Vergleich und anders als in anderen nationalen Forschungsorganisationen, gegenwärtig keinen Schwerpunkt innerhalb der Leibniz-Gemeinschaft dar.

Mit Blick auf die Forschungsschwerpunkte der einschlägigen Institute ist in den Beratungen der Arbeitsgruppe nicht erkennbar geworden, dass eine thematische Verstärkung im genannten Forschungsfeld eine strategisch wichtige Funktion im Sinne des „Schließens einer Lücke“ hätte – dies gilt auch für mögliche unmittelbare Anwendungsbezüge in bestehenden Leibniz-Einrichtungen. Dies bestätigt sich ebenfalls mit Blick auf die bestehenden Vernetzungsstrukturen: So werden im Rahmen des Strategieforums „Technologische Souveränität“ innerhalb der Leibniz-Gemeinschaft zwar Fragen adressiert, wie Wertschöpfungsketten mit Blick

auf Schlüsseltechnologien abgesichert werden können. „Kommunikation und Mikroelektronik“ ist dabei jedoch nur eines von sieben thematischen Clustern des Strategieforums.⁹⁸

In der Gesamtschau ist noch nicht erkennbar, wie Vorhaben mit einem spezifischen Fokus im Bereich der Vertrauenswürdigkeit von Informations- und Kommunikationstechnologien zu einer thematischen Profilierung der Leibniz-Gemeinschaft beitragen könnten.

Krebsforschung: Translationale Tumorbioogie

Vor dem Hintergrund, dass Krebserkrankungen weiterhin die zweithäufigste Todesursache in Deutschland sind, ist die Krebsforschung und hier insbesondere auch die Forschung zu molekularen und zellulären Aspekten der Tumorbioogie und ihres Potenzials für die Entwicklung neuer Krebstherapien innerhalb der Gesundheitsforschung von hoher gesellschaftlicher Relevanz.

Gesundheitsforschung bildet einen thematischen Schwerpunkt innerhalb der Leibniz-Gemeinschaft: Rund ein Fünftel aller Leibniz-Institute forscht im Bereich der Gesundheit. Mehrere der Institute verfügen dabei über translationale Forschungsansätze in den Bereichen Biomedizin oder Medizintechnik und damit über Bezüge zum hier betrachteten Forschungsfeld. Allerdings verfügt kein Institut über einen rein onkologischen Schwerpunkt. Die „Translationale Tumorbioogie“ mit dem Fokus auf die Grundlagenforschung zum Tumormikromilieu und die klinische Anwendung wird in der Leibniz-Gemeinschaft gegenwärtig nicht adressiert. Auch ist keine Leibniz-Einrichtung im Deutschen Konsortium für Translationale Krebsforschung (DKTK) vertreten, während bei anderen Deutschen Zentren der Gesundheitsforschung (DZG) eine hohe Leibniz-Beteiligung zu verzeichnen ist.

Im Rahmen ihrer Vernetzungsstrukturen adressiert die Leibniz-Gemeinschaft in den Leibniz-Forschungsverbänden „Resilientes Altern“, „Health Technologies“ und „INFECTIONS in an Urbanizing World – Humans, Animals, Environments“, den Leibniz-Forschungsnetzwerken „Stammzellen und Organoide“, „Wirkstoffe“, „Grüne Ernährung – Gesunde Gesellschaft“ und „Immunvermittelte Erkrankungen“ und im Leibniz-Lab „Pandemic Preparedness“ verschiedene Themen der Gesundheitsforschung, allerdings auch hier bislang nicht mit einem Schwerpunkt in der Krebsforschung.

Vorhaben im Bereich des betrachteten Forschungsfelds *Krebsforschung: Translationale Tumorbioogie* haben insofern grundsätzlich das Potenzial, die Gesundheitsforschung und damit einen bestehenden Schwerpunkt der Leibniz-Gemeinschaft zu bedienen. Allerdings ist gegenwärtig offen, ob durch die Realisierung von Vorhaben im Feld – auch vor dem Hintergrund der nationalen Forschungslandschaft – innerhalb der Leibniz-Gemeinschaft ein Schwerpunkt in der Krebsforschung entstehen und insofern der Anspruch an eine Profilierung erfüllt werden könnte.

Systembiologische Beurteilung von Lebensmittelinhaltsstoffen

Ernährungssicherung und ein besseres Verständnis der Rolle der Ernährung für Gesundheit und Krankheit sind wesentliche gesellschaftliche Herausforderungen. Die *Systembiologische Beurteilung von Lebensmittelinhaltsstoffen* kann unter anderem einen Beitrag leisten zur Prävention ernährungsbedingter Erkrankungen, die aufgrund des demografischen Wandels verstärkt in den Fokus rücken und individualisierte Lösungsansätze benötigen und ist daher von

⁹⁸ <https://www.ikz-berlin.de/ueber-uns/leibniz-strategieforum-technologische-souveraenitaet>.

hoher gesellschaftlicher Relevanz.

Forschung zu Ernährung und Lebensmitteln erfolgt in der Leibniz-Gemeinschaft in einer Reihe von Leibniz-Instituten, die aufgrund einer thematischen Anschlussfähigkeit, übertragbarer methodischer Kompetenzen oder mit Blick auf systemische bzw. interdisziplinäre Ansätze eine große Nähe zum Forschungsfeld *Systembiologische Beurteilung von Lebensmittelinhaltsstoffen* aufweisen. Dies spiegelt sich auch wider in der starken Vernetzung von Leibniz-Einrichtungen im Feld. Dies gilt etwa für das Leibniz-Strategieforum „Nachhaltige Agrar- und Ernährungssysteme“, in dem eine nachhaltige Biomasseproduktion unter Berücksichtigung globaler Wechselwirkungen entwickelt werden soll, und den Leibniz-Forschungsverbund „Health Technologies“, welcher konkrete Technologie-Lösungen für drängende medizinische Fragestellungen bis zur Marktreife führen möchte. Die Leibniz-Forschungsnetzwerke „Grüne Ernährung – Gesunde Gesellschaft“, „Immunvermittelte Erkrankungen“, „Stammzellen und Organoid“ sowie „Wirkstoffe“ könnten ebenfalls von der Forschung im Feld profitieren, u. a. durch ein verbessertes Verständnis der Wechselwirkungen von Lebensmitteln mit dem individuellen menschlichen Körper. Überdies bestehen naheliegende Bezüge zu den Leibniz-Labs „Pandemic Preparedness“ (im Hinblick auf präventive Ernährungsmöglichkeiten) und „Systemische Nachhaltigkeit“ (bezüglich umweltfreundlicher Lebensmittel).

Vorhaben in diesem Feld haben aus der Perspektive des Präsidiums das Potenzial, einen besonderen Schwerpunkt der Leibniz-Gemeinschaft weiter zu stärken und insofern zur thematischen Profilierung beizutragen.

Empirische Sozialforschung: Sozialwissenschaftliche Forschungsdateninfrastrukturen

Die qualitätsgesicherte Erhebung, Aufbereitung, Anreicherung und nachhaltige Archivierung sowie Bereitstellung von Forschungsdaten und damit verbundene forschungsbasierte Dienstleistungen sind notwendige Voraussetzungen für wesentliche Teile der empirischen Sozialforschung. Sozialwissenschaftliche Forschungsdateninfrastrukturen ermöglichen Forschung zu zentralen gesellschaftlichen Fragen wie dem demografischen Wandel, sozialer Ungleichheit, Digitalisierung, Mobilität oder Migration. Sie sind von hoher Bedeutung für die Politikberatung sowie zur Evaluierung politischer Maßnahmen und sind daher von großer gesellschaftlicher und ökonomischer Relevanz.

Die Leibniz-Gemeinschaft verfügt über einen besonderen Schwerpunkt im Feld *Empirische Sozialforschung: Sozialwissenschaftliche Forschungsdateninfrastrukturen*. Einige Einrichtungen sind originäre Forschungsdateninfrastrukturen und/oder betreiben Forschungsdatenzentren (FDZ) und haben in diesen Rollen wichtige wissenschaftssystemische Rollen in der Bereitstellung von Daten wie auch bei der Entwicklung von Methoden zur Erhebung und Analyse dieser Daten. Die hierzu erforderlichen Ressourcen und methodischen Kompetenzen müssen langfristig kontinuierlich verfügbar und daher institutionell abgesichert sein. Hierfür bieten sich die Institute der Leibniz-Gemeinschaft in besonderer Weise an.

Besonderer Ausdruck des Engagements im Bereich der Forschungsdaten ist die wichtige Rolle der Leibniz-Gemeinschaft in der NFDI: In 24 der bislang bewilligten 26 Fachkonsortien sind etwa 2/3 der 96 Leibniz-Einrichtungen beteiligt. In sechs Fachkonsortien üben Personen aus Leibniz-Einrichtungen die Sprecherfunktion aus, darunter im KonsortSWD: Konsortium für die Sozial-, Bildungs-, Verhaltens- und Wirtschaftswissenschaften (mit GESIS – Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften als Sprechereinrichtung).

Im Bereich der Bereitstellung von Forschungsdaten und damit verbundenen Dienstleistungen

ist eine enge Vernetzung auch innerhalb der Leibniz-Gemeinschaft gegeben: So ist die in der Satzung der Leibniz-Gemeinschaft verankerte Ständige Kommission für wissenschaftliche Infrastruktureinrichtungen und Forschungsmuseen (KIM) der zentrale Ort zum ständigen Erfahrungsaustausch und der Zusammenarbeit in allen Belangen der wissenschaftlichen Infrastrukturen. Die Vernetzung von Forschungsdateninfrastrukturen erfolgt innerhalb der Gemeinschaft darüber hinaus im Leibniz-Forschungsnetzwerk „LeibnizData“, in dem Leibniz-Einrichtungen ihre Kompetenzen im Umgang mit Forschungsdaten bündeln.

Vorhaben im Bereich der *Empirischen Sozialforschung: Sozialwissenschaftliche Forschungsdateninfrastrukturen* sind daher aus der Perspektive des Präsidiums hervorragend geeignet, vorhandene Stärken der Leibniz-Gemeinschaft auszubauen und so ihre Profilierung zu befördern.

Abschließende Würdigung des Präsidiums

Die wissenschaftliche und gesellschaftliche **Relevanz** der fünf Forschungsfelder beurteilt das Präsidium im Ergebnis gleichermaßen hoch.

Unter dem Gesichtspunkt der **Profilierung** der Leibniz-Gemeinschaft erscheint das Potenzial einer Stärkung in den Feldern *Zirkuläre Bioökonomie im Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungssystem, Systembiologische Beurteilung von Lebensmittelinhaltsstoffen* und *Empirische Sozialforschung: Sozialwissenschaftliche Forschungsdateninfrastrukturen* als besonders hoch. Dies gilt in geringerem Maße für die Forschung im Feld *Krebsforschung: Translationale Tumorbilogie*. Hinsichtlich der *System- und Elektrotechnik: Vertrauenswürdige Informations- und Kommunikationstechnologien für vernetzte cyberphysische Systeme* ist noch nicht erkennbar, welche Beiträge Vorhaben in diesem Feld für eine Profilierung der Leibniz-Gemeinschaft leisten könnten.

3.2 Übergreifende institutionelle Perspektive auf das Wissenschaftssystem

Der Senatsausschuss Strategische Vorhaben (SAS) nimmt die Ergebnisse der Beratungen von Arbeitsgruppen und Präsidium zur Kenntnis. Er nimmt vor diesem Hintergrund Stellung wie folgt:

Die Forschung im **Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungsbereich** stellt in der Leibniz-Gemeinschaft einen thematischen Schwerpunkt dar. Das Forschungsfeld Zirkuläre Bioökonomie erscheint aufgrund des Potenzials für eine nachhaltige, umweltfreundliche und damit zukunftsträchtige Agrarproduktion als wichtige und erfolversprechende Ausprägung dieses Bereichs. Auf der Grundlage der Forschungsstärken und der besonderen Kompetenz und Erfahrung von Leibniz-Instituten in der Nutzung inter- und transdisziplinärer Ansätze kann die Leibniz-Gemeinschaft in diesem Forschungsfeld national und international sichtbar agieren. Vorhaben in diesem Forschungsfeld haben daher im Ergebnis ein besonders großes Potenzial, die Forschung und Profilierung der Leibniz-Gemeinschaft und damit das Wissenschaftssystem zu stärken.

Die Forschung zu **Informations- und Kommunikationstechnologien** bildet gegenwärtig keinen eigenen Schwerpunkt in der Leibniz-Gemeinschaft, wenngleich eine Reihe von Leibniz-Instituten wertvolle Grundlagenforschung auf diesem Gebiet leistet und gewisse Schnittstellen zur anwendungsorientierten Forschung zweier Institute bestehen. Der spezielle Fokus auf die Verlässlichkeit und Resilienz vernetzter cyberphysischer Systeme grenzt den möglichen Mehr-

wert für die Leibniz-Gemeinschaft zusätzlich ein, da die Bezüge zu bestehenden Leibniz-Instituten – auch hinsichtlich möglicher Anwendungen – eher mittelbar erscheinen. Eine in diese Richtung gehende Profilierung der Leibniz-Gemeinschaft auf diesem Feld ist wenig realistisch angesichts der Schwerpunktsetzung anderer außeruniversitärer Organisationen, namentlich der Fraunhofer-Gesellschaft. Im Ergebnis erscheint das Potenzial von Vorhaben in diesem Forschungsfeld für eine Stärkung der Leibniz-Gemeinschaft gering.

Die Forschung im **Gesundheitsbereich** bildet einen Schwerpunkt in der Leibniz-Gemeinschaft. Die Krebsforschung wird hierbei jedoch vorwiegend im Kontext anderer (z. B. immunologischer) Fragestellungen adressiert. Gleichzeitig ist die größte nationale biomedizinische Forschungseinrichtung, das Deutsche Krebsforschungszentrum (DKFZ), bereits seit Jahrzehnten sehr breit aufgestellt und überaus erfolgreich – gleiches gilt für die ebenfalls umfangreiche Krebsforschung an den Universitäten. Vor diesem Hintergrund ist fraglich, ob Vorhaben im Forschungsfeld Translationale Tumorbilogie zur Profilierung der Leibniz-Gemeinschaft beitragen können. Sollte ein Begutachtungsverfahren eingeleitet werden, so müsste sehr deutlich werden, wie durch eine weitere Fokussierung des Instituts spezifische Lücken in diesem Forschungsfeld geschlossen werden; überdies müsste geklärt werden, welche Anknüpfungspunkte und Vernetzungspotenziale genau sich für die Leibniz-Gemeinschaft ergeben, so dass ein Mehrwert und Beitrag zu ihrer Profilierung entstehen könnte.

Die Forschung zur systembiologischen Bewertung von **Lebensmittelinhaltsstoffen** ist im größeren Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungsbereich verortet; zugleich stellt der spezielle Fokus auf die Systembiologie eine Verbindung zur Gesundheitsforschung dar. Somit bestehen unmittelbare Bezüge zu zwei Schwerpunktbereichen in der Leibniz-Gemeinschaft. Darüber hinaus fokussiert keine andere nationale außeruniversitäre Forschungsorganisation auf die Bewertung von Lebensmittelinhaltsstoffen aus der Perspektive der Systembiologie. Im Ergebnis erscheinen Vorhaben im Forschungsfeld Systembiologische Beurteilung von Lebensmittelinhaltsstoffen im Sinne einer Weiterentwicklung der interdisziplinären Lebensmittelforschung für die Leibniz-Gemeinschaft aussichtsreich und haben das Potenzial, die Forschung und Profilierung der Leibniz-Gemeinschaft und damit das Wissenschaftssystem zu stärken.

Sozialwissenschaftliche Forschungsdateninfrastrukturen bilden einen besonderen Schwerpunkt der Leibniz-Gemeinschaft, der in keiner anderen nationalen außeruniversitären Forschungsorganisation in diesem Maße abgebildet wird. Die Erhebung und nachhaltige Bereitstellung von Forschungsdaten erfordern langfristige – auch finanzielle – Perspektiven, um die Nutzung von Daten für die Wissenschaft zu sichern. Ausdruck dessen ist auch die Nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI), in der viele Leibniz-Einrichtungen mit ihrer wichtigen wissenschaftssystemischen Rolle engagiert sind. Vorhaben im Feld sozialwissenschaftlicher Forschungsdateninfrastrukturen haben daher großes Potenzial, die Profilierung der Leibniz-Gemeinschaft zu stärken und einen Mehrwert für das Wissenschaftssystem zu erzeugen.

Abschließende Würdigung

Vor dem Hintergrund der Beratungen in Arbeitsgruppen, Präsidium und SAS bewertet die Leibniz-Gemeinschaft das Potenzial einer strategischen Ergänzung bestehender thematischer Schwerpunkte zur Stärkung von Forschung und Profilierung der Leibniz-Gemeinschaft als besonders hoch in den drei Forschungsfeldern *Zirkuläre Bioökonomie im Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungssystem*, *Systembiologische Beurteilung von Lebensmittelinhaltsstoffen* und *Empirische Sozialforschung: Sozialwissenschaftliche Forschungsdateninfrastrukturen*.

Das Potenzial für die Profilierung der Leibniz-Gemeinschaft ist geringer im Feld *Krebsforschung: Translationale Tumorbiologie*. Hinsichtlich der *System- und Elektrotechnik: Vertrauenswürdige Informations- und Kommunikationstechnologien für vernetzte cyberphysische Systeme* ist noch nicht erkennbar, welche Beiträge Vorhaben in diesem Feld für eine Profilierung der Leibniz-Gemeinschaft leisten könnten.

Mitwirkende

Mitglieder der Arbeitsgruppen

Zirkuläre Bioökonomie im Agrar-, Lebensmittel- und Ernährungssystem

Name, Vorname	Institution / Rolle
Macke, Andreas	Leibniz-Institut für Troposphärenforschung e. V. (TROPOS), Stellvertretender Sprecher der Sektion E - Umweltwissenschaften
Schröder, Thomas	Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ), Stellvertretender Sprecher der Sektion D – Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften
Herzfeld, Thomas	Leibniz-Institut für Agrarentwicklung in Transformationsökonomien (IAMO)
von Wirén, Nicolaus	Leibniz-Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung (IPK)
Heiden, Stefanie	Leibniz Universität Hannover
Schmid, Bernhard	Universität Zürich, Mitglied des Senatsausschusses Strategische Vorhaben (SAS)

System- und Elektrotechnik: Vertrauenswürdige Informations- und Kommunikationstechnologien für vernetzte cyberphysische Systeme

Name, Vorname	Institution / Rolle
Sickmann, Albert	Leibniz-Institut für Analytische Wissenschaften – ISAS, Sprecher der Sektion D – Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften
Ewert, Frank	Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF), Sprecher der Sektion E – Umweltwissenschaften
Langendörfer, Peter	Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik GmbH (IHP)
Bertschek, Irene	ZEW – Leibniz-Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung GmbH Mannheim
Eckert, Claudia	Fraunhofer-Institut für Angewandte und Integrierte Sicherheit / Technische Universität München (TUM)
Fratzl, Peter	Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung, Mitglied des Senatsausschusses Strategische Vorhaben (SAS)

Krebsforschung: Translationale Tumorbioogie

Name, Vorname	Institution / Rolle
Overmann, Jörg	Leibniz-Institut DSMZ-Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen, Sprecher der Sektion C – Lebenswissenschaften
Fuest, Clemens	ifo Institut – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung an der Universität München, Stellvertretender Sprecher der Sektion B – Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Raumwissenschaften
Beckhove, Philipp	Leibniz-Institut für Immuntherapie (LIT)
Morrison, Helen	Leibniz-Institut für Alternsforschung – Fritz-Lipmann-Institut (FLI)
Schulze, Almut	Deutsches Krebsforschungszentrum (DKFZ)
Pichler, Bernd	Universität Tübingen, Mitglied des Senatsausschusses Strategische Vorhaben (SAS)

Systembiologische Beurteilung von Lebensmittelinhaltsstoffen

Name, Vorname	Institution / Rolle
Overmann, Jörg	Leibniz-Institut DSMZ-Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen, Sprecher der Sektion C - Lebenswissenschaften
Beller, Matthias	Leibniz-Institut für Katalyse (LIKAT), Vizepräsident der Leibniz-Gemeinschaft
Schulz, Tim Julius	Deutsches Institut für Ernährungsforschung Potsdam-Rehbrücke (DIfE)
Aránzazu del Campo Bécara, María	INM – Leibniz-Institut für Neue Materialien
Hartwig, Andrea	Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Knust, Elisabeth	Max-Planck-Institut für molekulare Zellbiologie und Genetik, Mitglied des Senatsausschusses Strategische Vorhaben (SAS)

Empirische Sozialforschung: Sozialwissenschaftliche Forschungsdateninfrastrukturen

Name, Vorname	Institution / Rolle
Wolf, Christof	GESIS – Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften, Sprecher der Sektion B – Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Raumwissenschaften
Artelt, Cordula	Leibniz-Institut für Bildungsverläufe (LifBi), Stellvertretende Sprecherin der Sektion A – Geisteswissenschaften und Bildungsforschung
Bauer, Thomas K.	RWI – Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung
Jeworrek, Sabrina	Leibniz-Institut für Wirtschaftsforschung Halle (IWH)

Anger, Silke	Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB) / Otto-Friedrich-Universität Bamberg
von Thadden, Ernst-Ludwig	Universität Mannheim, Mitglied des Senatsausschusses Strategische Vorhaben (SAS)

Mitglieder des Präsidiums

Name, Vorname	Institution / Rolle
Brockmeier, Martina*	Präsidentin der Leibniz-Gemeinschaft
Beller, Matthias*	Leibniz-Institut für Katalyse an der Universität Rostock (LIKAT), Vizepräsident der Leibniz-Gemeinschaft
Lentz, Sebastian*	Leibniz-Institut für Länderkunde (IfL), Vizepräsident der Leibniz-Gemeinschaft
Mittelbach, Martin*	Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung (SGN), Vizepräsident der Leibniz-Gemeinschaft
Sturm, Barbara	Leibniz-Institut für Agrartechnik und Bioökonomie (ATB), Vizepräsidentin der Leibniz-Gemeinschaft
Lobin, Henning	Leibniz-Institut für Deutsche Sprache (IDS), Sprecher der Sektion A – Geisteswissenschaften und Bildungsforschung
Artelt, Cordula*	Leibniz-Institut für Bildungsverläufe (LifBi), Stellvertretende Sprecherin der Sektion A – Geisteswissenschaften und Bildungsforschung
Wolf, Christof	GESIS – Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften, Sprecher der Sektion B – Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Raumwissenschaften
Overmann, Jörg*	Leibniz-Institut DSMZ-Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen, Sprecher der Sektion C – Lebenswissenschaften
Sickmann, Albert	Leibniz-Institut für Analytische Wissenschaften – ISAS, Sprecher der Sektion D – Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften
Schröder, Thomas*	Leibniz-Institut für Kristallzüchtung (IKZ), Stellvertretender Sprecher der Sektion D – Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften
Ewert, Frank*	Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF), Sprecher der Sektion E – Umweltwissenschaften
Schröder-Smeibidl, Birgit *	Deutsches Institut für Ernährungsforschung Potsdam-Rehbrücke (DIfE), Sprecherin Verwaltungsausschuss

* = Teilnahme an der Sitzung vom 29. November 2024. Stellvertretende Mitglieder sind nur aufgeführt, soweit sie an der Sitzung in Vertretung teilgenommen haben.

Mitglieder und Gäste des Senatsausschusses Strategische Vorhaben (SAS)

Name, Vorname	Institution / Rolle
Brockmeier, Martina**	Präsidentin der Leibniz-Gemeinschaft
Peter Fratzl**	Max-Planck-Institut für Kolloid- und Grenzflächenforschung
Gudrun Gersmann**	Universität zu Köln
Kristian Kersting**	Technische Universität Darmstadt
Elisabeth Knust**	Max-Planck-Institut für molekulare Zellbiologie und Genetik
Verena Lepper	Staatliche Museen zu Berlin; Humboldt-Universität zu Berlin
Bernd Pichler	Universität Tübingen
Matin Qaim**	Universität Bonn
Paul Reuber**	Universität Münster
Bernhard Schmid**	Universität Zürich
Ernst-Ludwig von Thadden	Universität Mannheim
Brigitte Vollmar	Universität Rostock
Bettina Wiese**	RWTH Aachen
Beller, Matthias	Leibniz-Institut für Katalyse an der Universität Rostock (LIKAT), Vizepräsident der Leibniz-Gemeinschaft
Lentz, Sebastian**	Leibniz-Institut für Länderkunde (IfL), Vizepräsident der Leibniz-Gemeinschaft
Lobin, Henning**	Leibniz-Institut für Deutsche Sprache (IDS), Sprecher der Sektion A – Geisteswissenschaften und Bildungsforschung
Sickmann, Albert**	Leibniz-Institut für Analytische Wissenschaften – ISAS, Sprecher der Sektion D – Mathematik, Natur- und Ingenieurwissenschaften
Overmann, Jörg**	Leibniz-Institut DSMZ-Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen, Sprecher der Sektion C – Lebenswissenschaften
Bettina Böhm**	Generalsekretärin der Leibniz-Gemeinschaft
Stefan Stupp	Bundesministerium für Bildung und Forschung
Michael Stötzel**	Bundesministerium für Bildung und Forschung
Bernd Ebersold**	Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft
Friederike Kampschulte**	Ministerium für Allgemeine und Berufliche Bildung, Wissenschaft, Forschung und Kultur des Landes Schleswig-Holstein
Inga Schäfer	Generalsekretärin der Gemeinsamen Wissenschaftskonferenz

** = Teilnahme an der Sitzung vom 17. Dezember 2024. Stellvertretende Mitglieder und Gäste sind nur aufgeführt, soweit sie an der Sitzung in Vertretung teilgenommen haben.