

Bundesbericht Forschung und Innovation 2024

Forschungs- und innovationspolitische Ziele und Maßnahmen

Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

wer unsere Bundesberichte verfolgt, der sieht: Die Geopolitik beeinflusst auch Forschung und Innovation in vielerlei Hinsicht. Der Bericht aus dem Jahr 2022 stand nach dem russischen Angriffskrieg auf die Ukraine im Zeichen der Zeitenwende. Inzwischen ist die Eskalation des Nahostkonflikts hinzugekommen, die auch in unsere Gesellschaft und unser Wissenschaftssystem hineinwirkt. Nicht zuletzt spüren wir, dass sich die grundsätzlichen Systemrivalitäten verstärken. Immer wieder sind wir aufgefordert, Stellung zu beziehen. Das beginnt bei der Unterstützung der Ukraine und reicht über eine klare Haltung gegen Antisemitismus bis dahin, dass wir die – in Deutschland traditionell strikte – Trennung von militärischer und ziviler Forschung neu diskutieren.

Die Innovationspolitik der Bundesregierung greift Fragen wie diese auf und fördert einen intensiven Austausch mit den Ländern und wissenschaftlichen Einrichtungen, vor allem zu strategischen Aspekten. Gemeinsam treiben wir komplexe Themen voran, etwa unseren Umgang mit hybriden Bedrohungen oder den Aufbau technologischer Souveränität und gesellschaftlicher Resilienz. Angesichts der Vielzahl von Konflikten und Umbrüchen auf der Welt gilt ganz besonders: Wir müssen uns auf unsere Stärken besinnen und, wo nötig, neue entwickeln. Innovation ist dabei der Schlüssel zu Wertschöpfung, Wachstum und Wohlstand.

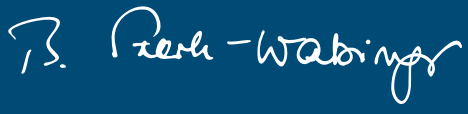
Durch Innovation schaffen wir uns auch den Gestaltungsspielraum, den wir für Menschheitsaufgaben wie die Bewältigung des Klimawandels brauchen. Darum mache ich mich für Schlüsseltechnologien stark: Grüner Wasserstoff und Fusionsenergie zählen hierzu. Aber ebenso die Künstliche Intelligenz, deren vielfältige Möglichkeiten wir nicht nur nutzen, sondern aktiv gestalten wollen. Den Rahmen dafür haben wir mit unserer Zukunftsstrategie für Forschung und Innovation entwickelt – ressortübergreifend und mit dem klaren Ziel, das Silodenken zwischen Institutionen, Fachrichtungen und Sektoren zu überwinden.

Entsprechend breit ist das Spektrum im vorliegenden Bericht. Beispielsweise geht er auf das aktuelle Gutachten der Expertenkommission Forschung und Innovation ein und liefert faktenbasierte Orientierung



für Politik, Wissenschaft, Wirtschaft. Kurzum: für alle, die sich ein Bild vom vielfältigen Innovationsstandort Deutschland machen wollen.

Eine kleine Innovation gab es auch in eigener Sache: Der Bericht erscheint erstmals vollständig in digitaler Form. Parallel haben wir unser Online-Angebot ausgebaut. Ich wünsche Ihnen eine anregende Lektüre beim Anklicken und Durchscrollen.



Bettina Stark-Watzinger
Mitglied des Deutschen Bundestages
Bundesministerin für Bildung und Forschung

Inhaltsverzeichnis

I Die forschungs- und innovationspolitischen Ziele der Bundesregierung 6

1 Zukunft gestalten: Chancen nutzen, neue Wege gehen ... 8

2 Forschung und Transfer zusammendenken ... 10
- 2.1 Spitzenforschung und Infrastrukturen als Wegbereiter für die Technologien von morgen ... 11
- 2.2 Neue Pfade zu einer ganzheitlichen Innovationsförderung beschreiten ... 14
- 2.3 Von Vielfalt in Forschung und Innovation profitieren ... 17
- 2.4 Fachkräfte sichern, Talente fördern, Zukunftskompetenzen entwickeln ... 19
- 2.5 Gemeinsame Lösungen für globale Herausforderungen: Europäische und internationale Zusammenarbeit ... 22
- 2.6 Moderne Forschungs- und Innovationspolitik: digital, agil, offen ... 26

3 Mit Forschung und Innovation Transformationsprozesse gestalten ... 28
- 3.1 Forschung für eine nachhaltige Transformation in Industrie und Mobilität ... 29
- 3.2 Klima, Biodiversität und Ernährungssicherung: Lösungen für eine nachhaltige Zukunft ... 32
- 3.3 Gesundheit im Blick: Forschung und Innovation für die Medizin von morgen ... 34
- 3.4 Technologisch souverän: Schlüsseltechnologien auf Augenhöhe mitgestalten ... 37
- 3.5 Raumfahrt stärken, Weltraum und Meere erforschen und nachhaltig nutzen ... 40
- 3.6 Gesellschaftliche Resilienz, Vielfalt und Zusammenhalt stärken ... 43

II Das deutsche Forschungs- und Innovationssystem 45

1 Akteure des Forschungs- und Innovationssystems ... 47
- 1.1 Bund und Länder ... 49
- 1.2 Hochschulen ... 51
- 1.3 Außeruniversitäre Forschungseinrichtungen ... 52
- 1.4 Forschungseinrichtungen des Bundes und der Länder ... 58
- 1.5 Wirtschaft ... 60
- 1.6 Weitere FuE-fördernde Akteure ... 61

2 Förderinstrumente des Bundes ... 63

3 Kennzahlen zu Forschung und Entwicklung ... 68

III Wissenschaft, Forschung und Transfer 74

1 Wissenschaftliche Basis ... 76
1.1 Grundlagenforschung ... 78
1.2 Wissenschaftliche Forschungsinfrastrukturen ... 80
1.3 Hochschullehre ... 87

2 Innovationsförderung, Transfer und Gründungsgeschehen ... 89
2.1 Innovationsorientierte Cluster und Netzwerke ... 91
2.2 Innovationsförderung in strukturschwachen Regionen ... 94
2.3 Deutsche Agentur für Transfer und Innovation (DATI) ... 96
2.4 Innovative Start-ups und Gründungskultur ... 97
2.5 Transfer und Gründungen aus Wissenschaft und Forschung ... 103
2.6 Bundesagentur für Sprunginnovationen (SPRIND) ... 109
2.7 Geistiges Eigentum ... 111
2.8 Normung und Standardisierung ... 112

3 Beteiligung an Forschung und Innovation ... 113
3.1 Breitere Innovationsbasis durch Förderung von Vielfalt ... 115
3.2 Innovativer Mittelstand ... 117
3.3 Partizipation und Dialog mit der Zivilgesellschaft ... 123
3.4 Citizen Science ... 125

4 Fachkräfte und Zukunftskompetenzen ... 127
4.1 Zukunftskompetenzen ... 129
4.2 Digital gestützte Bildung und Bildungsinnovationen ... 135
4.3 Berufliche Aus- und Weiterbildung ... 138
4.4 Wissenschaftlicher Nachwuchs ... 142
4.5 Chancengerechtigkeit, Gleichstellung und Vielfalt in Bildung und Forschung ... 143
4.6 Internationale Fachkräftesicherung ... 145
4.7 Bildungs-, Wissenschafts- und Hochschulforschung ... 147

5 Agile Forschungs- und Innovationspolitik ... 150
5.1 Moderner Staat ... 152
5.2 Digitaler Staat und Verwaltung ... 154
5.3 Innovationsorientierte öffentliche Beschaffung ... 157
5.4 Reallabore und Experimentierklauseln ... 159
5.5 Strategische Vorausschau ... 161

IV Zukunftsfelder der Transformation 163

1 Industrie, Energie, Mobilität und Kreislaufwirtschaft ... 165
1.1 Zukunftsorientierte Wirtschaft und Industrie ... 167
1.2 Erneuerbare und sichere Energieversorgung ... 175
1.3 Transformation des Mobilitätssystems ... 188
1.4 Zukunftsfähige Städte und Regionen ... 201

2 Klima, Biodiversität und Ernährungssicherheit ... 210
2.1 Klimaforschung für Klimaschutz ... 212
2.2 Klimaresilienz: Anpassung und Vorsorge ... 218
2.3 Biodiversitätsforschung ... 224
2.4 Nachhaltige Agrar- und Ernährungssysteme ... 229

2.5 Nachhaltiger Konsum und Verbraucherschutz ... 236
2.6 Nachhaltigkeit und Digitalisierung ... 238

3 Gesundheit ... 242
3.1 Volkskrankheiten und weitere Erkrankungen mit hoher Krankheitslast ... 244
3.2 Personalisierte Medizin und Translationsforschung ... 251
3.3 One Health und globale Gesundheit ... 253
3.4 Öffentliche Gesundheit (Public Health) ... 260
3.5 Digitalisierung in Gesundheitsforschung und -versorgung ... 267
3.6 Biotechnologie und Bioethik ... 273
3.7 Innovation in der Gesundheitswirtschaft ... 276

4 Digitale und technologische Souveränität ... 277
4.1 Digitale Technologien ... 279
4.2 Kommunikationstechnologien ... 282
4.3 Dateninfrastrukturen und -verfügbarkeit ... 285
4.4 Künstliche Intelligenz ... 290
4.5 IT- und Cybersicherheit ... 295
4.6 Quantentechnologien ... 299
4.7 Mikroelektronik ... 302
4.8 Neue Materialien und Werkstoffe ... 304
4.9 Interaktive Technologien und Robotik ... 306
4.10 Wertschöpfungsforschung und Industrie 4.0 ... 308
4.11 Zukunft der Arbeit ... 311

5 Weltraum und Meere ... 314
5.1 Erforschung des Universums ... 316
5.2 Raumfahrt und Nutzung des Weltraums ... 320
5.3 Meeresforschung und nachhaltige maritime Nutzung ... 327
5.4 Forschung für die maritime Wirtschaft und Schifffahrt ... 330

6 Gesellschaftliche Resilienz, Vielfalt und Zusammenhalt ... 333
6.1 Forschung in den Geistes-, Kultur- und Sozialwissenschaften ... 335
6.2 Sozialpolitische und sozialrechtliche Forschung ... 339
6.3 Wissenschaftskommunikation und wissenschaftliche Politikberatung ... 340
6.4 Teilhabe der älteren Generation ... 344
6.5 Soziale Innovationen ... 346
6.6 Sicherheit und Bevölkerungsschutz ... 349
6.7 Gleichwertige Lebensverhältnisse ... 352

V Die Zusammenarbeit von Bund und Ländern 357

1 Zusammenwirken von Bund und Ländern ... 359

2 Bund-Länder-Vereinbarungen ... 363
2.1 Pakt für Forschung und Innovation ... 365
2.2 Exzellenzstrategie ... 367
2.3 Studium und Lehre in den Bund-Länder-Vereinbarungen ... 369
2.4 Infrastrukturen in den Bund-Länder-Vereinbarungen ... 373
2.5 Nachwuchsförderung in den Bund-Länder-Vereinbarungen ... 375
2.6 Forschung und Innovation in den Bund-Länder-Vereinbarungen ... 378

VI Europäische und internationale Zusammenarbeit 380

1 International in Bildung, Wissenschaft und Forschung zusammenarbeiten 382
1.1 Internationalisierung von Bildung, Wissenschaft, Forschung und Innovation 384
1.2 Science Diplomacy: Schnittstelle zwischen Wissenschaft, Politik und Diplomatie 386
1.3 Wissenschafts- und Mittlerorganisationen 388
1.4 Internationale Kooperation in Bildung und Qualifizierung 393

2 Multilaterale Zusammenarbeit 396
2.1 Gruppe der Sieben (G7) 397
2.2 Gruppe der Zwanzig (G20) 398
2.3 Vereinte Nationen (UN) 399
2.4 Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) 402

3 Deutschlands Rolle in Europa 404
3.1 Europäischer Forschungsraum 406
3.2 EU-Rahmenprogramm für Forschung und Innovation Horizont Europa 411
3.3 Europäischer Hochschulraum 416
3.4 Erasmus+: EU-Programm für Bildung, Jugend und Sport 418
3.5 Beitrag der EU-Kohäsionspolitik zu Forschung und Innovation 419
3.6 Forschungs- und Innovationszusammenarbeit in Europa 421
3.7 Ukraine und weitere Länder der Östlichen Partnerschaftsregion 425

4 Außereuropäische Regionen – Globales Wissen für lokale Herausforderungen 433
4.1 Afrika und Nahost 435
4.2 Amerika 440
4.3 Asien 444
4.4 Australien und Ozeanien 449

Impressum 452



↗ Zahlen und Daten finden Sie im Datenband des Bundesberichts Forschung und Innovation.

↗ Alle Online-Angebote sind verfügbar unter ***bundesbericht-forschung-innovation.de***



Online-Angebot

Wissenschaftseinrichtungen

Datenbank deutscher Wissenschaftseinrichtungen – nach Themen und Regionen

Interaktive Diagramme

Statistische Zeitreihen zu Ausgaben, Personal und Ergebnissen von FuE sowie internationale Vergleiche

Forschung in den Bundesländern

Informationen zur FuI-Politik der Länder sowie Zahlen und Daten auf Länderebene

Abbildungen und Tabellen

Übersicht aller Abbildungen und Tabellen des Bundesberichts Forschung und Innovation 2024, inkl. Downloadmöglichkeiten

Linkportal FuI-Politik

Datenbank zu weiteren Informationen im Internet, wie Fachseiten, FuI-politischen Dokumenten und Informationsportalen

Akteure des deutschen FuI-Systems

Interaktive Übersicht der Akteure des deutschen FuI-Systems, inkl. weiterführender Informationen

Alle Online-Angebote sind verfügbar unter
bundesbericht-forschung-innovation.de



Eine Besucherin testet bei einer Veranstaltung der SPRIND eine VR-Brille

I Die forschungs- und innovationspolitischen Ziele der Bundesregierung

1 Zukunft gestalten: Chancen nutzen, neue Wege gehen 8
2 Forschung und Transfer zusammendenken 10
3 Mit Forschung und Innovation Transformationsprozesse gestalten 28



Spiegel einer Solarthermie-Anlage des Jucosol-Projekts der Fraunhofer Chile Research

1 Zukunft gestalten: Chancen nutzen, neue Wege gehen

Forschung und Innovation (FuI) ↗ sind Wegbereiter in die Zukunft. Sie eröffnen Chancen für jede und jeden Einzelnen sowie für Deutschland als Ganzes. Denn so viel steht fest: In den kommenden Jahrzehnten gilt es, zahlreiche große gesellschaftliche Transformationen zu meistern. FuI sind dabei ein elementarer Treiber. Durch Erkenntnisse aus der Forschung können die gesellschaftlichen und globalen Herausforderungen unserer Zeit in Chancen verwandelt werden. Denn FuI tragen dazu bei, Lösungen bereitzustellen, Wohlstand zu schaffen, Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten, die technologische Souveränität Europas zu sichern, die natürlichen Lebensgrundlagen zu schützen und die Lebensqualität für alle Bürgerinnen und Bürger zu verbessern.

Dafür setzt die Bundesregierung mit der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* den FuI-politischen Rahmen, um mehr Fortschritt zu wagen, die Innovationskraft Deutschlands zu stärken und zur Erreichung der Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen global beizutragen. Die aktuellen Herausforderungen werden dabei in sechs Missionen – angelehnt an die zentralen Zukunftsfelder des *Koalitionsvertrags* zur 20. Legislaturperiode und im Einklang mit weiteren Initiativen der Bundesregierung – abgebildet. Mit der Umsetzung dieser Missionen fördert die Bundesregierung ausdrücklich einen agilen Politikstil, der Ressortgrenzen überwindet und eine koordinierte und gemeinsame Politik ermöglicht. Die *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* ist als lernende Strategie angelegt, die sich aktuellen Ereignissen und neuen Bedarfen anpasst: Ressortübergreifende Teams priorisieren missionsspezifische Ziele, koordinieren ihre Umsetzung in engem Austausch mit den Fachressorts und beobachten den Fortschritt der Missionen. Sie werden begleitet und beraten durch das Forum #Zukunftsstrategie, ein Gremium aus Expertinnen und Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft und Zivilgesellschaft, und tauschen sich mit weiteren wichtigen Stakeholdern aus.

Die Entwicklungen der zentralen forschungs- und innovationspolitischen Rahmenbedingungen werden entlang von 17 übergreifenden FuI-Indikatoren gemessen und bewertet.



↗ Eine Übersicht der Indikatoren finden Sie im Datenband des BuFI.

Deutschland zählt weltweit zu den führenden Innovationsnationen. Aufbauend auf einem exzellenten Wissenschaftssystem profitiert Deutschland von einer forschungsstarken Wirtschaft, die Innovationen vorantreibt und damit zur Zukunfts- und Wettbewerbsfähigkeit des Landes beiträgt. Insgesamt haben Staat, Hochschulen und Wirtschaft im Jahr 2022 nach aktuellem Stand 121,4 Mrd. Euro in **Forschung und Entwicklung (FuE)** ↗ investiert: Noch nie zuvor wurde in Deutschland so viel für FuE aufgewendet. Die vorläufige FuE-Quote – der Anteil der FuE-Ausgaben am Bruttoinlandsprodukt (BIP) – liegt damit bei 3,13 %. Die Bundesregierung bekräftigt in der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* das Ziel, den Anteil der FuE-Ausgaben am BIP auf 3,5 % zu steigern. Den höchsten Beitrag zu den deutschen FuE-Aufwendungen leistet traditionell der Wirtschaftssektor, dessen FuE-Ausgaben im Jahr 2022 deutlich auf 81,8 Mrd. Euro angestiegen sind. Die Innovationsausgaben der Wirtschaft lagen im Jahr 2022 bei 190,7 Mrd. Euro – auch hierbei handelt es sich um einen neuen Höchstwert. Jedes zweite Unternehmen führte zudem zwischen 2020 und 2021 Soziale Innovationen ein. Die Zahl der in allen Sektoren in Forschung und Entwicklung beschäftigten Personen ist in den vergangenen Jahren stark gestiegen und erreichte nach vorläufigen Berechnungen 2022 mit 785.000 Vollzeitäquivalenten (VZÄ) ebenfalls einen Höchststand.

Für die im Bericht genannten Maßnahmen mit finanziellen Auswirkungen auf den Bundeshaushalt sowie auf die Sozialversicherungssysteme sind die Vorgaben von Haushalts- und Finanzplanung einzuhalten. Insoweit stehen alle Maßnahmen unter Finanzierungsvorbehalt und dem Vorbehalt der finanzverfassungsrechtlichen Kompetenz und Zuständigkeit des Bundes. Alle etwaigen Maßnahmen müssen finanziell und (plan-)stellenmäßig den Rahmen der gegebenen verfügbaren Mittel einhalten. Weder die laufenden noch künftige Haushaltsverhandlungen werden präjudiziert.



↗ Weitere aktuelle Daten und Fakten zum deutschen FuI-System finden Sie im ***Datenband des BuFI***.



Bestimmen des Zündverhaltens von Rapsölkraftstoff
im Labor des Technologie- und Förderzentrums (TFZ)

2 Forschung und Transfer zusammendenken

2.1 Spitzenforschung und Infrastrukturen als Wegbereiter für die Technologien von morgen



Mitarbeitende der AMO Gesellschaft für Angewandte Mikro- und Optoelektronik bei der Arbeit im Reinraum

Exzellente, freie und international vernetzte Grundlagenforschung erweitert die Grenzen des technisch Machbaren und unseres Wissens und trägt so zur Entwicklung zukünftiger Technologien und Innovationen in Wirtschaft und Gesellschaft bei. Grundlagenforschung ist damit eine langfristige Zukunftsinvestition in Lösungsansätze für die anstehenden Transformationsprozesse und leistet darüber hinaus einen wichtigen Beitrag zur technologischen Souveränität Deutschlands und Europas und zur Gestaltung einer nachhaltigen Zukunft.

Moderne, freie und innovative Hochschulen und Forschungseinrichtungen als Herz der deutschen Wissenschaft sowie der Zugang zu einer starken Forschungsinfrastruktur bilden die Voraussetzung für exzellente Grundlagenforschung. Daher ist es wichtig, Großgeräte, darunter Teilchenbeschleunigeranlagen, Großteleskope oder Forschungssatelliten, in Deutschland und mit deutscher Beteiligung im internationalen Verbund zu betreiben. So wird international anschlussfähige Spitzenforschung ermöglicht. Darüber hinaus gilt es, Raum für soziale Infrastrukturen zu schaffen, um den Austausch führender nationaler und internationaler Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie des wissenschaftlichen Nachwuchses zu fördern.

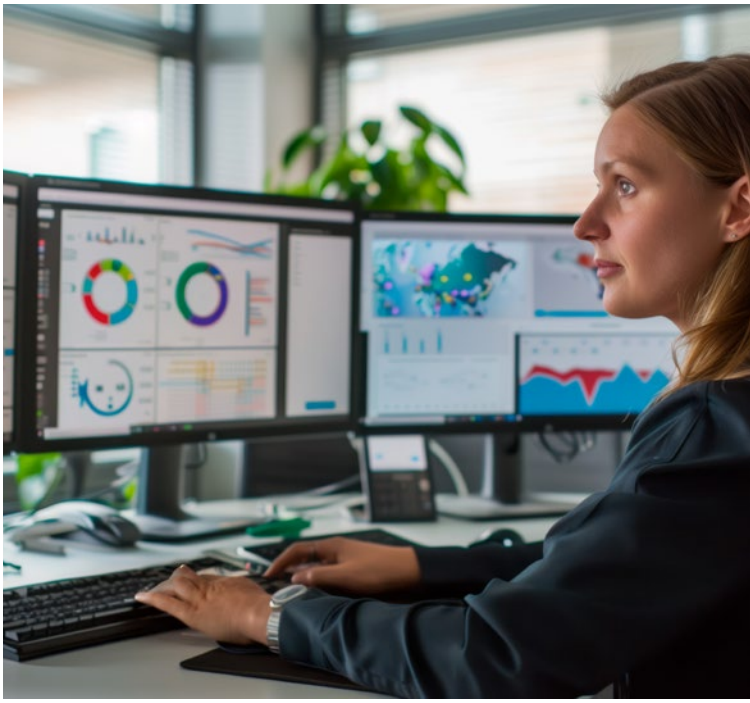
Daten stellen zentrale Ressourcen dar, die sich im Zusammenspiel mit entsprechend leistungsfähigen Infrastrukturen zunehmend als von grundlegender Bedeutung für die Zukunftsfähigkeit von Wissenschaft und Wirtschaft erweisen. Dies zeigt sich gerade bei den aktuellen Entwicklungen rundum Künstliche Intelligenz (KI) ganz deutlich. Die Bundesregierung stimmt deshalb mit der Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) überein, dass es eine wichtige Grundlage für die Innovationsfähigkeit Deutschlands ist, Daten für Forschung, die öffentliche Hand, Zivilgesellschaft und Wirtschaft zur Verfügung zu stellen und verantwortungsvoll nutzbar zu machen. Die vielfältigen Entwicklungen rund um KI, Datenräume, -treuhänder und -zugänge können dabei ein Momentum schaffen, um Datenverfügbarkeit und Datennutzung voranzutreiben.

Viele Datensätze, z. B. aus der Industrie, der Mobilität oder der Medizin, werden bisher zu wenig genutzt. Um ihr volles Potenzial verfügbar zu machen, ist eine Erschließung und datenschutzkonforme Verknüpfung verschiedener Datenbestände durch entsprechende (Forschungs-)Dateninfrastrukturen vonnöten. Daten sollten dabei nach den FAIR-Prinzipien – auffindbar, zugänglich, interoperabel und wiederverwendbar – aufbereitet sein, um somit die Anschlussfähigkeit und die Interoperabilität zu neuen Daten oder anderen transnationalen oder globalen Datenbeständen zu gewährleisten. So sollen Dateninfrastrukturen nicht nur der Wissenschaft, sondern auch öffentlicher Verwaltung, Zivilgesellschaft sowie der Wirtschaft und insbesondere kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) und Startups zugänglich sein. Mit dem Dateninstitut ist ein agiler und schlagkräftiger Akteur im Aufbau, der die Verfügbarkeit, Nutzbarkeit und Standardisierung von Daten forcieren und einen intersektoralen Austausch ermöglichen soll.

Um die Leistungsfähigkeit der deutschen Forschungslandschaft auch zukünftig sicherzustellen und weiterzuentwickeln, beteiligt sich die Bundesregierung am Auf- und Ausbau von Dateninfrastrukturen auf nationaler und europäischer Ebene. Mit dem *Aktionsplan ErUM-Data – Von Big Data zu Smart Data* sollen die Möglichkeiten der Digitalisierung, insbesondere die Nutzung von Daten und Methoden der KI und des maschinellen Lernens sowie die Bildung föderierter Digitalinfrastrukturen für die naturwissenschaftliche Grundlagenforschung an Großgeräten, besser erschlossen werden.

Die 2023 weiterentwickelte *Datenstrategie* der Bundesregierung nimmt u. a. den Aufbau nationaler und europäischer Dateninfrastrukturen in den Blick: Im Rahmen der *Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI)* sollen Datenbestände der Forschung für das deutsche Wissenschaftssystem gesichert, erschlossen, vernetzt und zugänglich gemacht werden. Dies soll qualitätsgesichert, standardisiert, interoperabel und datenschutzkonform geschehen. Eine in den Jahren 2024 und 2025 vom Wissenschaftsrat durchzuführende Strukturevaluation wird die Grundlage für die Entscheidung der Gemeinsamen Wissenschaftskonferenz über die weitere Ausgestaltung der *NFDI* ab 2029 legen. Zudem leistet die Bundesregierung einen wichtigen Beitrag zum Aufbau europäischer Dateninfrastrukturen, z. B. mit der Europäischen Cloud für offene Wissenschaften (engl. European Open Science Cloud, EOSC), den europäischen Datenräumen wie dem European Health Data Space (EHDS) sowie mit Gaia-X, eine stärker auf wirtschaftliche Anwendungen ausgerichtete, branchen- und sektorenübergreifende sowie an europäischen Werten orientierte Cloud- und Dateninfrastruktur.

Mit dem geplanten *Forschungsdatengesetz* – einem der zentralen forschungs- und innovationspolitischen Vorhaben dieser Legislaturperiode – beabsichtigt die Bundesregierung, zukünftig den Zugang zu Daten für die öffentliche und die private Forschung zu erleichtern und rechtliche Rahmenbedingungen für den Zugang der Forschung zu Daten zu verbessern. Dabei geht es insbesondere um Daten, die in öffentlicher Hand liegen und in deren Nutzung ein enormes Potenzial für die Forschung steckt. Bedeutend ist daher auch, die Nutzung der Daten zu Forschungszwecken durch Regelungen zu erleichtern. Dazu sollen die rechtlichen Regelungen zur Nutzung dieser Daten unter Einhaltung des Datenschutzes zugunsten der Forschung verbessert werden. Durch interoperable Standards und Qualitätssicherung sollen unterschiedliche Daten auch einfacher miteinander verknüpfbar werden. Das *Forschungsdatengesetz* soll bis Ende des Jahres im Kabinett beschlossen werden. Im Bereich



der medizinischen Forschung verbessert das 2024 in Kraft getretene *Gesundheitsdatennutzungsgesetz* die Verfügbarkeit von Gesundheitsdaten für Forschung und Innovation und erweitert den Zugang zu diesen Daten. Hierzu wird die dezentrale Gesundheitsdateninfrastruktur ausgebaut und europäisch anschlussfähig gemacht.

Die Bundesregierung stimmt mit der EFI darin überein, dass der Zugang zu Rechenkapazitäten in Hoch- und Höchstleistungsrechenzentren (engl. High-Performance Computing; HPC) gewährleistet sein muss. Um hochauflösende Klimamodelle zu betreiben, Simulationen in der Teilchenphysik oder den Lebenswissenschaften durchzuführen und um komplexe KI-Modelle trainieren zu können, werden extrem leistungsstarke Rechner benötigt. HPC ist ein integraler Bestandteil zahlreicher Forschungsfelder und daher ein kritischer Faktor für den Wissenschaftsstandort Deutschland. Mit dem Programm *Hoch- und Höchstleistungsrechnen für das digitale Zeitalter* werden die Infrastrukturen des HPC gestärkt und auf die KI-Nutzung ausgerichtet. Ziel ist es, die Voraussetzung für internationale Exzellenz und Wettbewerbsfähigkeit bei der Erforschung, Entwicklung und Anwendung von KI durch eine Recheninfrastruktur auf Spitzenniveau zu schaffen. Als herausragendes Beispiel ist der Aufbau des ersten europäischen Rechners der Exascale-Klasse am Gauss Centre for Supercomputing (GCS) in Jülich zu nennen.



↗ Entdecken Sie auch online die wichtigsten Daten zu Forschung und Innovation in Deutschland und laden Sie benutzerdefinierte Diagramme im ***BuFI-Online-Angebot*** herunter.

2.2 Neue Pfade zu einer ganzheitlichen Innovationsförderung beschreiten



Das Team von Plectonic in einem SPRIND-Projekt bei der Entwicklung von Nanorobotern für die Krebstherapie

Um den gesellschaftlichen Wandel aktiv zu gestalten, Staat, Wirtschaft und Gesellschaft nachhaltig zu modernisieren und dafür die Chancen neuer digitaler Schlüsseltechnologien zu nutzen, ist die breite Stärkung der Innovationskraft eine Priorität der Bundesregierung. Es gilt, die bestehenden Strukturen der Innovations-, Transfer- und Gründungsförderung weiter auszubauen und durch neue Ansätze wie Innovationsagenturen zu ergänzen. Handlungsleitend muss dabei sein, die Bedingungen für Transfer durch geeignete Anreize und Rahmenbedingungen zu verbessern. Eine besondere Bedeutung kommt dabei der Gründungs- und Transferinfrastruktur an Hochschulen und dem leichteren Zugang zu Wagniskapital zu.

Politische Maßnahmen nehmen dabei eine ganzheitliche Sicht auf Innovationsentwicklung ein, die z. B. auch die Stärkung ökologischer und Sozialer Innovationen einbezieht. Die Bedeutsamkeit von Sozialen Innovationen als wesentliches Element zur Bewältigung gesellschaftlicher Herausforderungen – wie Klimawandel und demografische Alterung – wurde im EFI-Gutachten 2024 erneut herausgehoben. Zudem gilt es, verstärkt die Regionen – sowohl urbane als auch ländliche – als Orte, an denen an den innovativen Ideen der Zukunft gearbeitet wird, in den Blick zu nehmen und die Zusammenarbeit unter Beteiligung aller Akteurinnen und Akteure in Wissenschaft, Wirtschaft, Verwaltung und Gesellschaft zu stärken.

Mit dem Aufbau und der Weiterentwicklung von Innovationsagenturen hat die Bundesregierung neue Wege in der Innovationsförderung beschritten. Mit der *Bundesagentur für Sprunginnovationen (SPRIND)* werden seit 2019 vielversprechende und potenziell disruptive Innovationen (sog. Sprunginnovationen) als Lösungsansätze für Herausforderungen unserer Zeit identifiziert und weiterentwickelt. Besonders aussichtsreiche Ideen mit Sprunginnovationspotenzial lässt die *SPRIND* im Rahmen von Validierungsaufträgen weiter ausarbeiten. Darüber hinaus fördert sie die Umsetzung besonders vielversprechender Vorhaben in mittlerweile 13 Tochtergesellschaften (Stand: Ende April 2024). Im Rahmen von bisher sieben begonnenen Innovationswettbewerben (sogenannten Challenges) fördert die Bundesagentur

zudem in einem wettbewerblichen Verfahren die Lösung von ihr vorgegebener, besonders anspruchsvoller Problemstellungen von hoher gesellschaftlicher Bedeutung. Mit dem Ende 2023 in Kraft getretenen *SPRIND-Freiheitsgesetz* wird die Agentur nun deutlich weiterentwickelt. Erweiterte Möglichkeiten der Selbstbewirtschaftung, der Unternehmensbeteiligungen sowie die Nutzung neuer, passgenauer Finanzierungsinstrumente eröffnen der *SPRIND* einen größeren Handlungsspielraum.

Die durch die Bundesregierung gegründete *Agentur für Innovation in der Cybersicherheit GmbH (Cyberagentur)* hat inzwischen ihre volle Leistungsfähigkeit erreicht und vergibt Auftragsforschung zu strategischen Fragen der Cybersicherheit an Universitäten, Forschungseinrichtungen, Start-ups und weitere Unternehmen. Zur Umsetzung der Ziele der *Nationalen Sicherheitsstrategie* und *Nationalen Cybersicherheitsstrategie* sowie zur Stärkung der digitalen Souveränität wird die *Cyberagentur* weiter ausgebaut. Mit dem *Cyber Innovation Hub der Bundeswehr (CIHBw)* wurde zudem ein weiteres Instrument auf den Weg gebracht, um die Innovations- und Start-up-Kultur auch innerhalb der Bundeswehr voranzutreiben.



Der Schutz geistigen Eigentums ist für innovative Unternehmen von entscheidender Bedeutung, um Wagnisinvestitionen in technologische Entwicklungen abzusichern. Ein starker und ausgewogener Rechtsrahmen für die Gewährung gewerblicher Schutzrechte gehört daher zu den zentralen innovationsfördernden Rahmenbedingungen. Es bedarf verstärkter Vermittlungsaktivitäten aller beteiligten Akteure, um diesen Wirkungszusammenhang auf allen Ebenen zu vermitteln.

Im Rahmen von Ausgründungsprozessen an wissenschaftlichen Einrichtungen und Hochschulen spielt die Übertragung geistigen Eigentums (IP-Transfer) von wissenschaftlichen Einrichtungen und Hochschulen eine wichtige Rolle. Verbesserungspotenzial gibt es z. B. bei der Beschleunigung von Verwertungspfaden aus der Wissenschaft in Wirtschaft und Gesellschaft oder beim Abbau von Bürokratie. Dies unterstreicht auch die EFI in ihrem aktuellen Gutachten. Die Bundesregierung unternimmt zahlreiche Maßnahmen, um den Ausgründungsprozess effizienter zu gestalten. In der vom BMWK und BMBF eingerichteten Arbeitsgruppe IP-Transfer wurden unter Beteiligung von Gründerinnen und Gründern, Transferstellen, Rechtsexpertinnen und -experten sowie dem Bundesverband Deutsche Startups und der Transferallianz u. a. Vertragsmuster und Prozessleitfäden erstellt, die den IP-Transfer beschleunigen sollen. Auch der Aufbau einer „Deal-Datenbank“ ist geplant. Im Rahmen des vom BMBF geförderten Pilotprojektes „IP-Transfer 3.0“ der *SPRIND*, das sich als eine Art Reallabor versteht, entwickeln und implementieren wissenschaftliche Einrichtungen neue Modelle für einen effizienteren IP-Transfer. Zudem wird die Bundesregierung mit den Transferbrücken gezielt dazu beitragen, die Transferaktivitäten an Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen zu stärken und individuelle Transfer- und Gründungspotenziale besser zu erschließen.

Im Rahmen der seit 2021 laufenden Zukunftscluster-Initiative *Clusters4Future* werden in aufstrebenden Technologiefeldern Innovationsnetzwerke aufgebaut. Durch eine Vernetzung aller an der Schaffung neuer Wertschöpfungsketten beteiligten Akteure (Spitzenforschung, Industrie und KMU sowie Zivilgesellschaft)

wird ein Beitrag zum beschleunigten Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Anwendung geleistet. Der technologie- und themenoffen angelegte Ansatz setzt dabei auf eine disziplinenübergreifende Kooperation, um Innovationspotenziale an den Schnittstellen unterschiedlicher Technologiefelder und in Branchen mit großem Wachstums- und Lösungspotenzial zu erkennen und zu heben. Im Rahmen des Exzellenzprogramms *go-cluster* qualifiziert die Bundesregierung 72 teilnehmende Clustermanagementorganisationen in u. a. Weiterbildungsmaßnahmen, Fachkräftegewinnung, digitalen Technologien.

Ein Instrument, um mehr gute Ideen in die Anwendung und damit in die Unternehmen und zu den Menschen zu bringen, ist die derzeit im Aufbau befindliche *Deutsche Agentur für Transfer und Innovation (DATI)*. Im Juli 2023 wurde die Förderrichtlinie *DATIpilot* gestartet, die als Pilotmaßnahme der Gründung der *DATI* vorgeschaltet ist. Sie unterstützt innovative Ideen für Transferprojekte in den verschiedenen Regionen Deutschlands. Darüber hinaus dient sie als Ideenspeicher für die künftige Agentur, indem sie vereinfachte und flexible Förderansätze erprobt. *DATIpilot* stieß von Anfang an auf großes Interesse: Es sind knapp 3.000 Skizzen für *Innovationssprints* (Modul 1) sowie fast 500 Anträge für *Innovationscommunities* (Modul 2) eingegangen. Nachdem zuletzt eine Gründungskommission berufen und die Entscheidung für Erfurt als künftigen Sitz der Agentur getroffen wurde, laufen aktuell die weiteren Vorbereitungen für die Gründung der *DATI*. Die Agentur soll auf einem themen- und akteursoffenen Ansatz basieren und in ihrem Transfer- und Innovationsverständnis explizit auch Soziale Innovationen umfassen.

Auch das Ende März 2024 in Kraft getretene *Wachstumschancengesetz* zielt auf eine Stärkung der Forschungsinfrastruktur in Deutschland sowie eine Entlastung der Wirtschaft ab. Neben Änderungen in der Steuergesetzgebung ist die Ausweitung der Forschungszulage ein wesentlicher Bestandteil des Gesetzes. Die Forschungszulage, die auf die eigene Ertragssteuerschuld angerechnet wird, soll Unternehmerinnen und Unternehmer als Anreiz dienen, ihre eigenen Forschungsaktivitäten zu intensivieren bzw. auszubauen. Unter anderem wird der Fördersatz für KMU auf Antrag um 10 Prozentpunkte auf 35 % erhöht, die maximale Bemessungsgrundlage von 4 auf 10 Mio. Euro angehoben und die technologieoffene Förderung auf bestimmte Sachkosten ausgeweitet. Insgesamt beträgt die Entlastungswirkung für die forschenden Unternehmen fast eine Milliarde Euro. Damit stellt das *Wachstumschancengesetz* die größte Forschungsfördermaßnahme seit Einführung der Forschungszulage dar.

2.3 Von Vielfalt in Forschung und Innovation profitieren



Um wissenschaftliche Erkenntnisse zu gewinnen und die Innovationsfähigkeit Deutschlands nicht nur zu erhalten, sondern stetig weiterzuentwickeln, müssen die Forschungs- und Innovationsprozesse weiter geöffnet und eine breite Beteiligung aller gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Akteure noch wirksamer als bislang ermöglicht werden. Einen Anfang macht die BMBF-finanzierte Initiative *Vielfalt an deutschen Hochschulen*, die von der Stiftung zur Förderung der Hochschulrektorenkonferenz (HRK) umgesetzt wird. Sie unterstützt die beteiligten Hochschulen bei der Weiterentwicklung von ganzheitlichen Diversitätskonzepten und stärkt den hochschulübergreifenden Dialog in Deutschland. Der aktive Austausch zwischen Vertreterinnen und Vertretern aus Gesellschaft, Wissenschaft, Politik und Verwaltung bietet Chancen für die Gestaltung von Forschungspolitik und trägt zu Forschungsergebnissen mit unmittelbarer gesellschaftlicher Relevanz bei. Vor allem die direkte Einbindung in transdisziplinäre Forschungsprozesse kann die Wirkung von Forschung für gesellschaftliche Transformationsprozesse unmittelbar erhöhen. Eine gelungene Partizipation kann sowohl die Qualität als auch die Legitimität von Forschungspolitik und Forschung stärken.

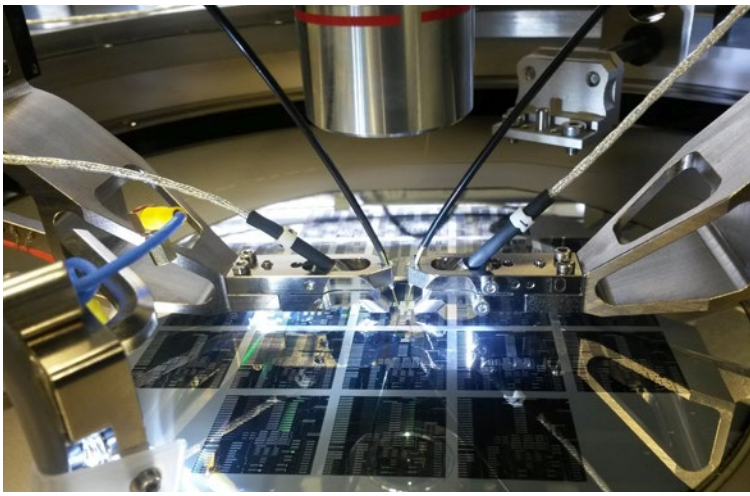
Die deutsche Wirtschaft bleibt dann wettbewerbsfähig, wenn sie ambitioniert forscht und dadurch innovative Produkte für die nationalen und internationalen Märkte entwickelt. Dies gilt insbesondere für den Mittelstand, der einen wesentlichen Anteil des Wohlstands unserer Gesellschaft erwirtschaftet. Er spielt auch beim Umbau unserer Wirtschaft zu mehr Klimaschutz und Nachhaltigkeit im Sinne der *UN-Agenda 2030* eine entscheidende Rolle.

Die Innovationsförderung für KMU bildet u. a. mit dem themen-, technologie- und branchenoffenen *Zentralen Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM)*, der *Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF)* und der Förderinitiative *KMU-innovativ*, welche auf die Förderung risikoreicher FuE-Vorhaben in zukunftsweisenden Technologiefeldern abzielt, auch weiterhin einen FuI-politischen Schwerpunkt der Bundesregierung. In strukturschwachen Regionen bietet die *Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur" (GRW)* KMU weitere Förderoptionen für angewandte FuE-Vorhaben und erleichterte Fördervoraussetzungen für forschungsintensive Unternehmen. Die Förderrichtlinie *Innovative Frauen im Fokus* leistet einen Beitrag dazu, die wissenschaft-

lichen Leistungen und innovativen Ideen von Frauen in der Gesellschaft sichtbarer zu machen. Um Transferhindernisse noch stärker in den Blick zu nehmen, die Voraussetzungen für einen erfolgreichen Technologietransfer weiter zu verbessern und so den innovativen Mittelstand weiter zu unterstützen, plant die Bundesregierung die neue Transferinitiative *Rückenwind für Innovation*.

Eine offene und vielfältige Innovationskultur bildet die Vielfalt unserer Gesellschaft ab. Um das gesamte Innovationspotenzial auszuschöpfen, müssen die größten Talente für Forschung und Innovation gewonnen werden. Dies bedeutet insbesondere, dass Gender- und Diversitätsgerechtigkeit noch stärker als bislang gelebt wird und sich in den Förderstrukturen wiederfindet. Im Berichtszeitraum hat die Bundesregierung eine Reihe von Maßnahmen aufgelegt, um die Innovationsbeteiligung von Frauen zu stärken. Mit der Initiative *Frauen in Mittelstand, Handwerk, Gründungen und Start-ups*, dem Aktionsplan *Mehr Unternehmerinnen für den Mittelstand* und der Erweiterung des Förderprogramms *EXIST* um die Richtlinie *EXIST-Women* sollen Unternehmertum und Gründungstätigkeiten weiblicher werden.

Die Bundesregierung setzt ihre Bemühungen zur Verbesserung der Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern an Forschung und Forschungspolitik im Sinne einer lebendigen Beteiligungskultur fort. Daher hat sie 2023 die *Partizipationsstrategie Forschung* vorgelegt, um partizipative Rahmenbedingungen zu verbessern, innovative partizipative Formate zu entwickeln und diese bedarfsgerecht einzusetzen.



Waferlevel-Charakterisierung integrierter photonischer Komponenten am automatischen Waferprober am Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS

In diesem Geiste wurde von Juli 2022 bis Februar 2023 ein breiter, mehrstufig angelegter Dialogprozess zur Ausrichtung und Ausgestaltung der *DATI* gestartet. Die Ergebnisse aus den vielen intensiven Diskussionen mit Stakeholdern und zwei vorbereitenden Online-Befragungen erwiesen sich als wichtiger Bestandteil in der Konzeptionierung einer bedarfsgerechten Innovationsagentur. Die Bundesregierung bindet Interessenvertreterinnen und -vertreter zudem auch bei der Erarbeitung und Umsetzung von FuI-politischen Strategien und -Initiativen konsequent ein, neben der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* galt dies u. a. auch für die *Start-up-Strategie* oder den Dialogprozess *Neue Arbeit – Neue Sicherheit*.

↗ Entdecken Sie auch das deutsche FuI-System und seine Akteure auch im ***BuFI-Online-Angebot***.

2.4 Fachkräfte sichern, Talente fördern, Zukunftskompetenzen entwickeln



Eine Mitarbeiterin zeigt einer Kollegin, wie an einem Anlagenteil Messungen durchgeführt werden.

Die Digitalisierung und Dekarbonisierung verändern die Lebens- und Arbeitswelten der Gesellschaft und letztlich auch den Wirtschafts- und Innovationsstandort Deutschland. Um diese tiefgreifenden Veränderungen selbstbestimmt mitgestalten zu können, bedarf es eines umfassenden Aufbaus von zukunftsorientierten Kompetenzen. Dabei sind nicht nur Kompetenzen in Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik (MINT), sondern auch digitale, soziale, ökologische, ökonomische und kulturelle Kompetenzen essenziell. Gleichzeitig verändert der demografische Wandel die Struktur der Erwerbsbevölkerung und erfordert das Entwickeln und Ausschöpfen inländischer Fachkräftepotenziale auf der einen Seite und das Gewinnen von internationalen Fachkräften, Spitzenforscherinnen und -forschern auf der anderen Seite. Das EFI-Gutachten 2024 zeigt, dass Deutschland hier zwar Fortschritte gemacht hat, aber weitere Anstrengungen notwendig sind. Um im internationalen Wettbewerb Spitzenkräfte zu gewinnen und qualifizierte Fachkräfte aus dem Ausland anzuwerben und zu halten, sind gute Arbeitsbedingungen sowie transparente und verlässliche Karrierewege für Forschende in der Wissenschaft entscheidend, ebenso wie erleichterte Bedingungen bei der Einwanderung und Berufsanerkennung von ausländischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern und Fachkräften. Essenziell ist auch der Abbau von Genderstereotypen und damit die Ermöglichung einer klischeefreien Berufswahl, um z. B. mehr Männer für Care-Berufe zu gewinnen. Zudem gilt es, das Fachkräftepotenzial internationaler Studierender als Fachkräfte von morgen noch besser auszuschöpfen.

Die Bundesregierung treibt die Modernisierung und Digitalisierung der Bildungslandschaft und die Stärkung digitaler und datenbezogener Kompetenzen von Lehrenden und Lernenden voran. Dafür wird der Auf- und Ausbau digitaler Infrastrukturen und Plattformen, digitaler Medien und Materialien sowie von zukunftsorientierten Kompetenzen durch die Bundesregierung unterstützt. Im Rahmen der *Open-Educational-Resources (OER)-Strategie* fördert die Bundesregierung die Erstellung und Nutzung von OER – freien Inhalten und Bildungsmaterialien sowie IT-Architekturen für die Entwicklung digitaler Bildung. Sie schafft dazu entsprechende Anreizsysteme, fördert eine Kultur der Offenheit, der Kooperation und des Teilens. Damit stärkt und unterstützt sie das Changemanagement in der Bildungslandschaft.

Mit den *Kompetenzzentren für digitales und digital gestütztes Unterrichten in Schule und Weiterbildung* stärkt die Bundesregierung in Kooperation mit den Ländern die Qualitätsentwicklung der Fortbildungslandschaft für Lehrkräfte. Unter einem Dach als „Kompetenzverbund lernen: digital" gestalten evidenzbasiert vier thematische Kompetenzzentren und eine Transferstelle die digitale Transformation in der Lehrkräftebildung.

Angesichts der Transformation von Wirtschaft und Arbeitsmarkt kommt der Vermittlung von Zukunftskompetenzen in allen Bildungsbereichen auch in gesellschaftlicher Hinsicht eine herausragende Rolle zu. Im *MINT-Aktionsplan 2.0* legt die Bundesregierung einen Schwerpunkt auf die Stärkung der MINT-Kompetenzen und unterstützt Zugänge zu guter MINT-Bildung entlang der Bildungskette. Dazu werden Maßnahmen in den Handlungsfeldern Kooperation, Qualität, Forschung, Familie und Frühstart umgesetzt.

Mit dem *Startchancen-Programm* stellt die Bundesregierung die Weichen für den Bildungserfolg neu: Ab dem Schuljahr 2024/2025 werden Bund und Länder jeweils mit 1 Mrd. Euro pro Jahr Schulen mit hohem Anteil sozial benachteiligter Kinder gezielt gemeinsam fördern. Ziel ist es, den Bildungserfolg stärker als bislang von der sozialen Herkunft zu entkoppeln und so Kinder und junge Menschen mit den notwendigen Kompetenzen für ein erfolgreiches Berufsleben und eine demokratische Teilhabe auszustatten. Das Programm nimmt neben einer Stärkung der Basiskompetenzen auch Aspekte wie die Berufsorientierung in den Blick. Integraler Bestandteil des *Startchancen-Programms* ist die wissenschaftliche Begleitung. Sie fördert an der Schnittstelle von Forschung und Praxis die evidenzbasierte und wirkungsorientierte Programmumsetzung und unterstützt einen Transfer der Ergebnisse und Erkenntnisse auch über das *Startchancen-Programm* hinaus.

Mit der *Initiative Finanzielle Bildung* setzt die Bundesregierung die finanzielle Bildung erstmals als prioritäres Thema auf die Agenda und bündelt ihre Aktivitäten. Finanzielle Bildung wird im Rahmen der Initiative als ein lebensbegleitendes Thema gesehen. Eckpunkte der Initiative sind die Erarbeitung einer nationalen Finanzbildungsstrategie, der Aufbau einer zentralen Finanzbildungsplattform und die Förderung von Forschung zu finanzieller Bildung.

Auch der Fokus der Nationalen Plattform Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) auf Fort-, Erwachsenen- und Weiterbildung für nachhaltige Entwicklung ist eine wichtige Antwort auf die großen Herausforderungen der Gesellschaft und ein Beitrag zur Stärkung der Vernetzung zwischen den Anbietern von Zukunfts- und Schlüsselkompetenzen.

Die berufliche Aus- und Weiterbildung und das lebenslange Lernen haben für die Bundesregierung einen hohen Stellenwert. Daher wurde die *Nationale Weiterbildungsstrategie (NWS)* 2022 weiterentwickelt und Maßnahmen verankert, um noch mehr Menschen die berufliche Teilhabe in Zeiten des digitalen, demografischen und ökologischen Wandels zu ermöglichen.

Durch eine Reihe von Maßnahmen im *Bürgergeld-Gesetz* sowie im *Gesetz zur Stärkung der Aus- und Weiterbildungsförderung* wurden finanzielle Anreize und Rahmenbedingungen für berufliche Weiterbildungen gestärkt und die Instrumente der Aus- und Weiterbildungsförderung weiterentwickelt – sowohl für Betriebe als auch für Ausbildungsuchende, Beschäftigte und Arbeitslose.

Mit dem Anfang März 2024 im Bundeskabinett beschlossenen *BAföG-Änderungsgesetz* sollen mehr junge Menschen bei einer Hochschulausbildung unterstützt werden. Neben der Ausweitung des Berechtigtenkreises durch die Anhebung der Elternfreibeträge um weitere fünf Prozent wird eine Studienstarthilfe für junge Menschen aus Sozialleistungsbezug als einmaliger Zuschuss von 1.000 Euro neu eingeführt und die Förderrahmenbedingungen werden flexibilisiert. Darüber hinaus wird mit dem *Lebenschancen-BAföG* eine Förderung entwickelt, die u. a. den Weiterbildungsbedarf im Bereich der Zukunftskompetenzen adressieren soll.

Um die Attraktivität einer dualen Berufsausbildung für alle jungen Menschen zu verbessern, hat die Bundesregierung Ende 2022 die *Exzellenzinitiative Berufliche Bildung* als Baustein der *Fachkräftestrategie* vorgelegt. Im Mittelpunkt stehen die Förderung individueller Chancen und die Weiterentwicklung von Strukturen, Inhalten und Formaten der beruflichen Aus- und Weiterbildung sowie die Stärkung der internationalen Sichtbarkeit und Mobilität.



Als weiteren Baustein der *Fachkräftestrategie* setzt die Bundesregierung auf eine moderne Einwanderungspolitik, um im internationalen Wettbewerb um qualifizierte Fachkräfte zu bestehen und die Rahmenbedingungen für Fachkräfte, die nach Deutschland kommen, zu verbessern.

Durch das 2023 verabschiedete und anschließend schrittweise in Kraft tretende *Gesetz zur Weiterentwicklung der Fachkräfteeinwanderung* erleichtert die Bundesregierung die Zuwanderung von qualifizierten Personen aus dem Ausland, die in Deutschland dringend auf dem Arbeitsmarkt gesucht werden. Ausbildung und Studium in Deutschland sollen durch besseren Zugang zu Spracherwerb oder Nebenbeschäftigung noch stärker wahrgenommen und damit auch der Übergang in Arbeit erleichtert werden. Ab Juni 2024 wird mit der Chancenkarte ein Instrument eingeführt, das das Einwanderungsrecht wesentlich verbessert: Ausländerinnen und Ausländer aus Nicht-EU/EWR-Ländern erhalten auf Basis eines transparenten Punktesystems mit der Chancenkarte die Möglichkeit, für die Arbeitssuche nach Deutschland kommen zu können. Dadurch wird der Fachkräftepool in Deutschland erweitert und offene Stellen können schneller und mit geringerem Aufwand besetzt werden.

Für die Langfristperspektive einwandernder Fachkräfte und die Qualität der Berufsausübung in Deutschland ist die Anerkennung beruflicher Qualifikationen ein wichtiges Instrument. Daher sollen Anerkennungsverfahren für ausländische Bildungs- und Berufsabschlüsse weiter beschleunigt und vereinfacht werden. Zudem stellt die Bundesregierung verschiedene Informationsportale, wie „Make it in Germany“, „Research in Germany“ und „Anerkennung in Deutschland“ bereit.

Mit dem 2024 novellierten Bundesprogramm *Passgenaue Besetzung und Willkommenslotsen* werden Beratungsstellen an Kammern und Wirtschaftsorganisationen für Unternehmen bereitgestellt, die auf der Suche nach inländischen oder ausländischen Auszubildenden für die Besetzung ihrer freien Ausbildungsstellen sind.

Zudem nimmt die Bundesregierung internationale Studierende als Fachkräfte von morgen in den Blick. Mit der *Campus Initiative – Internationale Fachkräfte* stärkt der DAAD durch Unterstützungsstrukturen an deutschen Hochschulen die Gewinnung internationaler Studierender und Graduierter in Deutschland für den deutschen Arbeitsmarkt.

Den wissenschaftlichen Nachwuchs und den internationalen Wettbewerb um Spitzenkräfte nimmt die Bundesregierung mit einer Reihe von Initiativen in den Blick – neben der institutionellen Förderung der Wissenschafts- und Mittlerorganisationen. Dazu zählen das *Tenure-Track-Programm zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses*, die Gewinnung und Entwicklung von professoralem Personal an Fachhochschulen und die *Exzellenzstrategie*. Um Wissenschaftlerinnen auf dem Weg zur Lebenszeitprofessur an deutschen Hochschulen zu fördern und sie so im Wissenschaftssystem zu halten und die Gleichstellung von Frauen und Männern an den Hochschulen strukturell noch stärker zu verankern, wurde das *Professorinnenprogramm* 2023 weiterentwickelt und bis 2030 verlängert. Darüber hinaus zielt die Förderrichtlinie *MissionMINT* darauf ab, die Zahl von Frauen, die sich für akademische MINT-Berufe entscheiden, dauerhaft zu erhöhen.

Mit der Reform des *Wissenschaftszeitvertragsgesetzes* werden die Regelungen für befristete Arbeitsverhältnisse in der Wissenschaft weiterentwickelt. Dies ist ein wichtiger Baustein für attraktive und international wettbewerbsfähige Arbeitsbedingungen, um die besten Köpfe gewinnen und halten zu können. Ziel der Änderungen ist, mehr Verlässlichkeit, Planbarkeit und Transparenz für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in frühen Karrierephasen zu schaffen, angemessene Vertragslaufzeiten z. B. durch Mindestvertragslaufzeiten zu gewährleisten und die Vereinbarkeit von Beruf und Familie zu verbessern.

2.5 Gemeinsame Lösungen für globale Herausforderungen: Europäische und internationale Zusammenarbeit



Die europäische und internationale Zusammenarbeit in Forschung und Innovation bietet eine Vielzahl von Chancen – insbesondere für die Bewältigung globaler Herausforderungen und Krisen wie die Bekämpfung des Klimawandels und des Verlustes an Biodiversität, den Schutz der Umwelt und der Meere, die Armutsbekämpfung, die Ernährungssicherheit und die Sicherung einer klimafreundlichen und sozialverträglichen Energieversorgung. Zudem ist sie unverzichtbar, wenn es darum geht, die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands und Europas zu sichern und die Entwicklung von Schlüsseltechnologien auf der Grundlage gemeinsamer Werte voranzutreiben und zu gestalten. Multilaterale Foren wie G7, G20 und OECD zeigen hierbei ihre Bedeutung als Plattformen für den Austausch und die Abstimmung zu international relevanten Forschungsthemen und -aktivitäten.

Der Erhöhung der Sichtbarkeit und der Attraktivität unseres Bildungs-, Wissenschafts- und Innovationssystems für internationale Spitzenkräfte kommt eine besondere Bedeutung zu. Die enge Einbindung Deutschlands in den Europäischen Forschungsraum (EFR) ist hier essenziell – sie fördert die internationale Mobilität und den Austausch von Talenten in und über die EU hinaus. Für herausragende Forschung müssen deutsche und europäische Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in die weltweiten Wissensströme und Innovationsprozesse eingebunden sein und diese aktiv mitgestalten.

Zugleich machen die Zeitenwende und die aktuellen geopolitischen Rahmenbedingungen einen strategischeren Ansatz erforderlich, der die europäische und internationale Zusammenarbeit in Forschung und Innovation, und auch das hohe Gut der Wissenschaftsfreiheit, mit unseren sicherheits- und forschungspolitischen Interessen in Einklang bringt. Um unsere Abhängigkeit von systemischen Rivalen zu verringern und Risiken für unsere wirtschaftliche und nationale Sicherheit zu reduzieren, gilt es, Kooperationen sorgsam abzuwägen. Zugleich gilt es, sich weiter dazu zu bekennen, auf globaler Ebene zur Erreichung der UN-Nachhaltigkeitsziele beizutragen. Als Koope-

rationspartner will Deutschland einen Beitrag leisten, Forschung und Innovation in den außereuropäischen Partnerländern voranzubringen. Als Teil der Science Diplomacy und der Entwicklungszusammenarbeit steht Deutschland für den Auf- und Ausbau tragfähiger Wissenschafts- und Innovationsinfrastrukturen weltweit ein. Mit der *Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie*, der *Klimaaußenpolitikstrategie*, der *Nationalen Sicherheitsstrategie* und der *China-Strategie* hat die Bundesregierung wichtige Rahmen dafür geschaffen.

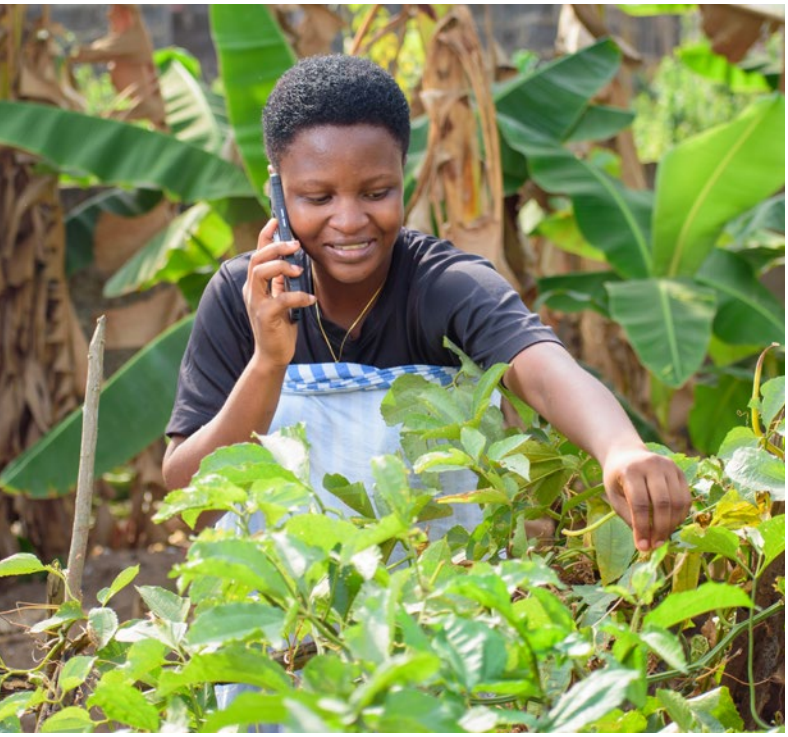
Mit seinem forschungs- und innovationspolitischen Engagement in Europa und der Welt leistet Deutschland seinen Beitrag, den globalen Wissensschatz zu erweitern und die globalen Herausforderungen über die Zusammenarbeit in Bildung, Wissenschaft und Forschung anzugehen. Dafür und zur Erhaltung seiner Wettbewerbsfähigkeit arbeitet Deutschland bi- und multilateral mit Partnerländern in allen Weltregionen zusammen. Als Grundlage für die strategische Ausrichtung der deutschen EU-Forschungs- und Innovationspolitik bis 2027 wurde der *Nationale Aktionsplan für den Europäischen Forschungsraum* 2023 verabschiedet. Entlang der Leitlinien für ein „innovatives Europa", für eine „exzellente Forschung in Europa" sowie für ein „freies Europa" wird die Zusammenarbeit mit den europäischen Partnern vorangebracht.

Im Schulterschluss mit der EU-Kommission und den EU-Mitgliedstaaten treibt Deutschland eine gemeinsame forschungspolitische Agenda zur Umsetzung des EFR – die *ERA Policy Agenda* – voran. Wichtige forschungs- und innovationspolitische Entwicklungen wurden mit Maßnahmen der *ERA Policy Agenda 2022–2024* angestoßen und strukturelle Verbesserungen für Forschende in Europa geschaffen. Deutschland engagiert sich in den Verhandlungen der nächsten *ERA Policy Agenda 2025–2027*, um zukunftsgerichtete Schwerpunkte in der europäischen Zusammenarbeit zu setzen und eine enge Verknüpfung zum EU-Rahmenprogramm für Forschung und Innovation zu schaffen. An der Ausgestaltung und Weiterentwicklung des aktuellen Programms *Horizont Europa* (2021–2027) ist die Bundesregierung über die verschiedenen Programmausschüsse eng beteiligt und bringt sich aktiv bei der Gestaltung von thematischen Arbeitsprogrammen und bei der Verbesserung der Rahmenbedingungen der Förderung ein. Auf der Grundlage der Evaluation der bisherigen Rahmenprogramme positioniert sich die Bundesregierung zudem frühzeitig zum Nachfolgeprogramm, dem 10. EU-Rahmenprogramm für Forschung und Innovation, das ab 2028 in Kraft treten soll.

Ein thematischer Schwerpunkt ist die Zusammenarbeit im Bereich Wasserstoff und seine Folgeprodukte. Dazu wurde eine Vielzahl an Vereinbarungen zur Forschungs- und Innovationszusammenarbeit mit Partnerländern geschlossen, vor allem um den Aufbau internationaler Produktionskapazitäten und den Import von zertifiziertem Wasserstoff voranzutreiben. Die Bundesregierung ist dazu strategische Forschungs- und Energiepartnerschaften u. a. mit Namibia und Südafrika, mit Korea, Kanada und Japan, mit Chile, Brasilien sowie Australien, Neuseeland und Zentralasien eingegangen. Auf der europäischen Ebene wurde mit der *Strategischen Forschungs- und Innovationsagenda (SRIA)* für Grünen Wasserstoff eine wichtige Grundlage geschaffen. Zudem wurden bilaterale Kooperationen zu Fragen entlang der gesamten Wertschöpfungskette aufgebaut. Im Rahmen des *PtX-Entwicklungsfonds* werden großskalige Projekte im Bereich Grünen Wasserstoffs mit dem Ziel auf den Weg gebracht, lokale Wertschöpfungsketten und wirtschaftspolitische Rahmenbedingungen für Aufbau lokaler Wasserstoffwirtschaften zu schaffen.

Angesichts des russischen Angriffskriegs unterstützt die Bundesregierung die Ukraine und setzt sich zusammen mit der internationalen Staatengemeinschaft für den Wiederaufbau des ukrainischen Wissenschafts- und Innovationssystems ein. Zentrale Bausteine sind der Aufbau von vier deutsch-ukrainischen Exzellenzkernen, die Vertiefung der Forschungskooperation und die Etablierung eines unabhängigen Klima- und Energie-Thinktanks. Neben dem Wiederaufbau von Forschungskapazitäten stehen die Verbesserung von Rahmenbedingungen für FuE und die Integration in den EFR im Vordergrund. Zum Ausbau der langjährigen deutsch-ukrainischen Zusammenarbeit in den Bereichen Forschung, Bildung und Innovation soll ein neues deutsch-ukrainisches Abkommen zur Wissenschaftlich-Technischen Zusammenarbeit (WTZ) geschlossen werden.

Im Zuge der Zeitenwende richtet die Bundesregierung ihre Kooperationen auch mit den weiteren Ländern der Östlichen Partnerschaft und den Staaten Zentralasiens neu aus. Damit werden diese Staaten bei den Reformen ihrer Wissenschaftssysteme begleitet und



die Anbindung der Länder der Östlichen Partnerschaft an den EFR unterstützt. Zugleich wird die wirtschaftliche und zivilgesellschaftliche Entwicklung der Staaten beider Regionen basierend auf europäischen Werten gefördert.

Durch die zunehmende Bedeutung Chinas – als Partner, aber auch als Wettbewerber und systemischer Rivale – wächst der Bedarf an Menschen mit fundierter, aktueller und unabhängiger China-Expertise. Sprachkompetenz, interkulturelle Kompetenz, landeskundliche Fachkompetenz und praktische Erfahrung in der bilateralen Zusammenarbeit mit China sind essenziell für das wechselseitige Verständnis und für die langfristig erfolgreiche Wahrnehmung und Durchsetzung deutscher Interessen. Dies gilt auch für die Wissenschaftskooperation, die unter immer komplexer werdenden Rahmenbedingungen stattfindet und eine differenzierte Betrachtung der Chancen und Risiken erfordert. Daher ist der Auf- und Ausbau unabhängiger China-Kompetenz als Querschnittsaufgabe ein wichtiges Anliegen in der 2023 veröffentlichten *China-Strategie* der Bundesregierung. Dafür wurde u. a. ein Maßnahmenpaket *Informiertes Selbstbewusstsein in der Forschungs- und Innovationskooperation mit China (China-Orientierung)* aufgelegt, in dessen Rahmen regelmäßige Austausch- und Dialogformate mit Vertreterinnen und Vertretern aus der deutschen Wissenschaft und Forschung durchgeführt werden.

Darüber hinaus wird der Ausbau von China-Kompetenz an Hochschulen und Forschungseinrichtungen sowie Thinktanks gezielt gefördert.

Ein regionaler Schwerpunkt der internationalen FuI-Zusammenarbeit ist Afrika. Einerseits zeigen sich hier viele globale Herausforderungen wie die Klimakrise oder Ernährungssicherheit besonders deutlich. Andererseits birgt Afrika mit seiner jungen Bevölkerung ein hohes Innovationspotenzial für die nachhaltige Entwicklung des Kontinents. Daher unterstützt die Bundesregierung den Aufbau und die Stärkung von Kompetenzen und Strukturen für Wissenschaft und Forschung. Beispiele sind die Kompetenzzentren für Klimawandel und nachhaltiges Landmanagement SASSCAL und WASCAL, das in Planung befindliche Afrikanisch-Deutsche Fachzentrum für nachhaltige und resiliente Ernährungssysteme und angewandte Agrar- und Ernährungsdatenwissenschaft sowie die in Afrika angesiedelten Institute des internationalen Agrarforschungsnetzwerks CGIAR (engl. Consultative Group on International Agricultural Research).

Die USA und Kanada sind wichtige strategische Wertepartner und von großer Bedeutung für unsere Sicherheit, unseren Wohlstand und den Forschungs- und Innovationsstandort Deutschland. Durch die Intensivierung und Ausweitung der transatlantischen Kooperationen, insbesondere im Bereich der Zukunftstechnologien, soll die technologische Souveränität und Innovationsdynamik in Deutschland und Europa weiter gestärkt werden, u. a. mit dem Aufbau einer Dachmarke (transatlantische Innovationsbrücke) und neuen Instrumenten zur Verzahnung der Innovationsstandorte.

Lateinamerika und die Karibik sind Schlüsselpartner bei der Erarbeitung gemeinsamer Lösungen in den Bereichen Umwelt, Ressourcenschutz und Klimawandel. Im Rahmen der Initiative *Lateinamerika. PotenziAL* wurde bereits eine Vielzahl an bilateralen und multilateralen Maßnahmen gefördert, um Forschungsnetzwerke und Wissenschaftskooperationen zwischen deutschen und lateinamerikanischen Partnern aufzubauen und zu stärken. Insbesondere Brasilien, Chile und Uruguay gelten im Bereich erneuerbare Energien und Grüner Wasserstoff als zentrale Kooperationspartner in der Region. Es sind unabdingbare Partner bei der Sicherstellung der Ressourcen- und Energiesicherheit Deutschlands.

In den vergangenen Jahren haben sich auch die globalen Rahmenbedingungen für die internationale Hochschulkooperation spürbar verändert. Vor diesem Hintergrund haben sich Bund und Länder auf eine Neuausrichtung ihrer *Strategie der Wissenschaftsministerinnen und Wissenschaftsminister von Bund und Ländern für die Internationalisierung der Hochschulen in Deutschland* geeinigt, die 2024 verabschiedet wird und einen Rahmen für Internationalisierungsaktivitäten von Bund, Ländern und Hochschulen setzen soll. Die Bundesregierung stärkt zudem die grenzüberschreitende Zusammenarbeit bei marktnaher Forschung, Innovation und Transfer. Ab Juli 2024 übernimmt Deutschland gemeinsam mit Kanada für ein Jahr den Vorsitz im internationalen Innovationsnetzwerk *Eureka*, das im Jahr 2025 sein 40-jähriges Jubiläum feiert.

Deutschland koordiniert zur Umsetzung der gemeinsamen Forschungsagenda für Grünen Wasserstoff und dessen Folgeprodukte im Europäischen Forschungsraum die Bildung einer Arbeitsgruppe zur Umsetzung des *Strategic Energy Technology Plans (SET-Plan).* Die „SET Plan Implementation Working Group on Hydrogen“ wird im Jahr 2024 einen Umsetzungsplan mit konkreten Themenfeldern in Forschung und Innovation erarbeiten und damit einen wichtigen Beitrag zur Erreichung der europäischen Ziele für eine nachhaltige Energieversorgung leisten.

Die Zusammenarbeit mit Israel hat einen besonders hohen politischen Stellenwert für die Bundesregierung – insbesondere auch in Zeiten des Konflikts. Nach den Angriffen auf Israel hat die Bundesregierung zeitlich befristet ihre finanzielle Unterstützung für die Israelkooperation erhöht. Die vielfältige Kooperationsarchitektur schlägt sich in zahlreichen Wissenschaftskooperationen nieder und hat fachliche Schwerpunkte u. a. in der Nanotechnologie, Wassertechnologie, Krebsforschung, Batterieforschung und Meeresforschung.

2.6 Moderne Forschungs- und Innovationspolitik: digital, agil, offen



Die multiplen Krisen der vergangenen Jahre haben gezeigt, dass Flexibilität, Offenheit und Agilität in politischen Denk- und Handlungsweisen notwendige Voraussetzungen für die aktive Gestaltung kommender Transformationsprozesse sind. Der von der Bundesregierung gewählte transformations- und missionsorientierte Ansatz der FuI-Politik zur Bewältigung der Transformationsherausforderungen wird von externen Stakeholdern, wie etwa der EFI, gelobt. Dies gilt sowohl hinsichtlich der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* und ihrer agilen Governancestruktur als auch in Bezug auf das Instrument Reallabore sowie die Innovationsagenturen *SPRIND* und *DATI*, deren Umsetzung konsequent vorangetrieben werden soll. Die digitale Transformation kann diese Prozesse zusätzlich beschleunigen.

Eine Modernisierung des existierenden Rechts- und Regulierungsrahmens – bzw. auch die erstmalige Entwicklung eines solchen – kann für die Entwicklung neuer Technologien notwendig sein, z. B. für digitale Technologien, KI, Mobilität und Logistik, im Bereich der Sozialen Innovationen oder der Energiewende. Die Bundesregierung unterstützt Reallabore, um Erprobungsmöglichkeiten für Innovationen und den regulatorischen Rahmen zu schaffen. So werden Freiräume und Anreize für die Erprobung von Innovationen geschaffen, Hemmnisse abgebaut und gesellschaftliche Akzeptanz gestärkt. Um einheitliche und innovationsfreundliche Rahmenbedingungen für Reallabore zu schaffen und Innovationsprozesse bis hin zur Anwendung zu beschleunigen, plant die Bundesregierung die Verabschiedung eines *Reallabore-Gesetzes*. Dies wird ausdrücklich im aktuellen Gutachten der EFI begrüßt.

Mit dem *Änderungsgesetz* 2023 zum *Onlinezugangsgesetz (OZG 2.0)* treibt die Bundesregierung die Digitalisierung und Modernisierung der Verwaltung – unter Einbeziehung der Nutzerinnen und Nutzer – voran. In Digitalisierungslaboren werden dafür moderne und agile Methoden eingesetzt, um digitale Lösungen kooperativ und ergebnisoffen zu entwickeln. Um übergreifend eine interoperable sowie modulare föderale Cloud-Infrastruktur der öffentlichen Verwaltung zu etablieren, wurde die *Deutsche Verwaltungscloud-Strategie (DVS)* vorgelegt und erste Schritte der Umsetzung angestoßen. Mit *Open CoDE* wurde 2022 eine

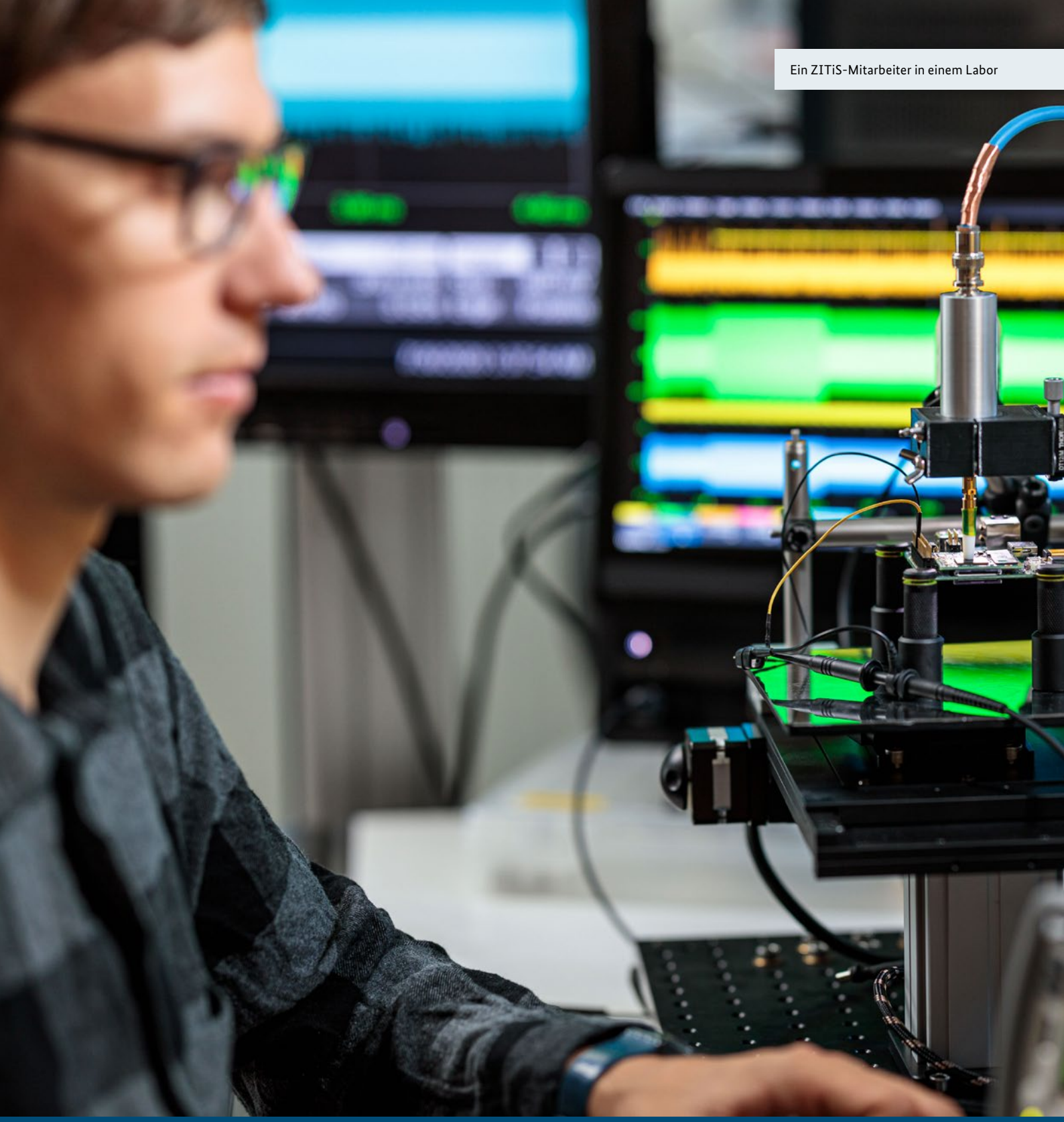


Open-Source-Plattform gestartet, die die breite Nutzung von Open-Source-Software in der öffentlichen Verwaltung vereinfacht. Softwarelösungen können so kollaborativ entwickelt, bereitgestellt und (wieder-) verwendet werden.

Die Möglichkeiten und Chancen des Einsatzes von KI in der Verwaltung wie effizientere Abläufe, Arbeitsentlastung oder Qualitätssteigerung von Servicedienstleistungen hat die Bundesregierung in den Blick genommen. Mit dem Beratungszentrum für Künstliche Intelligenz (BeKI) wird eine zentrale Anlauf- und Koordinierungsstelle für KI-Vorhaben in der Bundesverwaltung aufgebaut.

In einem ersten Pilotprojekt wird ein „Marktplatz der KI-Möglichkeiten“ aufgebaut, der Transparenz über die bereits existierenden KI-Anwendungen in der Bundesverwaltung schafft und Ministerien und Behörden mit passgenauen KI-Anwendungen für ihre Bedarfe zueinander bringen wird. Auch mit dem Start des Umsetzungsprojektes zur *DVS* werden vor allem langfristig Effizienzgewinne in der Verwaltung realisiert werden können. Die Standardisierung von Schnittstellen verschiedener föderaler Cloudlösungen ermöglicht zukünftig die schnellere Inbetriebnahme und den schnelleren Wechsel von Softwarelösungen und damit ein flexibleres und agileres Handeln auf Verwaltungsebene.

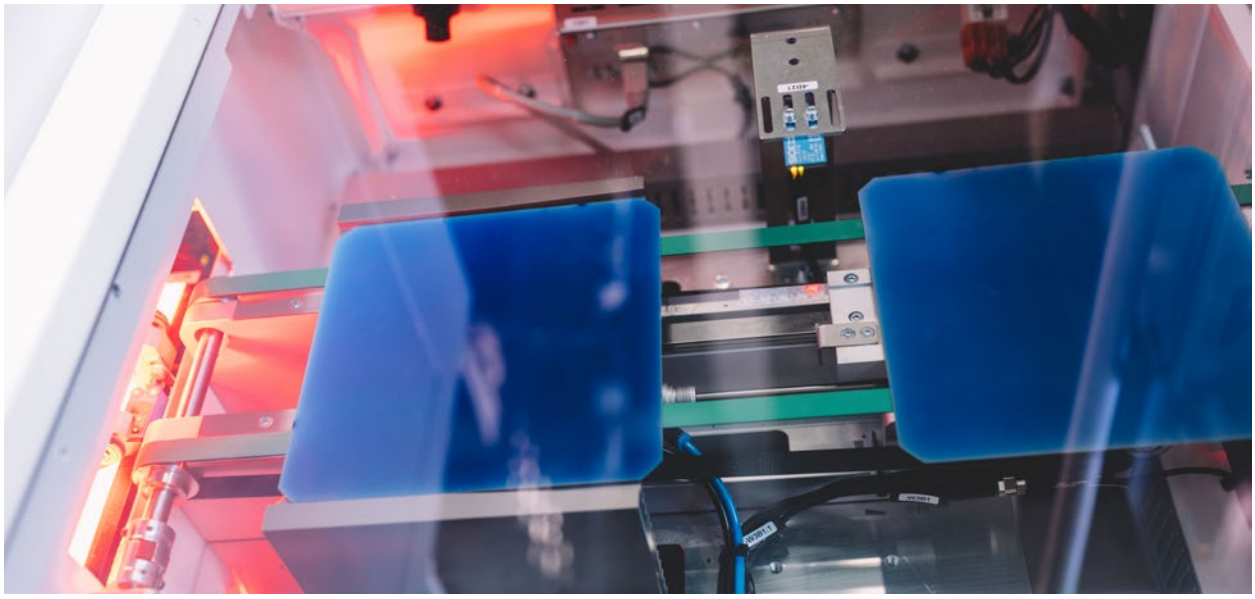
Auch nimmt sich die Bundesregierung der von der EFI angeregten Diskussion, die strikte Trennung zwischen ziviler und militärischer Forschung in Deutschland zu hinterfragen und damit mehr Synergien zu heben, aktiv an. Gerade in Zeiten, in denen der internationale Wettbewerb um Schlüsseltechnologien die Weichen für die Zukunft stellt, sollten die zuständigen Akteure ihre Positionen ergebnisoffen einer Neubewertung unterziehen.



Ein ZITiS-Mitarbeiter in einem Labor

3 Mit Forschung und Innovation Transformationsprozesse gestalten

3.1 Forschung für eine nachhaltige Transformation in Industrie und Mobilität



Solarzellen vor dem Druck der Metallpasten auf den Transportbändern eines Siebdruckers

Deutschland hat sich klaren klima- und nachhaltigkeitspolitischen Zielen verschrieben und will bis 2045 klimaneutral sein. Um dies zu erreichen, bedarf es tiefgreifender Transformationsprozesse zum Umbau der Industrie, der Energie- und Wärmeversorgung, der Mobilität und des Bauens hin zu einer treibhausgasneutralen und ressourcenschonenden Wirtschafts- und Lebensweise. Für die aktive Gestaltung des Übergangs sind Forschung und Entwicklung (FuE) zukunftsfähiger Technologien und Sozialer Innovationen sowie deren schneller Transfer in die Anwendungspraxis von entscheidender Bedeutung – auch im Sinne zukünftiger Wettbewerbsfähigkeit, Beschäftigung und Wohlstand in unserem Land. Als technologische Grundlage für Transformationsprozesse spielen Forschung und Entwicklung in den Schlüsseltechnologien – von neuen Materialien über industrielle Verfahren der Biotechnologie, biologische Rohstoffe und geschlossene Kreisläufe, Wasserstoff- und Batterietechnologien bis hin zu digitalen Technologien – eine entscheidende Rolle. Die Umsetzung der Transformation muss vielfach vor Ort in den Städten und Regionen gestaltet werden. Hier müssen die vorhandenen innovativen Potenziale gehoben und die lokalen und regionalen Innovationsökosysteme gezielt unterstützt werden.

Durch die Förderung von FuE zu technologischen Lösungen, von Transfer und modellhafter Umsetzung in Versuchs- und Pilotanlagen, unterstützt die Bundesregierung in Zusammenarbeit mit Industriepartnern den klimaneutralen Umbau der Wirtschaft, insbesondere der energieintensiven Industrie. Dabei stehen die FuE-Förderung für neue Technologien, wie neue Materialien und Leichtbau ebenso weitere Verbesserungen bei den erneuerbaren Energietechnologien, industrielle Biotechnologie und die Umstellung auf nicht-fossile Rohstoffe im Sinne einer Bioökonomie sowie die Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft im Zentrum.

Um ihre Initiativen zum zirkulären Wirtschaften und zur Ressourcenschonung zu bündeln, hat die Bundesregierung 2024 die *Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie (NKWS)* beschlossen. Die *NKWS* zielt auf die Entwicklung technologischer und Sozialer Innovationen, neuer Geschäftsmodelle und Marktplätze oder auch die Nutzung digitaler Möglichkeiten für die Produktion und die Nutzung von Sekundärmaterialien. Im Juni 2024 soll unter Einbindung von Stakeholdern im Rahmen der Mission der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* ein Workshop zur Kreislaufwirtschaft stattfinden, der darauf abzielt, thematische Lücken in der Kreislaufwirtschaft zu identifizieren.

Zudem investiert die Bundesregierung in den Aufbau von Forschungs- und Kompetenzstrukturen. Mit dem im Rahmen des *Investitionsgesetzes Kohleregionen* aufzubauenden Großforschungszentrum *Center for the Transformation of Chemistry (CTC)* wird künftig die Transformation der chemischen Industrie in Richtung Kreislaufwirtschaft vorangetrieben und es entsteht ein neuer international sichtbarer Leuchtturm zum Thema nachhaltiges Wirtschaften in Deutschland. Die Bundesregierung unterstützt ferner den Aufbau des Bundesforschungszentrums für klimaneutrales und ressourceneffizientes Bauen, das durch Forschung und Entwicklung den Transfer von innovativen und effizienten Lösungen in die bauliche Praxis fördern wird.

Auch bioökonomische Innovationen können einen wichtigen Beitrag zu Klimaneutralität und Ressourceneffizienz leisten, z. B. in der Industrie, dem Holzbau oder der stofflichen Nutzung von Materialien. In der Industrie eröffnet u. a. die weiße Biotechnologie Chancen, hochwertige Produkte besonders effizient herzustellen. Im Rahmen der *Nationalen Bioökonomiestrategie* werden verschiedene Initiativen wie der 2024 gestartete Förderschwerpunkt des BMBF *Klimaneutrale Produkte durch Biotechnologie (CO2BioTech)* umgesetzt.

Die Bundesregierung positioniert Wasserstoff als wichtigen Baustein für die Dekarbonisierung energieintensiver Industrien sowie zur Sektorkopplung zwischen Industrie, Verkehr, Wärmeversorgung und Elektrizität. Daher treibt sie die Technologie- und Innovationsförderung im Bereich Wasserstoff sowie die Fachkräfteausbildung im Rahmen der 2023 fortgeschriebenen *Nationalen Wasserstoffstrategie (NWS)* voran. Die in der *NWS* verankerten FuI-politischen Maßnahmen, wie die *Wasserstoff-Leitprojekte* und das *IPCEI Wasserstoff,* adressieren die gesamte Wertschöpfungskette – von der Produktion von Wasserstoff und dessen Folgeprodukte über den Transport bis in die Anwendung.

Die Energieforschungsförderung der Bundesregierung – von der Grundlagenforschung bis zur angewandten Forschung – ist als strategisches Element der Energiepolitik konsequent auf die Vollendung der Energiewende und – im Sinne der Zukunftsvorsorge – darüber hinaus ausgerichtet.



Das Hydrogen Lab Bremerhaven des Fraunhofer-Instituts für Windenergiesysteme IWES

Die Bundesregierung will Deutschland bis 2030 als Leitanbieter für Wasserstofftechnologien etablieren, damit auch zukünftig Wasserstofftechnologien „Made in Germany“ international nachgefragt bleiben. Zudem sollen die heimischen Elektrolysekapazitäten weiter auf- und ausgebaut werden. Entsprechend entwickelt die Bundesregierung die *NWS* als FuI-politischen Rahmen weiter und stärkt die Grundlagen- und angewandte Forschung, die rasche industrielle Umsetzung sowie den Kompetenzaufbau. Dafür werden die etablierten Forschungsinitiativen zu Erzeugung, Speicherung, Transport und Nutzung von Wasserstoff in industriellen Anwendungen und Infrastruktur konsequent fortgeführt – allen voran die *Wasserstoff-Leitprojekte H2Giga* zur Serienfertigung von großskaligen Elektrolyseuren zur Wasserstoffherstellung, *H2Mare* zur Erzeugung von Wasserstoff auf See und *TransHyDe* für Technologien für die Speicherung und den Transport von Wasserstoff sowie die FuE-Förderung im Verkehrssektor im Rahmen des *Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP)* und des Programms *HyLand – Wasserstoffregionen in Deutschland*. Zudem wird der Aufbau des Innovations- und Technologiezentrums Wasserstoff (ITZ) und der Power-to-Liquid (PtL)-Entwicklungsplattform weiter vorangetrieben. Die *Reallabore der Energiewende* werden fortgeführt, verstetigt und zielgerichtet weiterentwickelt. Dies gilt auch für Demonstrations- und Pilotprojekte im Bereich dezentraler Energieversorgung mit Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien.

Für den Bereich der angewandten Energieforschung gibt das missionsorientierte *8. Energieforschungsprogramm zur angewandten Energieforschung*, das mit seinen fünf Missionen Energiesystem, Wärmewende, Stromwende, Wasserstoff und Praxistransfer konsequent auf energiepolitische Ziele ausgerichtet ist, den Rahmen, um die Transformation des Energiesystems wirksam zu unterstützen. Die Förderung soll insbesondere Technologieentwicklung und -transfer mit Beiträgen für die Transformation zum klimaneutralen Energiesektor bis 2045 auslösen und beschleunigen sowie ein günstiges Innovationsumfeld schaffen.

Auch in der Fusionstechnologie wird das Potenzial gesehen, einen Beitrag zur Lösung unserer Energieprobleme beizusteuern. Auf dem Weg zur Errichtung eines Fusionskraftwerks stärkt die Bundesregierung seit 2024 zusätzlich zur bereits langjährig bestehenden institutionellen Förderung mit einem eigenen Förderprogramm die Fusionsforschung – neben der Beteiligung der EU am Bau des International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER). Mit dem Ziel, ein Fusionsökosystem aufzubauen, stehen die Technologieentwicklung, der wissenschaftliche Nachwuchs und die internationale Zusammenarbeit im Mittelpunkt der im Kern auf anwendungsorientierte Verbundforschung angelegten neuen Förderung.

Als weiteren Baustein für die Energiewende im Verkehrssektor und in industriellen Anwendungen fördert die Bundesregierung die Batterieforschung. Als förderpolitischen Rahmen hat die Bundesregierung das *Dachkonzept Batterieforschung* vorgelegt. Die im Aufbau befindliche Forschungsfertigung Batteriezelle (FFB) soll dabei die Technologieentwicklung an der Schnittstelle von Forschung und industrieller Fertigung stärken.

Um die Transformation im Fahrzeug- und Mobilitätsbereich auf Straße und Schiene voranzutreiben, fördert die Bundesregierung ressortübergreifend Forschung, Entwicklung und modellhafte Umsetzung für innovative Fahrzeuge und neuartige Mobilitätskonzepte bzw. -systeme – u. a. mit dem Fachprogramm *Neue Fahrzeuge und Systemtechnologien*. Dazu gehört z. B. die Entwicklung von Antriebs-, Speicher- und Leichtbautechnologien, neuen Mobilitäts- und Logistikkonzepten, sowie von automatisierten, vernetzten Fahrzeugen und entsprechend vernetzter Infrastruktur. Weitere thematische Schwerpunkte liegen in der Erforschung und Anwendung von KI-Lösungen, der Einbindung von Fahrzeugen in Daten- und Mobilitätssysteme sowie der Digitalisierung von Fahrzeugen und des Mobilitätssystems. Dafür hat die Bundesregierung u. a. digitale Testfelder an Bundesautobahnen, Wasserstraßen und im Schienenverkehr eingerichtet und fördert FuE-Projekte, zuletzt mit einem Fokus auf öffentliche Verkehre. Um die Transformation der Mobilität voranzutreiben und die Schiene als nachhaltigen Verkehrsträger zu stärken, hat die Bundesregierung mit der Einrichtung des Deutschen Zentrums für Schienenverkehrsforschung (DZSF) ihre Ressortforschung ausgebaut.

Zudem unterstützt die Bundesregierung den Aufbau eines Mobilitätsdatenökosystems in Deutschland mit den beiden Dateninfrastrukturen *Mobilithek* und *Mobility Data Space (MDS)*. Der *MDS* unterstützt unter Wahrung der Datensouveränität den freiwilligen Austausch von Daten, für die es keine Bereitstellungspflicht gibt, an deren Verfügbarkeit jedoch ein wirtschafts- und verkehrspolitisches Interesse besteht. Die *Mobilithek* wurde als Datenaustauschplattform zwischen Mobilitätsanbietern, Infrastrukturbetreibern und Verkehrsbehörden sowie Informationsanbietern aufgebaut und ist Nationaler Zugangspunkt zu Mobilitätsdaten. Mit dem geplanten *Mobilitätsdatengesetz* soll zudem ein verbindlicher Rechtsrahmen im Umgang mit Mobilitätsdaten geschaffen werden.

Bei der Umsetzung innovativer Lösungen und für die erfolgreiche Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft nehmen Städte, Kommunen und Regionen eine entscheidende Rolle ein. Um neue Lösungen mit Skalierungspotenzial zu entwickeln und die Voraussetzungen für die Entstehung und Anwendung sozialer und technologischer Neuerungen zu verbessern, bündelt das BMBF mit der Transformationsinitiative *Stadt-Land-Zukunft* sektorübergreifend Forschung in Städten, Kommunen und funktional verflochtenen Räumen.



↗ Eine Darstellung aller Wissenschaftseinrichtungen und deren Forschungsprofil finden Sie im ***BuFI-Online-Angebot***.

3.2 Klima, Biodiversität und Ernährungssicherung: Lösungen für eine nachhaltige Zukunft



Forschung zu Reaktionen von Bäumen und Wäldern gegenüber dem Klimawandel im Labor des KIT-Campus Alpin des Karlsruher Instituts für Technologie

Die Klimaerwärmung, der Biodiversitätsverlust und die zunehmende Ernährungsunsicherheit in Teilen der Welt zählen zu den existenziellen globalen Krisen unserer Zeit. Tragfähige und sozial gerechte Lösungen zum Schutz des Klimas, der Umwelt und der natürlichen Ressourcen, der biologischen Vielfalt sowie zum nachhaltigen Umbau unserer Agrar- und Ernährungssysteme können nur auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse gefunden werden. Daher leisten Forschung und Innovation, z. B. Klima- und Klimafolgenforschung, neue technologische Entwicklungen und Soziale Innovationen für Klimaschutz, Anpassung, nachhaltige Energiesysteme oder in der Landwirtschaft, wichtige Beiträge zur Umsetzung der UN-Nachhaltigkeitsziele, der europäischen Klima- und Energiepolitik, der *EU-Biodiversitätsstrategie für 2030* sowie der EU-Missionen zur Anpassung an den Klimawandel sowie zu Bodengesundheit und Ernährung.

Der Einsatz digitaler Technologien bietet weitreichende Chancen auch für die Agrar- und Ernährungssysteme, wie Produktivitätssteigerungen und nachhaltige Ressourcennutzung. Daher fordert auch die EFI in ihrem Gutachten 2024, die Möglichkeiten der Digitalisierung in der Landwirtschaft stärker nutzbar zu machen, z. B. durch den Ausbau der digitalen Infrastruktur, den Aufbau eines einheitlichen Datenraumes über Bundesländer hinweg mit klaren Regelungen zu Datenschutz und Datenhoheit sowie den Kompetenzaufbau im Umgang mit digitalen und smarten Technologien.

Klimawissen ist die Grundlage für eine wirksame Klimapolitik. Klimadaten und Klimamodelle liefern Informationen und Wissensgrundlagen für notwendige Strategien und Lösungen auf dem Weg zur Klimaneutralität, für die Anpassung an den Klimawandel und die Risikovorsorge. Die Bundesregierung unterstützt daher die Entwicklung neuer globaler Klimamodelle, wie z. B. WarmWorld, die von den technologischen Möglichkeiten insbesondere des HPC sowie des Einsatzes von KI, Gebrauch machen. Mit der Förderung des Auf- und Ausbaus von Forschungsinfrastrukturen, wie des Beobachtungsnetzwerks ACTRIS-D oder des Integrierten Treibhausgas-Monitoringsystems (ITMS), legt die Bundesregierung die Grundlagen für die Erhebung von Klimadaten.

Neue technologische Möglichkeiten, wie die Ausweitung von Rechenleistungen und der Einsatz von KI,

öffnen Türen für neue Generationen globaler, hochaufgelöster Klimamodelle und zukünftiger Klimaprojektionen. Daher setzt sich die Bundesregierung mit der geplanten *Nationalen Modellierungsstrategie (NMS)* für die Entwicklung und den Einsatz neuer Klimamodelle in Deutschland sowie für deren professionelle Nutzung als Beratungsinstrument ein.

Für den Umgang mit den schwer vermeidbaren Emissionen in der Industrie und mit den verbleibenden Restemissionen bereitet die Bundesregierung eine Carbon-Management-Strategie und eine *Langfriststrategie Negativemissionen* vor. Zu deren Umsetzung unterstützt die Bundesregierung die Forschung und Entwicklung von Technologien zur Abscheidung und anschließender Speicherung oder Nutzung von Kohlenstoffdioxid im Bereich der energieintensiven Grundstoffindustrien: Carbon Dioxide Removal (engl. CDR), Carbon Capture and Utilization (engl. CCU) und Storage (engl. CCS).

Forschung, wissenschaftliche Begleitung, Monitoring und Kompetenzaufbau sind zudem zentrale Bausteine der weiterentwickelten *Nationalen Strategie zur Biologischen Vielfalt (NBS 2030)* für die Zeit bis zum Jahr 2030 sowie des *Aktionsprogramms Natürlicher Klimaschutz (ANK),* mit denen die Bundesregierung die Umsetzung ihrer internationalen und europäischen Vereinbarungen zu Erhalt und nachhaltiger Nutzung der biologischen Vielfalt sowie ihrer Klimaziele verfolgt. Einen Schwerpunkt der Forschungsförderung für Nachhaltigkeit und Klimaschutz legt die Bundesregierung auf die Nutzung digitaler Technologien. Maßgebliche Beiträge werden z. B. durch Forschung und Entwicklung im Rahmen des Aktionsplans *Natürlich.Digital.Nachhaltig*, des *GreenTech Innovationswettbewerbs,* der Forschungsförderung zu KI-Methoden im Rahmen der *Forschungsinitiative zum Erhalt der Artenvielfalt (FEdA)* sowie der Initiative *KI-Leuchttürme für Umwelt, Klima, Natur und Ressourcen* erbracht. Sie bieten nicht nur Perspektiven darauf, wie digitale Lösungen und KI zu mehr Klimaschutz und Nachhaltigkeit beitragen können, sondern zeigen auch Wege auf, wie diese Technologien selbst nachhaltig und energiesparender werden können.

Die Bundesregierung fördert Forschung, Entwicklung, Erprobung und Kompetenzaufbau zu digitalen Technologien und deren Praxistauglichkeit im Pflanzenbau, Tierhaltung und Wertschöpfungsketten. Dazu werden



Zwei Mitarbeitende planen und erfassen Anbau und Ernte von Salat in einem großen Gewächshauskomplex digital.

aktuell digitale Experimentierfelder und deren Vernetzung als Teil des *Zukunftsprogramms Digitalpolitik Landwirtschaft* sowie Forschungsvorhaben zum Einsatz von KI-Technologien in der land- und ernährungswirtschaftlichen Praxis gefördert.

Mit Mitteln des *Investitions*gesetzes *Kohleregionen* fördert die Bundesregierung zusammen mit dem Land Sachsen-Anhalt eine Modellregion zur *Digitalisierung der pflanzlichen Wertschöpfungskette*. Ziel ist eine digitalisierte, klimaneutrale und wettbewerbsfähige Bioökonomie in der Region. Die Entwicklung und Erprobung digitaler bioökonomischer Ansätze steht im Mittelpunkt der *Agrarsysteme der Zukunft.* Diese liefern wichtige Beiträge zum nachhaltigen und ressourceneffizienten Umbau unserer Agrar- und Ernährungssysteme.

Auch im Bereich der Züchtungsforschung treibt die Bundesregierung technologische Entwicklungen voran, wie dies auch im EFI-Gutachten 2024 empfohlen wurde. So wird im Rahmen der *Nationalen Bioökonomiestrategie* die innovative, technik- und methodenoffene Pflanzenzüchtungsforschung gestärkt, z. B. mit dem BMBF-Förderschwerpunkt *Moderne Züchtungsforschung für klima- und standortangepasste Nutzpflanzen von morgen*.

3.3 Gesundheit im Blick: Forschung und Innovation für die Medizin von morgen



Eine Mitarbeiterin des NMI Naturwissenschaftlichen und Medizinischen Instituts an der Universität Tübingen bei der Forschung an Biomarkern

Gesundheitsforschung schafft beständig neue Möglichkeiten, die Gesundheit zu erhalten, Krankheiten besser zu verstehen und ihnen vorzubeugen, Therapien zu entwickeln und die medizinische Versorgung der Menschen zu verbessern. So wird z. B. mit der *Nationalen Dekade gegen Krebs* die Krebsforschung in Deutschland langfristig gestärkt und die Kräfte der vielfältigen Akteure werden gebündelt.

Den Stellenwert einer leistungsfähigen Gesundheitsforschung haben die in kürzester Zeit erreichten Fortschritte bei der Prävention, Diagnostik und Therapie von COVID-19 für die Bewältigung der Pandemie deutlich gemacht. Dennoch bedarf es weiterhin Anstrengungen der Gesundheitsforschung, um mit ihren Folgen, insbesondere mit den langfristigen Folgebeschwerden – Long-/Post-COVID bzw. ME/CFS (Myalgische Enzephalomyelitis/Chronisches Fatigue-Syndrom) als eine schwerwiegende Form postinfektiöser Syndrome –, wie Long-COVID umzugehen.

Bereits seit 2021 fördert die Bundesregierung Forschung zu Ursachen, Diagnostik und Therapien sowie zur Versorgung im Hinblick auf Long-/Post-COVID und ME/CFS und hat ihre Anstrengungen seitdem noch einmal verstärkt. Zum Beispiel wurde mit der Nationalen Klinischen Studiengruppe (NKSG) die Therapieforschung zu ME/CFS und dem Post-COVID-Syndrom verstärkt. Die Bundesregierung wird die Forschungsförderung zu Long-/Post-COVID und ME/CFS konsequent fortsetzen und Schwerpunkte auf die Versorgungsforschung, neue datengetriebene Ansätze sowie auf die Erforschung der Pathomechanismen von ME/CFS legen.

Um künftigen Pandemien vorzubeugen, müssen vermehrt Fragen der globalen Gesundheit, die Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen Menschen, Nutz- und Haustieren sowie den Ökosystemen ganzheitlich in den Blick genommen werden. Dafür steht der sogenannte One-Health-Ansatz für eine ganzheitliche Betrachtung der Gesundheit von Mensch, Tier und Umwelt. Besonders die COVID-19-Pandemie und der mutmaßliche Ursprung von SARS-CoV-2 in einem tierischen Wirt haben die Bedeutsamkeit dieses Ansatzes veranschaulicht.

Insbesondere der von der Bundesregierung geförderte Zusammenschluss der Universitätskliniken in Deutschland im Netzwerk Universitätsmedizin

(NUM) trägt entscheidend dazu bei, im Sinne einer „Pandemic Preparedness“ für zukünftige Gesundheitskrisen und Pandemien besser gewappnet zu sein. Auf dieses Ziel zahlt auch die fortwährende Unterstützung der internationalen Impfstoffinitiative *CEPI (Coalition for Epidemic Preparedness Innovations)* ein, für die Deutschland weltweit einer der größten Geldgeber ist. Die Prävention von Pandemien und globalen Gesundheitskrisen steht auch im Mittelpunkt der verstärkten Bemühungen bei der One-Health-Forschung. Dadurch soll das Verständnis zu Wechselwirkungen zwischen der Gesundheit von Mensch, Tier und Umwelt verbessert und inter- sowie transdisziplinär an Präventionsansätzen z. B. durch eine verbesserte Surveillance gearbeitet werden. Mit der *One Health Platform* sollen zudem national und international vorhandene Forschungskompetenzen und Förderinitiativen besser vernetzt und gebündelt werden. Darüber hinaus hat die Bundesregierung auch den Kampf gegen die sogenannte stille Pandemie der antimikrobiellen Resistenzen im Blick und unterstützt national und international entsprechende Forschungsprojekte und Initiativen.

Auch mit der *Förderung der Public Health-Forschung* wird die Perspektive vom Individuum geweitet und die Gesundheit einzelner Bevölkerungsgruppen bzw. der Bevölkerung als Ganzes erweitert. Maßgeblich sind dabei die Förderung der körperlichen, psychischen und sozialen Gesundheit, die Prävention von Krankheiten, die Gesundheitskompetenz und das Gesundheitsverhalten der Menschen. Die Ausrichtung der Public-Health-Forschung an aktuellen Zukunftsherausforderungen ist notwendig, um angesichts vielfältiger Krisen eine dauerhafte Verbesserung der deutschen Forschungslandschaft für Gesundheits- und Krisenvorsorge und -reaktion im Bereich der öffentlichen Gesundheit zu erreichen. Zusammen mit den Ländern hat die Bundesregierung 2023 die neue Förderphase der NAKO Gesundheitsstudie gestartet. Als große Längsschnitterhebung sollen Antworten auf Fragen im Zusammenhang mit der Entstehung von weit verbreiteten Volkskrankheiten wie den Herz-Kreislauf-Erkrankungen gewonnen werden. Insbesondere durch Projekte zur Erforschung und Verbesserung des wissenschaftlichen Vorgehens im Öffentlichen Gesundheitsdienst (ÖGD) wird darüber hinaus auch die Weiterentwicklung der Public-Health-Praxis vor Ort gezielt gefördert.

Die am meisten gefürchtete Volkskrankheit ist nach wie vor Krebs. Daher treibt die Nationale Dekade gegen Krebs die Krebsforschung in Deutschland gezielt voran, um zum einen die Translation zu beschleunigen, damit innovative Therapien möglichst schnell alle Patientinnen und Patienten erreichen. Zum anderen legt die Dekade einen bedeutsamen Schwerpunkt auf die Prävention und Früherkennung von Krebserkrankungen.

Aufgrund des demografischen Wandels erkranken mit zunehmender Tendenz Menschen an Demenz – gegenwärtig rund 1,7 Mio. Deshalb ist Forschung zur Verbesserung der Lebensqualität der Betroffenen und für bessere Präventions- und Therapiemöglichkeiten essenziell. Die *Nationale Demenzstrategie* möchte die Lebenssituation und Lebensqualität von Menschen mit Demenz langfristig und flächendeckend verbessern.

Forschung und Entwicklung digitaler Technologien, der Einsatz von KI sowie die Nutzung digitaler Gesundheitsdaten über Standorte, Disziplinen, Versorgungsbereiche und Ländergrenzen hinweg bergen erhebliche Chancen für die medizinische Forschung und für ein effizientes und leistungsstarkes Gesundheitswesen. Daher treibt die Bundesregierung die Digitalisierung in der medizinischen Forschung und Versorgung voran. Dabei misst sie dem Einsatz von KI und dem Zugang zu Gesundheitsdaten für Versorgung und Forschung eine zentrale Bedeutung bei. Dies wird z. B. auch in der *Digitalisierungsstrategie für das*



Gesundheitswesen und die Pflege deutlich. KI in der datenbasierten biomedizinischen Forschung ermöglicht die schnelle und intelligente Auswertung großer und möglichst repräsentativer Datenmengen und deren Anwendung auf medizinisch relevante Fragestellungen. Damit kann KI enorme Innovationspotenziale für die Medizin der Zukunft heben.

Mit dem European Health Data Space (EHDS) und dem *Gesundheitsdatennutzungsgesetz* sowie der Förderung der *Medizininformatik-Initiative (MII),* des NUM und des *Digitalen FortschrittsHubs Gesundheit* trägt die Bundesregierung entscheidend zum Aufbau einer dezentralen Forschungsdateninfrastruktur für Gesundheitsdaten bei. So dient das Forschungsdatenportal Gesundheit (FDPG) der *MII* seit 2023 als zentrale Anlaufstelle, über die Patientendaten und Bioproben der Universitätsmedizin für medizinische Forschungszwecke zugänglich gemacht werden können. Aktuelle Schwerpunkte der FuE-Förderung umfassen zudem die Nutzung KI-basierter Assistenzsysteme in Krankenhäusern sowie die Förderung von Computational Life Sciences – methodische Ansätze aus Bioinformatik, Modellierung und Simulation oder auch KI.

Im Rahmen der *Nationalen Strategie für Genommedizin (genomDE)* ist ab 2024 der Start des *Modellvorhabens Genomsequenzierung* zur bundesweit einheitlichen Diagnostik und Therapiefindung bei seltenen Erkrankungen und Krebs mittels Genomsequenzierung geplant. Durch die einwilligungsbasierte Nutzbarmachung der Daten soll auch die Forschung vorangebracht werden.

Über das Forschungsdatenzentrum (FDZ) Gesundheit beim Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) werden zudem ab Herbst 2024 Gesundheitsdaten von ca. 70 Mio. Versicherten aus dem System der gesetzlichen Krankenversicherung für Forschung und Innovation zur Verfügung stehen, ab Mitte 2025 auch Daten aus der elektronischen Patientenakte (ePA). Ein großer Fortschritt im Bereich der Digitalisierung der Versorgung wurde mit der verpflichtenden Nutzung des E-Rezeptes seit Anfang 2024 erreicht. Dies ermöglicht perspektivisch auch die Verfügbarkeit umfassender Daten für die Forschung.



↗ Weiterführende Verweise finden Sie unter ***BuFI-Online-Angebot: Linkportal***.

3.4 Technologisch souverän: Schlüsseltechnologien auf Augenhöhe mitgestalten



Projekt am Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz zur Digitalisierung von Baudienstleistungen und -prozessen mit Industrie-4.0 Technologien

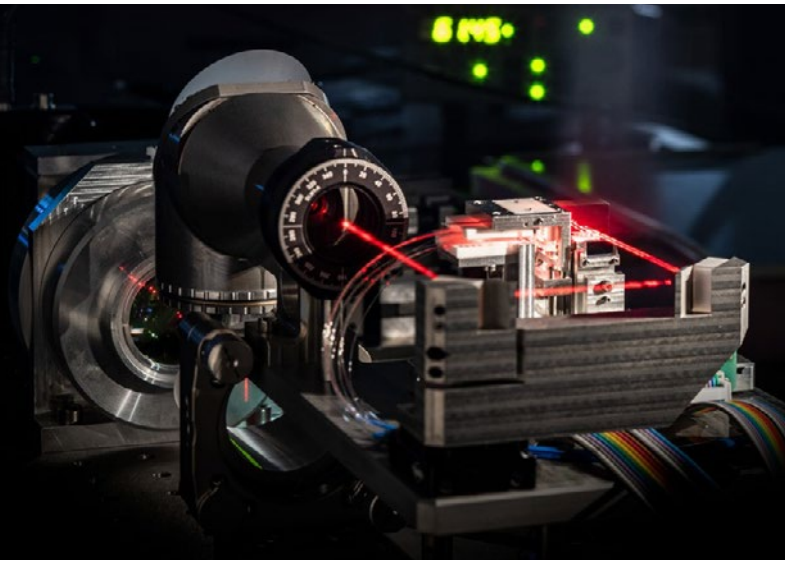
Zur Stärkung der digitalen und technologischen Souveränität setzt die Bundesregierung zielgerichtet auf die Förderung von Schlüsseltechnologien. Der intensive internationale Technologiewettbewerb hat sich verschärft und stellt Deutschland und seine europäischen Partner vor Herausforderungen in Bezug auf die technologische Souveränität Europas. Diese ist essenziell für die Zukunftsfähigkeit, die Sicherheit, die Freiheit und den Wohlstand Deutschlands und Europas. Die Entwicklung und selbstbestimmte Anwendung moderner Technologien ermöglicht Innovationen, sichert Wettbewerbsfähigkeit und Beschäftigung und leistet einen wichtigen Beitrag zur Bewältigung globaler Herausforderungen. Neben Quantentechnologien, Cloud- und Edge-Computing, verteilten Datenräumen, Mikroelektronik, Material- und Werkstofftechnologien, interaktiven Technologien und der Robotik eröffnet vor allem die verantwortungsvolle, menschenzentrierte und gemeinwohlorientierte Entwicklung und Anwendung von KI als Schlüsseltechnologie weitreichende Chancen, um das Leben vieler Menschen zu verbessern und ihre Sicherheit zu erhöhen, den Umwelt- und Klimaschutz voranzubringen und der Wirtschaft Wachstumsimpulse zu geben.

Daten erweisen sich zunehmend als die zentrale Ressource für die wissenschaftliche Erkenntnisgewinnung, für innovative Technologien, für kreislauforientierte Wertschöpfung und datengetriebene Geschäftsmodelle oder für die Verwendung in der öffentlichen Verwaltung. Sie sind die Grundlage für die Entwicklung von KI. Daher ist die Verfügbarkeit technischer Infrastrukturen, die die Zugänglichkeit, Portabilität und Interoperabilität von Forschungsdaten sicherstellen sowie eine rechtssichere und datenschutzkonforme Datennutzung und -weitergabe gewährleisten, entscheidend.

Die Bundesregierung hat mit der *Digitalstrategie* (2022) und der weiterentwickelten *Datenstrategie* (2023) strategische FuI-politische Leitlinien für die Digitalisierung und effektive Erhebung, souveräne und innovative Nutzung und Verwaltung von Daten festgelegt. Diese Aktivitäten bilden eine der Grundlagen für die Entwicklung Künstlicher Intelligenz deutscher bzw. europäischer Prägung, die die Bundesregierung mit der *Nationalen Strategie für Künstliche Intelligenz* sowie mit dem *KI-Aktionsplan* als zugehöriger Umsetzungsplanung für die Zuständigkeiten des BMBF vorantreibt.

Mit dem *KI-Aktionsplan* soll exzellente KI-Forschung in Deutschland weiter gestärkt und vernetzt werden, sodass der Einsatz von KI in sicht- und messbaren wirtschaftlichen Erfolgen einen konkreten, spürbaren Nutzen für die Gesellschaft hat. Dazu gehören auch der verstärkte europäische Schulterschluss und das Eintreten für die innovationsfreundliche und risikobasierte Ausgestaltung und Umsetzung des *Artificial Intelligence Act* der EU. Ziel ist es, eine Marke „KI Made in Germany" zu etablieren, die neue Technologien mit den Stärken des Forschungsstandortes Deutschland verbindet und auf einem stabilen europäischen Wertekanon basiert. Zum bereits etablierten KI-Ökosystem gehören insbesondere sechs KI-Kompetenzzentren, die Spitzenforschung im Bereich KI betreiben, sowie vier KI-Servicezentren, die Unternehmen Zugang zu Recheninfrastruktur und KI-Expertise anbieten und so den Transfer in die Praxis fördern. Diese werden flankiert von weiteren Aktivitäten mehrerer Bundesministerien zur Gewinnung von Fachkräften sowie themenspezifischen Fördermaßnahmen.

Mit dem *EU Chips Act* stärkt die EU die technologische Souveränität in der Mikroelektronik – insbesondere auch durch hohe Investitionen in Forschung und Innovation. Die Bundesregierung beteiligt sich an den maßgeblichen Initiativen, u. a. am Aufbau von Pilotlinien zur Stärkung des Transfers „from lab to fab". Über Mikroelektronik hinaus wird zudem die Entwicklung von Quanten-Chips in den Blick genommen.



Laserbasierte Adressieroptik für einen optischen Quantencomputer vom Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik (IOF) in Jena

Mit dem Ziel der Schaffung sicherer, widerstandsfähiger Systeme für eine cyberresiliente Gesellschaft baut die Bundesregierung die Förderung der Cybersicherheitsforschung auf der Grundlage der *Cybersicherheitsstrategie* weiter aus. Der FuI-politische Rahmen wird durch das *Forschungsrahmenprogramm zur IT-Sicherheit Digital. Sicher. Souverän.* sowie durch die *Agenda Cybersicherheitsforschung* gesetzt und mit Maßnahmen unterlegt.

Mit dem Nationalen Koordinierungszentrum für Cybersicherheit stärkt die Bundesregierung die nationale und europäische Koordination zu Forschung, Entwicklung und Innovation im Bereich der Cybersicherheit sowie den Aufbau einer nationalen Cybersicherheits-Community.

Während der Ausbau des 5G-Mobilfunkstandards in die Breite weiter vorangetrieben wird, nehmen Forschung und Entwicklung bereits die Zukunftstechnologie 6G in den Blick. Dazu tragen die Förderinitiativen der Bundesregierung, wie die *Leitinitiative Hyperkonnektivität* und die *6G-Forschungsinitiative*, bei. Einen wichtigen Teil der strukturbildenden Maßnahmen stellen der Aufbau von vier Hubs zur Erforschung der 6G-Technologie sowie die breit angelegte Förderung von industriegeführten Verbundforschungsprojekten dar.

Übergreifendes Ziel der Forschungsförderung im Bereich Cybersicherheit und Kommunikationstechnologien ist es, dass Deutschland die hypervernetzte digitale Welt von morgen nach freiheitlich-demokratischen Wertvorstellungen mitgestaltet sowie dass durch grundlegende und disruptive Innovationen eine höhere technologische Souveränität, Sicherheit, Resilienz und Nachhaltigkeit erreicht werden kann.

Quantentechnologien sind ein weiteres Zukunftsfeld mit disruptivem Potenzial für Wirtschaft und Gesellschaft. Auf der Basis einer hervorragenden Forschungslandschaft und exzellenter Forschungsinfrastrukturen hat Deutschland hier die Chance, sich in eine weltweite Spitzenposition zu bringen.

Mit ihrem 2023 verabschiedeten *Handlungskonzept Quantentechnologien* hat die Bundesregierung den strategischen Rahmen dafür geschaffen, die souveräne Entwicklung von Quantencomputern, Quantensensorik und quantenbasierter Bildgebung sowie

Basistechnologien für Quantentechnologien voranzutreiben. Ein Schwerpunkt sind Quantencomputer-Demonstrationsaufbauten für erste Anwendungen in den Bereichen Simulation, Optimierung und maschinelles Lernen bzw. KI. Da Quantentechnologien noch am Anfang der Technologieentwicklung stehen, besteht das Potenzial, künftige Anwendungsfelder und Märkte maßgeblich mitzugestalten. Vor diesem Hintergrund wurden 2023 neue Initiativen zur Hardware- und Software-Entwicklung von Quantencomputern, zu Materialien und Prozessen für Quantentechnologien und Photonik und zu ersten Anwendungen dieser Zukunftstechnologien für die ökologische Nachhaltigkeit gestartet.

Im Rahmen der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland fördert die Bundesregierung den Aufbau eines Moduls für Quanten- und neuromorphes Computing, um die Forschung und technologische Entwicklung und den Transfer in die industrielle Anwendung zu beschleunigen.

Robotik, insbesondere KI-basierte Robotik, besitzt eine enorme Anwendungsbreite und somit große Innovationspotenziale. Daher richtet die Bundesregierung die Robotikforschung strategisch auf die anwendungsorientierte Technologienutzung aus und stärkt mit dem Ende 2023 vorgelegten *Aktionsplan Robotikforschung* das nationale Robotik-Ökosystem in den Bereichen Forschung und Fachkräfte. Strukturbildend wird die Bundesregierung das *Robotics Institute Germany* aufbauen, um die Vernetzung der Spitzenforschung in Deutschland und die Talentförderung von führenden Robotik-Standorten strategisch zu stärken.

3.5 Raumfahrt stärken, Weltraum und Meere erforschen und nachhaltig nutzen



International Satellite Station Facility des Earth Observation Center im Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Inuvik, Kanada

Die Erforschung des Universums vermittelt grundlegende Erkenntnisse über den Ursprung und die Entwicklung des Kosmos und unseres Planeten. Die naturwissenschaftliche Grundlagenforschung und deren Forschungsinfrastrukturen bilden dabei das Fundament für zukünftige Technologien und fungieren als Impulsgeber für Innovationen. Durch neuartige technologische Möglichkeiten rückt die operative Nutzung des Weltraums, insbesondere für Erd- und Klimabeobachtung, Navigation sowie Kommunikation, in den strategischen Fokus zur Sicherung der Souveränität Deutschlands und Europas. Zudem ist die Raumfahrt zunehmend stark von einer privatwirtschaftlich betriebenen Raumfahrtwirtschaft (New Space) mit einer wachsenden Anzahl kommerzieller Satelliten und Akteure geprägt. Dadurch bieten sich neue Marktmöglichkeiten, insbesondere für Start-ups und KMU. Aber auch die Notwendigkeit einer nachhaltigen, regelbasierten Nutzung des Weltraums gewinnt zunehmend an Relevanz.

Als Grundlage der deutschen Raumfahrtaktivitäten der nächsten Dekade hat die Bundesregierung 2023 eine neue *Raumfahrtstrategie* verabschiedet. Damit trägt sie sowohl der gestiegenen Relevanz der Raumfahrt für die Wissenschaft, für die staatliche Handlungsfähigkeit und für die technologische Souveränität als auch der Raumfahrt als wirtschaftlichem Wachstumsmarkt Rechnung. Um die Entwicklung eines kommerziellen und kostengünstigen Zugangs zum Weltraum und damit verbundene tragfähige Geschäftsmodelle voranzubringen, unterstützt die Bundesregierung im Rahmen des *Mikrolauncher-Wettbewerbs* zwei Start-ups dabei, ein Trägersystem für kleine Nutzlasten wie Minisatelliten zu entwickeln. Zudem sind Investitionen vor allem in den Bereichen Erdbeobachtung, Satellitenkommunikation, Sicherheit der Raumfahrt, Raumfahrtinfrastrukturen und Erforschung des Weltraums geplant.

2024 wird die Bundesregierung den Beitrittsprozess zum Square Kilometre Array Observatory (SKAO) abschließen. Damit wird der deutschen Radioastronomie ermöglicht, einen großen Schritt auf dem Weg zur Entschlüsselung der Dunklen Materie zu machen. Mit dem 2023 begonnenen Aufbau des Deutschen Zentrums für Astrophysik (DZA), welches die Bundesregierung zusammen mit dem Freistaat Sachsen auf den Weg gebracht hat, wird zudem strukturstärkend die Grundlagenforschung ausgebaut. Ziel

ist es, Technologieentwicklung, Datenexpertise und astrophysikalische Forschung in einem Forschungszentrum zu bündeln.

Zur weiteren Erforschung des Universums und seiner fundamentalen Kräfte wird die Bundesregierung Forschungsinfrastrukturen der naturwissenschaftlichen Grundlagenforschung national wie international strategisch weiter ausbauen und ihre Beteiligungen vertiefen. Das Rahmenprogramm *Erforschung von Universum und Materie (ErUM)* bildet hierfür die strategische Grundlage. Die Aktionspläne *ErUM-Pro (Projektförderung zur Vernetzung von Hochschulen, Forschungsinfrastrukturen und Gesellschaft), ErUM-Data (Von Big Data zu Smart Data)* und *ErUM-Transfer (Innovationen aus der Grundlagenforschung)* dienen der Ausgestaltung konkreter Maßnahmen zum Erreichen der Ziele des Rahmenprogramms.

Auch als Schlüsselinstrumente für die staatliche Handlungsfähigkeit und die technologische Souveränität Deutschlands und Europas wird die Bundesregierung die Entwicklung von zukunftsweisenden Raumfahrttechnologien weiter vorantreiben. Dazu gehören die Fähigkeiten, Satelliten ins All zu bringen, Satellitenkommunikation sicherzustellen oder sich ein aktuelles Weltraumlagebild zu verschaffen. Dazu wird Deutschland noch stärker in Europa und international kooperieren und durch nationale Aktivitäten die Beitrags- und Partnerschaftsfähigkeit sicherstellen. Zudem wird die Bundesregierung die Entwicklung privatwirtschaftlicher Raumfahrtanwendungen und die langfristige Nutzung des Weltraums in den Mittelpunkt stellen.

Die Ozeane und Meere bedecken mehr als zwei Drittel der Erdoberfläche. Als größtes, zusammenhängendes Ökosystem der Erde bieten sie eine einzigartige biologische Vielfalt. Sie sind entscheidend für den globalen Kohlenstoffhaushalt und das Klima. Ihnen kommt durch Fischerei, Ressourcen- und Energiegewinnung sowie als Verkehrsweg für die Seeschifffahrt immense sozioökonomische Bedeutung zu. Jedoch belasten Überfischung, Umweltverschmutzung und -zerstörung sowie der Klimawandel Ozeane und Meere stark. Daher hat sich die Europäische Union mit der Mission „Gesunde Ozeane, Meere, Küsten- und Binnengewässer“ bis 2030 ihre Erforschung, ihren Schutz und ihre Wiederbelebung zur Aufgabe gemacht. Insbesondere die Meeresforschung trägt dazu bei, ökologische Zusammenhänge in Meeresökosystemen besser zu verstehen, die Folgen des menschlichen Handelns besser abschätzen zu können und innovative Lösungen zum Schutz und zur nachhaltigen Nutzung der Meere aufzuzeigen.



Ferngesteuertes Unterwasserfahrzeug

Mit der Ernennung eines Meeresbeauftragten im Jahr 2022 und der Erarbeitung einer Meeresstrategie bis 2025 bringt die Bundesregierung den Schutz der Meere sektorübergreifend voran. Forschung zu Fragen der Wirksamkeit von Maßnahmen und der Wissenstransfer aus der Forschung in Gesellschaft und Politik sind dafür wichtige Beiträge.

Zur Stärkung der deutschen Küsten-, Meeres- und Polarforschung haben die Bundesregierung sowie die Länder Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen und Schleswig-Holstein ihre Kräfte unter dem Dach der *Deutschen Allianz Meeresforschung (DAM)* gebündelt. Im Mittelpunkt des *DAM*-Ansatzes stehen langfristige, wirkungs- und anwendungsorientierte Forschungsmissionen. Neben zwei seit 2021 laufenden und 2024 fortgesetzten *DAM*-Forschungsmissionen zum Schutz und zur nachhaltigen Nutzung der Meere sowie zur Erforschung ihrer Funktion als Kohlenstoffspeicher ist Anfang 2024 eine dritte Forschungsmission zum Thema Risikomanagement im Bereich mariner Extremereignisse und Naturgefahren gestartet. Die Forschungsmissionen leisten einen Beitrag zur Umsetzung des Forschungsprogramms der Bundesregierung *MARE:N – Küsten-, Meeres- und Polarforschung für Nachhaltigkeit.*

Um die Meeres- und Polarforschung zukunftsgerecht aufzustellen, plant die Bundesregierung die perspektivische Erneuerung der deutschen Forschungsschiffflotte. Mit der „Meteor IV“ befindet sich das Nachfolgeschiff für die Forschungsschiffe „FS Poseidon“ und „FS Meteor“ im Bau. Der Neubau eines Nachfolgeschiffs für den Eisbrecher „FS Polarstern“ ist europaweit ausgeschrieben.



↗ Eine umfassende Darstellung der FuI-Politik der Länder und statistische Daten auf Länderebene finden Sie im ***BuFI-Online-Angebot***.



Arbeiten an Sedimentkernen auf dem Forschungsschiff „Maria S. Merian“

3.6 Gesellschaftliche Resilienz, Vielfalt und Zusammenhalt stärken

Sich häufende gesellschaftspolitische Krisen, ein sich verschärfender Systemwettbewerb sowie gesellschaftsspaltende und antidemokratische Tendenzen stellen Herausforderungen für die freiheitlich-demokratische Grundordnung sowie den gesellschaftlichen Frieden dar. FuI können einen Beitrag zu gleichwertigen Lebensverhältnissen in allen Regionen Deutschlands leisten, um bestehende Disparitäten abzubauen, resiliente Regionen, gute Entwicklungs- und faire Teilhabechancen unabhängig vom Wohnort zu erreichen und gesellschaftlichen Zusammenhalt zu stärken sowie Freiheit und Sicherheit für alle Menschen zu gewährleisten – dies unterstreicht die *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation.*

Die Bundesregierung verfolgt den Ansatz eines breiten Innovationsverständnisses, das technologische und Soziale Innovationen gleichermaßen beinhaltet. Soziale Innovationen haben das Potenzial, Antworten auf wichtige und aktuelle Fragen unserer Zeit zu geben und den gesellschaftlichen Zusammenhalt und Teilhabe zu stärken. Denn neue soziale Praktiken und Organisationsmodelle bieten die Chance vielfältiger Teilhabemöglichkeiten. Sie besitzen das Potenzial, die notwendigen Transformationen sozialverträglicher zu gestalten. Darauf hat die EFI mehrfach in ihren Gutachten hingewiesen und den Sozialen Innovationen 2024 als Kernthema besondere Aufmerksamkeit gewidmet, nicht ohne darauf hinzuweisen, dass die, als Grundlage für eine evidenzbasierte FuI-Politik notwendige Wirkungsmessung auch bei Sozialen Innovationen Herausforderungen mit sich bringt.

2023 hat die Bundesregierung daher eine *Nationale Strategie für Soziale Innovationen und Gemeinwohlorientierte Unternehmen* beschlossen, um strukturelle Hindernisse abzubauen, Rahmenbedingungen zu verbessern und die Innovationsförderung entsprechend auszurichten. Diese ist an den gesellschaftlichen Bedürfnissen ausgerichtet und soll zur Stärkung von Diversität, Partizipation und Nachhaltigkeit beitragen.

Mit dem Programm *REACT with impact – Förderung des Sozialunternehmertums* wurden z. B. die Stabilisierung und Professionalisierung gemeinwohlorientierter KMU und die Steigerung der Attraktivität von gemeinwohlorientierten Start-ups für Investorinnen und Investoren unterstützt. Im Sommer 2024 soll ein Nachfolgeprogramm starten. Die 2023 gestartete *Plattform für Soziale Innovationen* soll zudem die Vernetzung, Information und Befähigung zu Sozialen Innovationen stärken. Darüber hinaus sollen mit der ressortübergreifenden Initiative *Civic Coding – Innovationsnetz KI für das Gemeinwohl* Strukturen geschaffen werden, die die Entstehung Sozialer Innovationen aus der Mitte der Gesellschaft und die gesellschaftliche Aneignung von KI auf breiter Basis befördern.

Um die Umsetzung der *Nationalen Strategie für Soziale Innovationen und Gemeinwohlorientierte Unternehmen* voranzutreiben, wird die Bundesregierung den sektorübergreifenden Austausch mit der Zivilgesellschaft, Wissenschaft, der Wirtschaft sowie dem Kapitalmarkt stärken. Die Strategie bindet relevante Stakeholder ein und bündelt Kompetenzen und Expertise. Zudem werden Fortschritte und Erfolge der Strategie erfasst und durch eine umfassende Indikatorik begleitet.

Die Bereitstellung von Orientierungs-, Entscheidungs- und Handlungswissen, die Schaffung von Freiräumen für unkonventionelle Forschungsfragen, der Aufbau von Forschungsdateninfrastrukturen – mit diesen Schwerpunkten stärkt die Bundesregierung Geistes-, Kultur- und Sozialwissenschaften darin, Beiträge zu einer lebenswerten sowie transformations- und innovationsfähigen Gesellschaft zu liefern. Auch als Antwort auf die rassistischen, antisemitischen und antiziganistischen Vorfälle und Straftaten der Vergangenheit hat die Bundesregierung die Förderung der Rassismus-, Rechtsextremismus-, Antisemitismus- und Antiziganismusforschung ausgebaut. Damit sich Forschung, Entwicklung und Innovation am Nutzen für alle Menschen orientieren – unabhängig von Geschlecht, Alter oder weiteren Vielfältigkeitsaspekten –, setzt sich die Bundesregierung mit der Richtlinie *Geschlechteraspekte im Blick* dafür ein, die strukturelle Verankerung von Geschlechteraspekten in und für exzellente Forschung in allen Fachgebieten voranzutreiben.

Wissenschaftskommunikation und ein aktiver Austausch mit der Gesellschaft bereichern den evidenzbasierten gesellschaftlichen Diskurs. Die Beteiligung der Gesellschaft trägt zudem dazu bei, praxisnahe und gesellschaftlich tragfähige Lösungsansätze zu erarbeiten und damit den Impact von Wissenschaft zu erhöhen. Erkenntnisse aus der Wissenschaft sind für Politik und Gesellschaft wichtig, um gute Entscheidungen treffen zu können.

Um den Dialog zwischen Wissenschaft und Gesellschaft zu intensivieren, sodass wissenschaftliche Erkenntnisse dazu beitragen können, die gesellschaftlichen Herausforderungen zu meistern, stärkt die Bundesregierung die Wissenschaftskommunikation und hat dafür die partizipative Diskursplattform *#FactoryWisskomm* etabliert. Damit hat sie gute Rahmenbedingungen für wirksame und verantwortungsbewusste Wissenschaftskommunikation geschaffen. Zudem konnten dadurch Handlungsempfehlungen entwickelt und neue Themen identifiziert werden.

Im Rahmen des *Wissenschaftsjahres 2024 – Freiheit* macht die Bundesregierung die Wissenschaft und Forschung zum Thema Freiheit sichtbar und lädt die breite Bevölkerung dazu ein, über das Thema Freiheit zu diskutieren und konstruktiv zu streiten. Im Mittelpunkt vielfältiger Formate, Veranstaltungen und Einzelinitiativen stehen Fragen zur Resilienz unserer Demokratie angesichts der multiplen Krisen der Gegenwart und zur Bewahrung der Freiheit zukünftiger Generationen.

Damit die Menschen in Deutschland noch besser auf die Krisen von morgen vorbereitet sind, setzt die Bundesregierung mit dem im Januar 2024 veröffentlichten neuen Rahmenprogramm *Forschung für die zivile Sicherheit – gemeinsam für ein sicheres Leben in einer resilienten Gesellschaft* mit einer Laufzeit von 2024 bis 2029 ihr Engagement im Bereich der Sicherheitsforschung fort. Im Mittelpunkt stehen der gezielte Transfer innovativer Lösungen für den Bevölkerungsschutz im Krisen- und Katastrophenfall, das Erkennen und Bewältigen hybrider Bedrohungen, die Versorgung der Bevölkerung, insbesondere die Eigenversorgung, sowie das Erkennen, Verstehen und Bekämpfen von Kriminalitäts- und Radikalisierungsphänomenen. Dafür soll ein Innovationslabor Sicherheitsforschung geschaffen werden.



Literaturrecherche in der Bibliothek des BICC – Bonn International Centre for Conflict Studies

II Das deutsche Forschungs- und Innovationssystem

1 Akteure des Forschungs- und Innovationssystems 47
2 Förderinstrumente des Bundes 63
3 Kennzahlen zu Forschung und Entwicklung 68



Arbeiten an der Nanopartikelsyntheseanlage des Instituts für Umwelt & Energie, Technik & Analytik

1 Akteure des Forschungs- und Innovationssystems

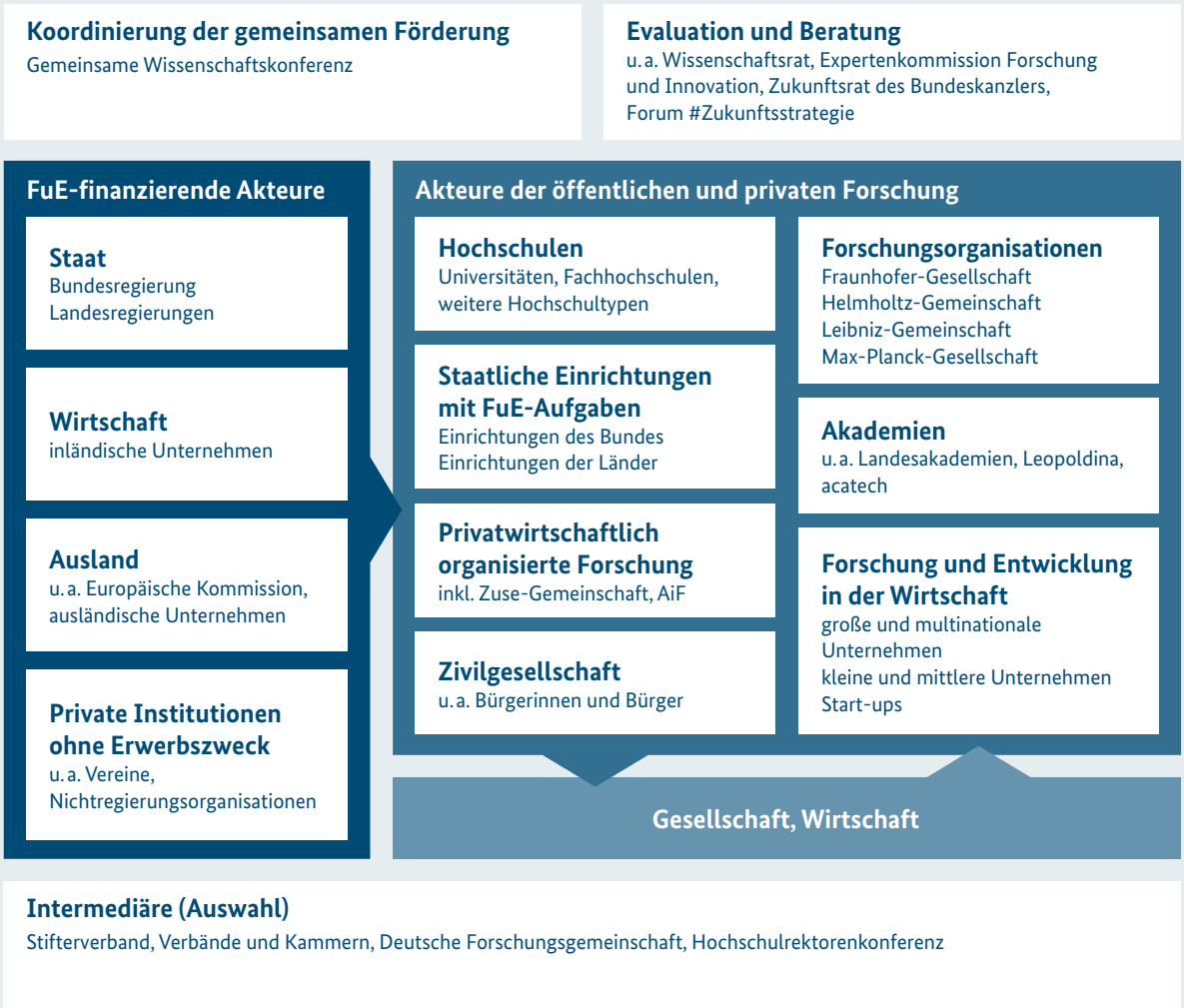
Deutschland zählt zu den forschungsstärksten und innovativsten Volkswirtschaften weltweit. Die Grundlage dafür bildet ein leistungsfähiges Forschungs- und Innovationssystem, in dem Akteure und Förderinstrumentarien aufeinander abgestimmt zusammenwirken. Über Forschungsdisziplinen hinweg wird so Grundlagenforschung mit angewandter Forschung und Technologieentwicklung verknüpft.

Die Struktur des deutschen **Forschungs- und Innovationssystems (FuI-System)** ↗ ist beeinflusst durch die Größe und Ausrichtung der Volkswirtschaft, den föderalen Staatsaufbau sowie die Aktivitäten und das Zusammenwirken der unterschiedlichen Institutionen. **Forschung und Entwicklung (FuE)** ↗ finden überwiegend in privaten Unternehmen statt, werden aber auch in einer Vielzahl öffentlicher und privater Institutionen betrieben. Finanzierende Akteure sind vorrangig die Wirtschaft sowie die Bundesregierung, die 16 Landesregierungen und die Europäische Kommission. Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen und Ressortforschungseinrichtungen von Bund und Ländern sind tragende Säulen der öffentlich finanzierten Forschung in Deutschland. Darüber hinaus übernehmen verschiedene Gremien und Intermediäre, etwa die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) sowie Stiftungen und Förderwerke, wichtige Rollen in der Forschungsförderung (→ **Abb. II-1**).



↗ Eine interaktive Darstellung des deutschen FuI-Systems mit vielen Zusatzinformationen finden Sie im ***BuFI-Online-Angebot***.

Abb. II-1: Akteure des deutschen Forschungs- und Innovationssystems



1.1 Bund und Länder



Sichtprüfung einer Präzisionsbeschichtung am Fraunhofer-Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP

Die öffentliche Förderung von Wissenschaft, Forschung und Lehre tragen im Wesentlichen Bund und Länder. Das Grundgesetz bestimmt dabei die Aufgabenverteilung. Dieser Rechtsrahmen wird konkretisiert durch die Bundeshaushaltsordnung, die entsprechenden landesrechtlichen Bestimmungen sowie den europäischen Unionsrahmen für staatliche Beihilfen zur Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation. Außerdem sind in dieser Reihe noch das europäische Beihilferecht und insbesondere der Abschnitt 4 „Beihilfen für Forschung und Entwicklung und Innovation“ der Allgemeinen Gruppenfreistellungsverordnung der EU zu nennen.

Für eine zielgerichtete Forschungsförderung stehen unterschiedliche Förderinstrumente zur Verfügung. Die von Bund und Ländern finanzierte mittel- und langfristig angelegte institutionelle Förderung umfasst das gesamte Aufgabenspektrum: Grundlagenforschung und anwendungsorientierte Forschung, Forschungsinfrastrukturen und die strategische Ausrichtung der deutschen Forschungslandschaft. Die Projektförderung von Bund und Ländern unterstützt zeitlich befristete FuI-Vorhaben (→ **II 2 Förderinstrumente des Bundes**).

Bund und Länder wirken bei der staatlichen Forschungsförderung gemäß Art. 91b Abs. 1 GG zusammen. Beispielhaft für die Zusammenarbeit ist der *Pakt für Forschung und Innovation (PFI)* oder auch die Förderung von Forschungsbauten an deutschen Hochschulen.

Die auf Grundlage von Art. 91b Abs. 1 GG errichtete Gemeinsame Wissenschaftskonferenz von Bund und Ländern (GWK) entscheidet über gemeinsame Förderungen und dient auch dem gegenseitigen Austausch. In der GWK sind die jeweiligen Ministerinnen und Minister für Wissenschaft sowie für die Finanzen von Bund und Ländern mit gleichem Stimmenanteil vertreten. Die GWK behandelt alle Fragen der Förderung von Wissenschaft, Forschung und Lehre, der wissenschafts- und forschungspolitischen Strategien und des Wissenschaftssystems, sofern diese Bund und Länder gemeinsam berühren. Die GWK entscheidet insbesondere über die gemeinsame Wissenschaftsförderung in Fällen von überregionaler Bedeutung. Dies beinhaltet u. a. die Bund-Länder-Pakte wie z. B. die *Exzellenzstrategie* oder auch die Finanzierung von Forschungsinfrastrukturen und Großgeräten an Hochschulen (→ **V Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern**).

Beratende Gremien füllen eine Mittlerrolle zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft aus. Der Wissenschaftsrat (WR) berät die Bundesregierung und die Regierungen der Länder zu Fragen der inhaltlichen und strukturellen Entwicklung von Wissenschaft und Forschung und des Hochschulbereichs. Der WR setzt sich aus von den Wissenschaftsorganisationen vorgeschlagenen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern sowie Persönlichkeiten des öffentlichen Lebens, die der Bundespräsident beruft, sowie Vertreterinnen und Vertretern von Bund und Ländern zusammen. Der WR verantwortete z. B. das wissenschaftsgeleitete Bewertungsverfahren für die Nationale Roadmap für Forschungsinfrastrukturen. Diese dient als strategisches Instrument zur forschungspolitischen Priorisierung künftiger, langfristiger Investitionen in Forschungsinfrastrukturen (→ **Infobox: Forschungsinfrastrukturen** und → **III 1.2 Wissenschaftliche Forschungsinfrastrukturen**). Des Weiteren führt der WR regelmäßig institutionelle Evaluationen der Einrichtungen des Bundes mit Ressortforschungsaufgaben durch.

Die Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) bündelt in ihren jährlichen Gutachten den interdisziplinären Diskurs zur Innovationsforschung. Sie berät die Bundesregierung u. a. zum aktuellen Stand und den Perspektiven des deutschen FuI-Systems sowie zu ausgewählten Schwerpunktfragen. Die EFI ist zudem mit der Aufgabe betraut, Handlungsempfehlungen zur Weiterentwicklung des FuI-Systems zu erarbeiten. Der Zukunftsrat des Bundeskanzlers nimmt seinerseits neue Entwicklungen, Erkenntnisse und Trends im Innovationskreislauf in den Blick und erarbeitet Vorschläge zur Stärkung der Resilienz und technologischen Souveränität bei Schlüsseltechnologien und in der Digitalisierung. Die Umsetzung und Weiterentwicklung der FuI-Politik der Bundesregierung, insbesondere die Umsetzung der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation,* wird durch das Forum #Zukunftsstrategie beraten.

Weitere Informationen im Internet:

- Gemeinsame Wissenschaftskonferenz (GWK)
- Wissenschaftsrat (WR)
- Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI)
- Zukunftsrat des Bundeskanzlers
- Zukunftsstrategie Forschung und Innovation
- European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI)

Forschungsinfrastrukturen

Großgeräte wie Teilchenbeschleuniger, Teleskopanlagen, Forschungsschiffe und Satelliten zählen ebenso wie Dateninfrastrukturen, sozialwissenschaftliche und medizinische Längsschnittstudien sowie wissenschaftliche Sammlungen zu den Forschungsinfrastrukturen. Diese bilden einen wesentlichen Bestandteil des deutschen FuI-Systems und spielen eine Schlüsselrolle für die Leistungsfähigkeit, Innovationskraft und internationale Wettbewerbsfähigkeit des Wissenschafts- und Wirtschaftsstandorts Deutschland.

Seit 2019 werden im Rahmen der Nationalen Roadmap für Forschungsinfrastrukturen Vorhaben gefördert, die zur Lösung zukunftsrelevanter und gesellschaftlich wichtiger Fragestellungen in der Klimaforschung, der Medizin und der Materialforschung beitragen. Mit dieser Weichenstellung wurde eine höhere Planungssicherheit erreicht und die strategische Ausrichtung von Forschung und Forschungsförderung gestärkt. Die strategische Abstimmung auf europäischer Ebene erfolgt im Europäischen Strategieforum für Forschungsinfrastrukturen (engl. European Strategy Forum on Research Infrastructures; ESFRI), in dem europaweite Aktivitäten auf dem Gebiet der Forschungsinfrastrukturen koordiniert und gebündelt werden (→ **III 1.2 Wissenschaftliche Forschungsinfrastrukturen**).

1.2 Hochschulen

Die ausdifferenzierte Hochschullandschaft ist ein zentrales Element des deutschen FuI-Systems. Mehr als 400 Hochschulen – darunter 120 Universitäten, 57 Künstlerische Hochschulen, 245 Hochschulen für Angewandte Wissenschaften/Fachhochschulen (Stand 2023) – vereinen akademische Breitenausbildung mit Spitzenforschung und qualifizieren den wissenschaftlichen Nachwuchs. Das Spektrum ihrer Forschung reicht von der Grundlagenforschung bis zur anwendungsorientierten FuE für die Wirtschaft.

Zu den Hochschulen in Deutschland zählen alle staatlichen und staatlich anerkannten privaten und kirchlichen Universitäten und Fachhochschulen. Sie verbinden thematisch, disziplinär und methodisch vielfältige Forschung mit wissenschaftlicher Lehre und der Qualifizierung der Studierenden. Vor allem den Universitäten kommt die Aufgabe zu, den wissenschaftlichen Nachwuchs weiter zu qualifizieren und zu fördern. Darüber hinaus setzen die Länder immer mehr ein eigenständiges Promotionsrecht für Hochschulen für Angewandte Wissenschaften um. Neben Universitäten spielen auch Hochschulen für Angewandte Wissenschaften/Fachhochschulen in der anwendungsorientierten FuE eine bedeutsame Rolle. Als Bindeglieder zwischen Wissenschaft und Wirtschaft sowie als prädestinierte Partner vor allem der kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) auf regionaler Ebene tragen sie entscheidend zur Innovationsfähigkeit der deutschen Wirtschaft bei (**III 2.5 Transfer und Gründungen aus Wissenschaft und Forschung**).

FuE-Aktivitäten an Hochschulen finden oft im Rahmen von Kooperationen statt. Diese vernetzen die verschiedenen Wissenschaftsakteure und fördern damit den Transfer von Ideen, Wissen und Technologien sowohl zwischen den Universitäten und Fachhochschulen als auch mit außerhochschulischen Forschungseinrichtungen, Wirtschaft und Gesellschaft. Zu diesen Kooperationen gehören z. B. Verbundprojekte und DFG-geförderte Sonderforschungsbereiche. Darüber hinaus existieren an Hochschulen sogenannte An-Institute. Dabei handelt es sich um rechtlich selbstständige Einrichtungen, die zwar organisatorisch, personell und räumlich mit Hochschulen verflochten, aber nicht deren integraler Bestandteil sind. Das deutsche Hochschulsystem fällt im Wesentlichen in die Zuständigkeit der Länder und wird durch deren Hochschulgesetze geregelt. Im Rahmen von Bund-Länder-Vereinbarungen auf der Grundlage von Art. 91b GG, wie dem *Zukunftsvertrag Studium und Lehre stärken,* der *Innovation in der Hochschullehre,* dem *Tenure-Track-Programm* und dem *Professorinnenprogramm,* können Bund und Länder bei der Förderung von Wissenschaft, Forschung und Lehre in Fällen überregionaler Bedeutung kooperieren (**V Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern**). Die von Bund und Ländern bereitgestellten Mittel für den *Zukunftsvertrag Studium und Lehre stärken* werden nach einem Beschluss der GWK im November 2022 im Verlauf der folgenden fünf Jahre jährlich erhöht (2023 bis 2027). Durch diese Dynamisierung des Zukunftsvertrags stehen den Hochschulen bis einschließlich 2027 zusätzlich rund 676 Mio. Euro für die Förderung von Studium und Lehre zur Verfügung.



↗ Eine Darstellung aller Hochschulen mit Standort finden Sie im ***BuFI-Online-Angebot***.

Die Hochschulrektorenkonferenz (HRK) ist der freiwillige Zusammenschluss der staatlichen und staatlich anerkannten Hochschulen in Deutschland und listet aktuell 271 Mitgliedshochschulen (von 422 Hochschulen insgesamt) auf, an denen 90 % aller Studierenden in Deutschland immatrikuliert sind. Die HRK befasst sich mit allen Themenfeldern, die die Rolle und die Aufgaben der Hochschulen in Wissenschaft und Gesellschaft betreffen und ist das zentrale Forum für den gemeinsamen Meinungsbildungsprozess der Hochschulen. Sie ist Mitglied in der Allianz der Wissenschaftsorganisationen.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Hochschulrektorenkonferenz (HRK)
↗ Hochschulkompass – Hochschulen in Deutschland
↗ Gemeinsame Wissenschaftskonferenz (GWK) – Förderung von Hochschulen

1.3 Außeruniversitäre Forschungseinrichtungen

Die außeruniversitären Forschungseinrichtungen bilden im internationalen Vergleich eine Besonderheit des deutschen FuI-Systems. Sie werden größtenteils gemeinsam von Bund und Ländern finanziert und verfügen über teilweise international einzigartige Forschungsinfrastrukturen und Großgeräte. Als Grundpfeiler der öffentlichen Forschung decken sie das gesamte Spektrum von exzellenter Grundlagenforschung bis hin zur gesellschaftsrelevanten und anwendungsorientierten Forschung ab.

Zu den außeruniversitären Forschungseinrichtungen zählen vor allem die Einrichtungen der vier großen Forschungsorganisationen: Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V. (Fraunhofer), Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e. V. (HGF), Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz e. V. (Leibniz-Gemeinschaft) und Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e. V. (MPG) (für eine Übersichtskarte aller außeruniversitären Forschungseinrichtungen **Abb. II-3**).



Eine Darstellung aller außeruniversitären Forschungseinrichtungen und deren Forschungsprofil finden Sie im ***BuFI-Online-Angebot***.

Die Gruppe der außeruniversitären Forschungseinrichtungen umfasst weiterhin die Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina – Nationale Akademie der Wissenschaften, die Deutsche Akademie für Technikwissenschaften (acatech) sowie die acht Akademien der Wissenschaften der Länder. Aus öffentlichen Mitteln werden zudem Einrichtungen wie die Max Weber Stiftung, das Wissenschaftskolleg zu Berlin und das Futurium finanziert. Zudem befinden sich die beiden Großforschungszentren Center for the Transformation of Chemistry (CTC) und das Deutsche Zentrum für Astrophysik (DZA) im Aufbau.

Abb. II-3 zeigt die Verteilung der Standorte der zu den vier Forschungsorganisationen (Fraunhofer, HGF, Leibniz-Gemeinschaft und MPG) zählenden Einrichtungen und der Akademien.

Abb. II-2: Außeruniversitäre Forschungsorganisationen in Deutschland

Fraunhofer-Gesellschaft

- Anwendungsorientierte Forschung
- Forschungsfelder Gesundheit, Sicherheit, Produktion, Kommunikation, Mobilität und Energie
- Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter: 30.000

Helmholtz-Gemeinschaft

- Strategisch-programmatisch ausgerichtete Spitzenforschung
- Energie, Erde und Umwelt, Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr, Materie, Gesundheit sowie Information
- Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter: 44.000

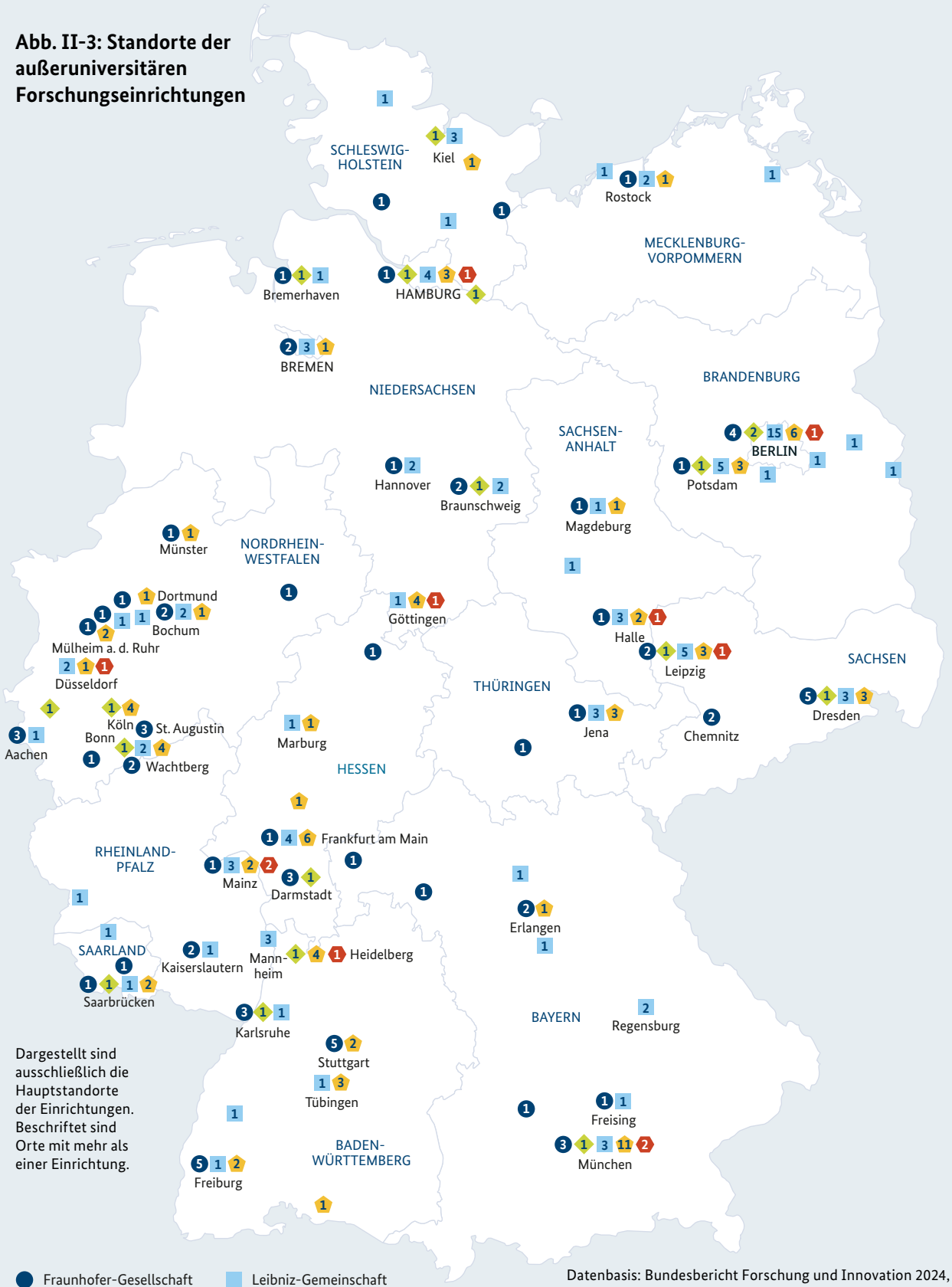
Leibniz-Gemeinschaft

- Erkenntnis- und anwendungsorientierte Forschung in Verbindung von Exzellenz und gesellschaftlicher Relevanz
- Disziplinäre Vielfalt, interdisziplinäre Kompetenz und Forschungsinfrastrukturen
- Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter: 21.000

Max-Planck-Gesellschaft

- Erkenntnisorientierte Grundlagenforschung
- Natur-, Sozial- und Geisteswissenschaften
- Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter: 24.000

Abb. II-3: Standorte der außeruniversitären Forschungseinrichtungen



Dargestellt sind ausschließlich die Hauptstandorte der Einrichtungen. Beschriftet sind Orte mit mehr als einer Einrichtung.

- Fraunhofer-Gesellschaft
- Helmholtz-Gemeinschaft
- Wissenschaftliche Akademien
- Leibniz-Gemeinschaft
- Max-Planck-Gesellschaft

Datenbasis: Bundesbericht Forschung und Innovation 2024, Online-Darstellung der Wissenschaftseinrichtungen
Geodatenbasis: © GeoBasis-DE / BKG (2022)
Kartografische Darstellung: RISO, DLR Projektträger 2022

Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V. (Fraunhofer) ist die in Europa führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung. Die Forschungsfelder umfassen Gesundheit, Sicherheit, Kommunikation, Mobilität, Energie und Umwelt.

Das Forschungsvolumen betrug im Jahr 2022 insgesamt rund 3 Mrd. Euro. Der überwiegende Anteil von etwa 2,6 Mrd. Euro lässt sich der Vertragsforschung zuordnen. Diese besteht zu 30 % aus Aufträgen der Industrie und zu 43 % aus öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Im Jahr 2023 waren in Deutschland knapp 30.800 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter an den insgesamt 76 Instituten der Fraunhofer-Gesellschaft tätig. Der Anteil der Frauen betrug bei den Promovierenden rund 26 %, beim wissenschaftlichen Personal rund 24 % sowie rund 13 % in der ersten Führungsebene. Der Anteil des wissenschaftlichen Personals aus dem Ausland lag bei 12 %.

Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für Kunden und Partner der Vertragsforschung hinaus. Mit ihrer FuE-Tätigkeit tragen die Fraunhofer-Institute maßgeblich zur regionalen und nationalen Wettbewerbsfähigkeit bei: Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, treiben durch Ausgründungen den Technologietransfer voran und sorgen für eine praxisorientierte Aus- und Weiterbildung des wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Eine weitere wichtige Aufgabe ist die strategische Forschung. Fraunhofer bündelt dazu Kompetenzen in den sogenannten Fraunhofer Strategischen Forschungsfeldern. So können umfassende Systemlösungen von hoher Relevanz für die deutsche Wirtschaft und Gesellschaft erarbeitet werden. Dazu zählen u. a. Innovationen in Schlüsseltechnologien wie Bioökonomie, Künstliche Intelligenz (KI), Quantentechnologie und Wasserstofftechnologie. Die Fraunhofer-Gesellschaft pflegt eine enge Zusammenarbeit mit den Hochschulen. Sie ergänzt dadurch ihre Ressourcen in der Grundlagenforschung und rekrutiert ihren wissenschaftlichen Nachwuchs. Die Hochschulen ziehen durch eine praxisnahe Ausbildung und die gemeinsame Bearbeitung praxisrelevanter Forschungsthemen ihrerseits Nutzen aus der Kooperation mit Fraunhofer. Kennzeichnend für diese Zusammenarbeit sind gemeinsame Berufungen auf Lehrstühle und in die Leitung von Fraunhofer-Instituten.

Durch Fraunhofer Project Center, Innovation Platforms und Auslandsgesellschaften in Europa, Nord- und Südamerika, Asien, Afrika und im Nahen Osten sowie durch die Fraunhofer Representative Offices und Fraunhofer Senior Advisors engagiert sich Fraunhofer auch weltweit. Dies ermöglicht vielfältige Zugänge zu den gegenwärtig wichtigsten und aufstrebenden Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Fraunhofer-Gesellschaft



Der Kleinsatellit ERNST, entwickelt vom Fraunhofer-Institut für Kurzzeitdynamik, Ernst-Mach-Institut, der u. a. für die Detektion von Raketenstarts eingesetzt werden könnte

Helmholtz-Gemeinschaft

In der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e. V. (HGF) haben sich 18 naturwissenschaftlich-technische und medizinisch-biologische Forschungszentren zusammengeschlossen. Durch ihre strategisch-programmatisch ausgerichtete Spitzenforschung trägt die HGF zur Lösung großer und drängender Fragen von Gesellschaft, Wissenschaft und Wirtschaft bei. Sechs Forschungsbereiche bezeichnen die Arbeitsschwerpunkte der HGF: Energie; Erde und Umwelt; Luftfahrt, Raumfahrt und Verkehr; Materie; Gesundheit; Information. Die HGF erforscht Systeme von hoher Komplexität und setzt dabei Großgeräte und andere wissenschaftliche Infrastrukturen ein. Sie arbeitet gemeinsam mit nationalen und internationalen Partnern und verbindet dabei Forschung und Technologieentwicklung mit innovativen Anwendungs- und Vorsorgeperspektiven.



Arbeiten auf dem Forschungsgründach des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung (UFZ) in Leipzig. Gründächer spielen beim Regenwassermanagement, für die biologische Vielfalt und das innerstädtische Mikroklima eine wachsende Rolle.

Das Jahresbudget der Helmholtz-Zentren beträgt etwa 5,8 Mrd. Euro (Stand 2022). Davon werden ca. 70 % aus Mitteln der öffentlichen Hand finanziert. Rund 30 % werben die Helmholtz-Zentren als Drittmittel aus dem öffentlichen und privatwirtschaftlichen Bereich ein. Mit mehr als 44.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ist die HGF die größte deutsche Wissenschaftsorganisation. Der Anteil der Frauen beträgt bei den Promovierenden rund 40 %, beim wissenschaftlichen Personal rund 36 % sowie rund 27 % in der ersten Führungsebene. Der Anteil des wissenschaftlichen Personals aus dem Ausland liegt bei 29 %.

Durch die Verbreitung von Wissen und die unternehmerische Verwertung wirtschaftlich relevanter Ergebnisse leistet die HGF einen wichtigen Beitrag zur Innovationsfähigkeit in Deutschland. Dazu hat sie entsprechende Instrumente und Plattformen geschaffen, wie beispielsweise den Helmholtz-Validierungsfonds, die Helmholtz Innovation Labs und die Innovationsfonds der Helmholtz-Zentren.

Um wettbewerbsfähige Spitzenforschung betreiben und damit Ergebnisse von weltweiter Relevanz erzielen zu können, hat sich die HGF auch international breit aufgestellt. Dies zeigt sich u. a. im strategischen Aufbau internationaler Allianzen, in Kooperationen und in der systematischen Vernetzung mit internationalen Partnern aus der Wissenschaft, vor allem aus den Hochschulen, und der Wirtschaft. Die HGF unterhält Büros in Brüssel, Peking und Tel Aviv. Hinzu kommen Auslandsbüros der Forschungszentren. So unterhält z. B. das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) Büros in Brüssel, Paris, Tokio und Washington.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Helmholtz-Gemeinschaft

Leibniz-Gemeinschaft

Die Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz e. V. (Leibniz-Gemeinschaft) widmet sich drei zentralen Aufgabenfeldern: Sie betreibt anwendungs- und erkenntnisorientierte Forschung zu drängenden Fragestellungen, stellt wissenschaftliche Infrastrukturen bzw. Dienstleistungen bereit und unterstützt den Transfer in Wirtschaft und Gesellschaft. Im Jahr 2022 gehörten insgesamt 97 selbstständige Forschungseinrichtungen der Leibniz-Gemeinschaft an. Ihr Forschungsspektrum reicht von den Natur-, Ingenieur- und Umweltwissenschaften über die Lebenswissenschaften, die Wirtschafts-, Raum- und Sozialwissenschaften bis zu den Geisteswissenschaften und zur Bildungsforschung.

Die Einrichtungen der Leibniz-Gemeinschaft verfügten 2022 über ein Gesamtbudget von rund 2,2 Mrd. Euro. Mit knapp 1,4 Mrd. Euro entfiel etwas mehr als die Hälfte auf Mittel der institutionellen Förderung durch Bund und Länder. Der Anteil der eingeworbenen Drittmittel aus dem öffentlichen und privatwirtschaftlichen Bereich belief sich 2022 auf mehr als 25 %. Die Einrichtungen der Leibniz-Gemeinschaft beschäftigten 2022 insgesamt gut 21.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, davon waren etwas mehr als die Hälfte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Der Anteil der Frauen betrug bei den Promovierenden rund 49 %, beim wissenschaftlichen Personal rund 47 % sowie rund 23 % in der ersten Führungsebene. Der Anteil des wissenschaftlichen Personals aus dem Ausland lag bei 29 %.

Hochschulkooperationen sind von strategischer Bedeutung für die Leibniz-Gemeinschaft. In den vergangenen Jahren hat sich die Zahl der gemeinsamen Berufungen leitender Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Leibniz-Instituten an Hochschulen kontinuierlich von 311 im Jahr 2015 auf 502 im Jahr 2022 erhöht.

Zentrale Instrumente der strategischen Vernetzung innerhalb und außerhalb der Leibniz-Gemeinschaft sind die Leibniz-Forschungsverbünde und WissenschaftsCampi. Die derzeit fünf Leibniz-Forschungsverbünde befassen sich trans- und interdisziplinär mit Themen von hoher wissenschaftlicher und gesellschaftlicher Relevanz, z. B. mit der Sicherheit hochentwickelter Materialien oder mit Altern und Resilienz. Mit ihren 19 WissenschaftsCampi bietet die Leibniz-Gemeinschaft darüber hinaus ein gut funktionierendes Modell zur Kooperation zwischen universitärer und außeruniversitärer Forschung. Sie ermöglichen die thematisch fokussierte Zusammenarbeit von Hochschulen und Leibniz-Einrichtungen im Sinne einer gleichberechtigten und komplementären Partnerschaft auf regionaler Ebene.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Leibniz-Gemeinschaft



Feldforschung des Max-Planck-Instituts für biologische Intelligenz

Max-Planck-Gesellschaft

Die Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e. V. (MPG) betreibt mit ihren 84 Instituten und Einrichtungen (Stand 2023) natur-, sozial- und geisteswissenschaftliche Grundlagenforschung auf internationalem Spitzenniveau. Im Mittelpunkt stehen interdisziplinäre Forschungsinhalte, die einen besonderen finanziellen oder zeitlichen Aufwand erfordern. Unter den führenden wissenschaftlichen Einrichtungen im Nature Index rangiert die MPG auf Platz drei und bei der Einwerbung von ERC-Grants des Europäischen Forschungsrats auf Rang zwei.

Die MPG erhielt im Jahr 2022 Mittel in Höhe von ca. 2,5 Mrd. Euro. Der Großteil von 84 % oder etwa 2,1 Mrd. Euro entfiel dabei auf die institutionelle Förderung, welche Bund und Länder jeweils ungefähr zur Hälfte tragen. Rund 12 % der Mittel konnten als Drittmittel aus dem öffentlichen und privatwirtschaftlichen Bereich eingeworben werden. Die MPG beschäftigt gut 24.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter (Stand 2023). Unter den Beschäftigten befinden sich rund 6.700 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Die MPG betreut mehr als 3.500 Promovierende mit Fördervertrag (Stand 2023). Der Anteil der Frauen beträgt bei den Promovierenden mit Fördervertrag ca. 45 % und beim wissenschaftlichen Personal mit Führungsverantwortung (W3- und W2-Ebene) ca. 38 %. Der Anteil des wissenschaftlichen Personals aus dem Ausland liegt bei 56 %.

Die MPG unterhält u. a. durch gemeinsame Berufungen vielfache und enge Kooperationsbeziehungen zu deutschen Hochschulen. In 200 Sonderforschungsbereichen der DFG sind Institute der MPG vertreten.

Mit ihren herausragenden Forschungsbedingungen sind die MPG-Institute Orte wissenschaftlicher Exzellenz und auch für führende internationale Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler attraktiv. Mit ca. 39 % hat mehr als ein Drittel der Institutsdirektorinnen und -direktoren eine ausländische Staatsangehörigkeit (Stand 2023).

Beispielhaft für die starke internationale Ausrichtung der MPG sind der intensive internationale Austausch von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, wissenschaftsgeleitete Kooperationen mit ausländischen Partnerinstituten sowie die Einrichtung der derzeit 18 Max Planck Center (Stand 2023) und 68 International Max Planck Research Schools (IMPRS) (Stand 2023) zur institutionalisierten Zusammenarbeit und Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Max-Planck-Gesellschaft

Akademien der Wissenschaften

Zu den Akademien der Wissenschaften in Deutschland zählen die Landesakademien der Wissenschaften, die Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina – Nationale Akademie der Wissenschaften und die Deutsche Akademie für Technikwissenschaften (acatech). Ihre zentralen Aufgaben sind die wissenschaftsbasierte Beratung zu politischen und gesellschaftlichen Diskursen, der interdisziplinäre wissenschaftliche Dialog und die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses. Hinzu kommen die Koordination und Durchführung langfristiger Vorhaben der Grundlagenforschung.

Der Grundhaushalt der Landesakademien der Wissenschaften wird vom jeweiligen Sitzland finanziert. Die Akademien in Berlin/Potsdam, Düsseldorf, Göttingen, Hamburg, Heidelberg, Leipzig, Mainz und München haben sich in der Union der deutschen Akademien der Wissenschaften zusammengeschlossen, um ihre Grundlagenforschungen zu koordinieren und sich gegenüber den Wissenschaftsorganisationen im In- und Ausland wirkungsvoll darzustellen. Insgesamt sind in den Mitgliedsakademien mehr als 2.000 herausragende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler verschiedener Fachrichtungen vereint. Die Union koordiniert das Akademienprogramm, das derzeit größte geisteswissenschaftliche Forschungsprogramm der Bundesrepublik Deutschland. Es wird von Bund und Ländern je zur Hälfte finanziert und hat ein Gesamtvolumen von rund 75,1 Mio. Euro (2023).

Die seit 2008 als Nationale Akademie der Wissenschaften tätige Leopoldina mit Sitz in Halle (Saale) repräsentiert – zusätzlich zu ihrem allgemeinen Aufgabenbereich – die deutschen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in internationalen Akademiegremien. Ihre gut 1.600 Mitglieder kommen überwiegend aus Deutschland, aber auch aus Österreich, der Schweiz und rund 30 weiteren Ländern. Die Leopoldina wird vom Bund (BMBF) und dem Sitzland Sachsen-Anhalt im Verhältnis 80 zu 20 finanziert.

Die Leopoldina hat unter ihrem Dach zwei Nachwuchsakademien aufgenommen, welche sich als Vertretung junger Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler verstehen, diesen eine Stimme verleihen und Gestaltungsmöglichkeiten verschaffen wollen: die im Jahr 2000 gegründete Junge Akademie sowie die international aufgestellte Global Young Academy (GYA). Letztere ist mit ihrer Geschäftsstelle seit 2017 bei der Leopoldina in Halle verankert und wird vom Bund unterstützt.

Die 2002 gegründete acatech in München ist eine Arbeitsakademie mit rund 600 berufenen Mitgliedern aus den Bereichen Ingenieur- und Naturwissenschaften, aus der Medizin sowie den Geistes- und Sozialwissenschaften. Sie fördert den Dialog zwischen Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft und berät zu Technikthemen, die für die Zukunft des Standorts Deutschland von Bedeutung sind. Neben der Finanzierung durch Bund und Länder fließen der acatech Mittel der Wirtschaft zu.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Union der deutschen Akademien der Wissenschaften
↗ acatech
↗ Leopoldina
↗ Junge Akademie
↗ Global Young Academy

1.4 Forschungseinrichtungen des Bundes und der Länder

Der Bund und die Länder unterhalten in den Geschäftsbereichen ihrer Ressorts eigene Forschungseinrichtungen. Diese bearbeiten FuE-Aufgaben in den Bereichen Prüfung, Methodenentwicklung, Wirkungsanalyse, Zulassung und Regelsetzung. Ihr Ziel ist es, zugewiesene Aufgaben und hoheitliche Obliegenheiten sowie politische Entscheidungsprozesse wissenschaftlich fundiert zu unterstützen. Darüber hinaus sind den Ressortforschungseinrichtungen auch gesetzliche Aufgaben in verschiedenen Bereichen übertragen worden.

Die Forschungseinrichtungen des Bundes und der Länder sind wichtige Bestandteile des deutschen FuI-Systems. Auf der Grundlage wissenschaftlicher Fakten fungieren sie als Brückenbauer zwischen Wissenschaft und Politik, Innovation und Anwendung. Die in der Regel problemorientierte und praxisnahe Forschung befasst sich mit einem breiten Themenspektrum (für eine Übersichtskarte aller Ressortforschungseinrichtungen des Bundes und der Landeseinrichtungen → **Abb. II-4**).



↗ Eine Darstellung aller Forschungseinrichtungen des Bundes und der Länder und deren Forschungsprofil finden Sie im ***BuFI-Online-Angebot***.

Ressortforschung des Bundes wird von Bundeseinrichtungen mit FuE-Aufgaben sowie von außeruniversitären Forschungseinrichtungen in kontinuierlicher Zusammenarbeit betrieben. Die FuE-Aktivitäten werden durch die Einrichtung selbst, in Kooperation mit anderen Forschungseinrichtungen oder durch Vergabe von Forschungsaufträgen an externe Forschungsnehmende (extramurale Forschung) ausgeführt. Die Tätigkeit der Bundeseinrichtungen orientiert sich an den Aufgaben des jeweils zuständigen Ressorts. Nach dem sogenannten „Ressortprinzip“ ist jedes Bundesministerium für die Ressortforschung in seinem Geschäftsbereich verantwortlich.

Die Bundeseinrichtungen mit FuE-Aufgaben verfügen über eigene Forschungsinfrastrukturen, welche in der Regel auch externen Forschungsgruppen zur Verfügung stehen. Dadurch tragen sie zur Vernetzung der Akteure im deutschen FuI-System bei. Eine Reihe von Bundeseinrichtungen mit FuE-Aufgaben unterhält eigene Fachbibliotheken, Fachinformationseinrichtungen und offene Datenrepositorien, deren Dienstleistungen für die Wahrnehmung der Ressortaufgaben erforderlich sind oder der interessierten Fachöffentlichkeit zur Verfügung stehen. Darüber hinaus fördern Bundeseinrichtungen mit FuE-Aufgaben den wissenschaftlichen Nachwuchs. Zunehmend an Bedeutung gewinnt die Mitwirkung der Einrichtungen in europäischen und internationalen Gremien bei Normung und Standardisierung sowie bei der Vorbereitung von Gesetzgebungsprozessen.

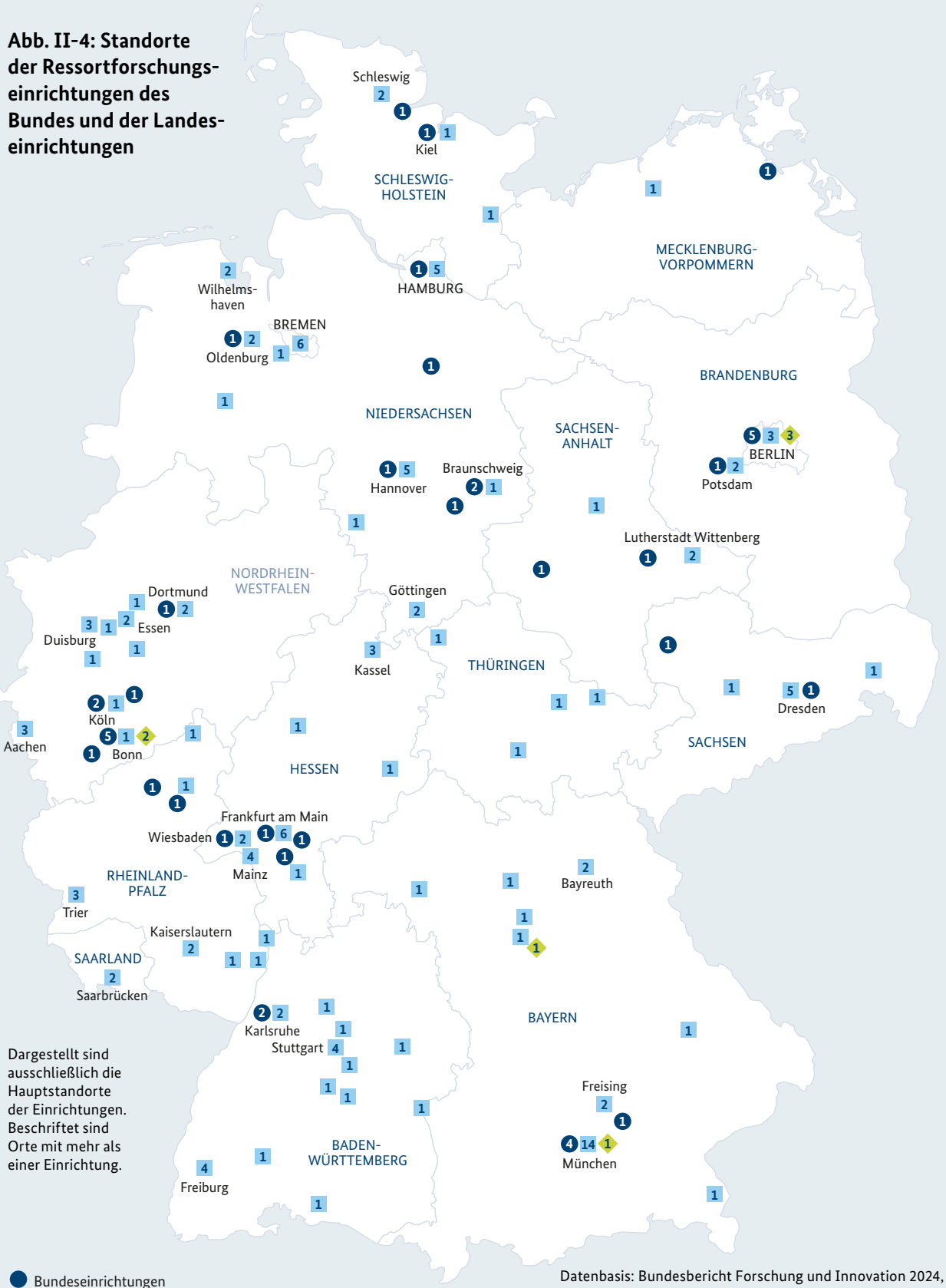
Die Landes- und kommunalen Einrichtungen mit FuE-Aufgaben werden institutionell aus Landesmitteln und zum Teil aus Drittmitteln finanziert.

In → **Abb. II-4** finden sich die Standorte der Forschungseinrichtungen des Bundes sowie der FuE-Einrichtungen mit kontinuierlicher Zusammenarbeit. Zudem werden die Forschungseinrichtungen der Länder berücksichtigt, die zu mindestens 50 % vom jeweiligen Land grundfinanziert sind.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Ressortforschung
↗ Arbeitsgemeinschaft der Ressortforschungseinrichtungen

Abb. II-4: Standorte der Ressortforschungseinrichtungen des Bundes und der Landeseinrichtungen



Dargestellt sind ausschließlich die Hauptstandorte der Einrichtungen. Beschriftet sind Orte mit mehr als einer Einrichtung.

- Bundeseinrichtungen
- Landeseinrichtungen
- Einrichtungen mit kontinuierlicher Zusammenarbeit

Datenbasis: Bundesbericht Forschung und Innovation 2024, Online-Darstellung der Wissenschaftseinrichtungen
Geodatenbasis: © GeoBasis-DE / BKG (2022)
Kartografische Darstellung: RISO, DLR Projektträger 2022

1.5 Wirtschaft

FuE-Aktivitäten sind von entscheidender Bedeutung für die internationale Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft. Sie werden zu einem Großteil in Unternehmen durchgeführt und weitgehend von der Wirtschaft selbst finanziert.

Die Privatwirtschaft finanziert etwa zwei Drittel der jährlichen FuE-Ausgaben in Deutschland. Diese Mittel werden sowohl für FuE-Aktivitäten der Unternehmen als auch für gemeinsame FuE-Projekte mit Partnern aus Wirtschaft und Wissenschaft aufgewendet. Die privatwirtschaftlichen FuE-Aktivitäten werden im überwiegenden Maße von Großunternehmen bestimmt. Dennoch kommt den KMU ebenso wie den Start-ups eine bedeutende Rolle zu, da sie vielfach wegbereitende Innovationen hervorbringen.

FuE in der Privatwirtschaft ist überwiegend anwendungsorientiert und im Wesentlichen darauf ausgerichtet, unmittelbar wirtschaftlich verwertbare Ergebnisse zu erzielen. Die Forschung in der deutschen Wirtschaft konzentriert sich besonders auf Branchen der hochwertigen Technologien. Dazu zählen vor allem der Fahrzeugbau, die Elektroindustrie, die chemische und pharmazeutische Industrie sowie der Maschinenbau (↗ **Datenband**).

Neben dem starken eigenen Engagement der Wirtschaft tragen auch intensive Kooperationen zwischen Unternehmen sowie zwischen Unternehmen und Wissenschaftseinrichtungen zum Innovationserfolg deutscher Unternehmen bei. Kooperationen ermöglichen es insbesondere, Forschungsergebnisse leichter in innovative Produkte und Dienstleistungen zu transferieren. Eine wichtige Schnittstellenfunktion in der vorwettbewerblichen Forschung nimmt die Industrieforschung ein (→ **Infobox: Industrieforschung** sowie **III 3.2 Innovativer Mittelstand**).

Die staatliche Förderung von FuE in der Wirtschaft kommt überproportional den KMU zugute. Die staatliche FuE-Förderung nimmt Projekte der vorwettbewerblichen, anwendungsorientierten Forschung in den Blick. Mittels Fachprogrammen werden Erkenntnisse und Technologien gefördert, die Entwicklungen in wichtigen Anwendungsfeldern unterstützen und so als Wachstumstreiber in vielen Branchen wirken. Hinzu kommen spezielle technologieoffene Förderprogramme, die sich ebenfalls vor allem an KMU wenden bzw. diesen zugutekommen, u. a. indem sie die Vernetzung und den Transfer zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft nachhaltig stärken (→ **III 2 Innovationsförderung, Transfer und Gründungsgeschehen**).

Industrieforschung

Eine wichtige Schnittstellenfunktion zwischen Wissenschaft und der mittelständisch geprägten Wirtschaft in der vorwettbewerblichen Forschung nehmen industrielle Forschungsvereinigungen ein. Sie sind u. a. in der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. (AiF) organisiert. Zudem haben sich viele externe Forschungseinrichtungen, Forschungs-GmbH und sogenannte An-Institute in der Deutschen Industrieforschungsgemeinschaft Konrad Zuse e. V. (Zuse-Gemeinschaft) zusammengeschlossen.



Weitere Informationen im Internet:

- ↗ Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e. V. (AiF)
- ↗ Deutsche Industrieforschungsgemeinschaft Konrad Zuse e. V. (Zuse-Gemeinschaft)

1.6 Weitere FuE-fördernde Akteure

Eine Reihe weiterer relevanter Akteure unterstützt FuE-Aktivitäten und leistet einen wichtigen Beitrag, um Wissenschaft und Forschung zu finanzieren. Dazu gehören die Deutsche Forschungsgemeinschaft als zentrale Selbstverwaltungsorganisation der Wissenschaft in Deutschland sowie Stiftungen und Förderwerke. Die Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation durch die Europäische Kommission hat ebenfalls große Bedeutung für das deutsche FuI-System.

Deutsche Forschungsgemeinschaft

Die Deutsche Forschungsgemeinschaft e. V. (DFG) ist die größte deutsche Forschungsförderorganisation. Ihre primäre Aufgabe ist die Förderung erkenntnisgeleiteter Spitzenforschung insbesondere an Hochschulen. Zum Selbstverständnis der DFG gehören damit die Sicherung der Exzellenz des deutschen Wissenschaftsstandortes durch eine gezielte Förderpolitik sowie die Selbstverwaltung und die Selbstorganisation der Wissenschaft. Satzungsgemäß gestaltet die DFG Rahmenbedingungen und Standards des wissenschaftlichen Arbeitens mit, pflegt den Dialog mit Gesellschaft, Politik und Wirtschaft und unterstützt den Transfer von Erkenntnissen. Sie berät staatliche und im öffentlichen Interesse tätige Einrichtungen in wissenschaftlichen und wissenschaftspolitischen Fragen. Weitere satzungsgemäße Aufgaben der DFG sind die Förderung der Zusammenarbeit zwischen Forscherinnen und Forschern, die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses und die Pflege der internationalen Wissenschaftsverbindungen.

Die DFG ist von Bund (BMBF) und Ländern mit dem Schlüssel 58 : 42 gemeinsam finanziert. Die DFG ist in den *Pakt für Forschung und Innovation (PFI)* eingebunden, um insbesondere die Hochschulen partizipieren zu lassen (→ **V Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern**). Zusätzlich unterstützen Bund und Länder die Hochschulen mit einem pauschalen Zuschlag zur Deckung der mit der Förderung verbundenen indirekten, zusätzlichen und variablen Projektausgaben (Programmpauschale). Für die Programmpauschalen stellt der Bund Mittel in Höhe von 20 %, die Länder Mittel in Höhe von 2 % der von der DFG bewilligten und verausgabten direkten Projektmittel bereit. Der DFG standen insgesamt (inklusive der Programmpauschale) im Jahr 2023 rund 3,6 Mrd. Euro zur Verfügung.

Auf der Basis der von Bund und Ländern getroffenen Verwaltungsvereinbarung nach Art. 91b GG setzt die DFG in Zusammenarbeit mit dem Wissenschaftsrat u. a. die *Exzellenzstrategie* des Bundes und der Länder als Sonderfinanzierung um. Außerdem verwaltet sie die Verfahren rund um die Auswahl, Evaluation und Förderung der Konsortien der *Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI)*. Mit aktuellen Empfehlungen adressiert die DFG systemprägend beispielsweise die Umsetzung guter wissenschaftlicher Praxis und forschungsorientierter Gleichstellungs- und Diversitätsstandards. Sie setzt als unabhängige Instanz das Gremium des „Ombudsman für die Wissenschaft“ ein, welches allen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in Deutschland bei Fragen und Konflikten im Bereich guter wissenschaftlicher Praxis und wissenschaftlicher Integrität zur Seite steht.

Die insgesamt 99 Mitglieder der DFG setzen sich aus Hochschulen, außerhochschulischen Forschungseinrichtungen, Akademien und Wissenschaftsverbänden zusammen.

Weitere Informationen im Internet:

- DFG – Förderung
- DFG – Jahresbericht
- Ombudsman für die Wissenschaft

Stiftungen und Förderwerke

In Deutschland leistet eine Vielzahl von Stiftungen und Förderwerken wichtige Beiträge zur Förderung von Wissenschaft und Forschung. So existieren Stiftungen und Vereine, deren Stiftungskapital oder jährlicher Förderetat ausschließlich oder zum überwiegenden Teil aus Bundes- oder Landesmit-

teln stammt. Hierzu zählen u. a. die Alexander von Humboldt-Stiftung, die Deutsche Bundesstiftung Umwelt, die Deutsche Stiftung Friedensforschung, die VolkswagenStiftung sowie die mehrheitlich in Vereinsform organisierten Begabtenförderungswerke im Hochschulbereich und der Deutsche Akademische Austauschdienst e. V. (DAAD). Daneben gibt es bildungs- und forschungsfördernde Einrichtungen, deren Kapitalstock dem Engagement privater Stifterinnen und Stifter zu verdanken ist, wie die Robert Bosch Stiftung GmbH, die Klaus Tschira Stiftung gGmbH oder die Stiftung Mercator GmbH.

Der Stifterverband ist eine Gemeinschaftsinitiative von Unternehmen und Stiftungen, die ganzheitlich in den Bereichen Bildung, Wissenschaft und Innovation berät, vernetzt und fördert. Unter seinem Dach sind rund 670 eigenständige Wissenschaftsstiftungen organisiert.

Weitere Informationen im Internet:

- Stifterverband für die deutsche Wissenschaft
- Alexander von Humboldt-Stiftung
- Deutsche Bundesstiftung Umwelt
- Deutsche Stiftung Friedensforschung
- Begabtenförderung im Hochschulbereich
- Deutscher Akademischer Austauschdienst

Europäische Kommission

Die Europäische Kommission trägt dazu bei, FuI in Deutschland zu fördern und zu finanzieren. Ihr Hauptinstrument ist dabei das neue Rahmenprogramm für Forschung und Innovation *Horizont Europa* (2021 bis 2027), welches ein Budget von bis zu 95,5 Mrd. Euro vorsieht (→ **VI Europäische und internationale Zusammenarbeit**).

Die Europäische Kommission zielt mit *Horizont Europa* (engl. Horizon Europe) darauf ab, eine wissens- und innovationsgestützte Gesellschaft und eine wettbewerbsfähige Wirtschaft aufzubauen sowie gleichzeitig zu einer nachhaltigen Entwicklung und mehr ökonomischer und gesellschaftlicher Widerstandskraft beizutragen. Das EU-Rahmenprogramm beruht auf den drei Pfeilern „Wissenschaftsexzellenz", „Globale Herausforderungen und industrielle Wettbewerbsfähigkeit Europas" sowie „Innovatives Europa". Ergänzt werden sie durch den Bereich „Ausweitung der Beteiligung und Stärkung des Europäischen Forschungsraumes". Gefördert werden sämtliche Phasen des FuI-Prozesses, von Projekten der Grundlagenforschung bis hin zur Vorbereitung marktfähiger Produkte und Dienstleistungen. Das Programm ist auf Innovation ausgerichtet. Dazu sollen Wissenschaft, Forschung und Wirtschaft zusammenarbeiten. Adressaten sind Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Unternehmen (vor allem KMU) und weitere Akteure, die in die Entwicklung von Innovationen eingebunden sind.

Das Rahmenprogramm *Horizont Europa* wird ergänzt durch zwischenstaatliche Initiativen und Netzwerke. *Europäische Partnerschaften* bündeln nationale Ressourcen thematisch. Mit der *Initiative für europäische Zusammenarbeit in Wissenschaft und Technologie* (engl. European Cooperation in Science and Technology; COST) und dem *Eureka*-Netzwerk unterstützen die Europäische Union und ihre Mitgliedstaaten zwischenstaatliche Initiativen in Europa und darüber hinaus: *COST* fördert gezielt den Aufbau und die Stärkung von großen europäischen Forschungsnetzwerken und unterstützt damit die Zusammenarbeit von Forschungseinrichtungen und Unternehmen im europäischen und internationalen Raum. *Eureka* (Europäisches Netzwerk zur Förderung von internationaler Kooperation in Forschung und Innovation) unterstützt flexible und marktnahe Kooperationen von Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Hochschulen in Europa und weltweit. Zusätzlich fördert die Europäische Kommission Forschung und Innovation als einen Schwerpunktbereich im Rahmen des *Europäischen Struktur- und Investitionsfonds (ESI).*

Weitere Informationen im Internet:

- Horizont Europa
- Deutsche Koordinationsstelle für COST
- EUREKA-Büro



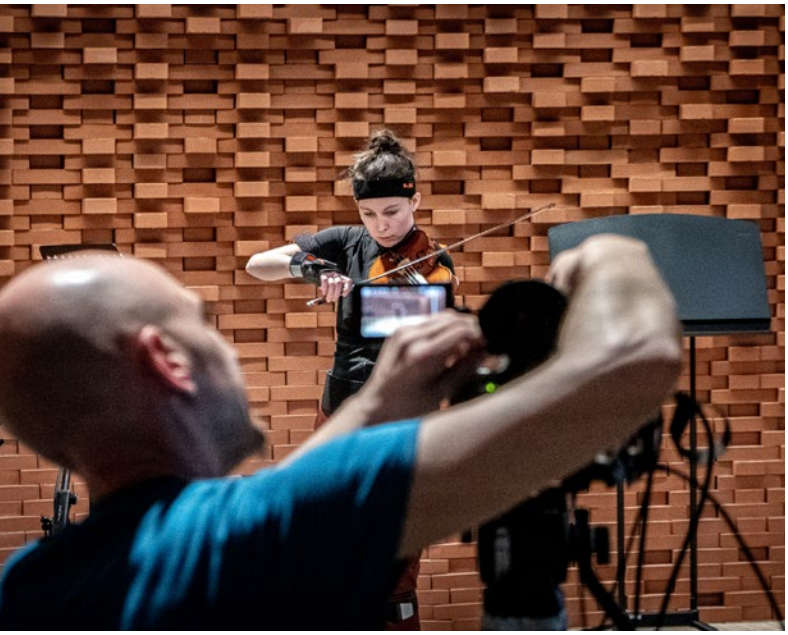
Wissenschaftlerinnen des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung (UFZ) arbeiten an Fließrinnen, um die Wirkung von Pestiziden auf Wasserlebewesen zu erforschen.

2 Förderinstrumente des Bundes

Um Forschung und Innovation zu fördern, stehen dem Bund verschiedene Instrumente zur Verfügung. Etablierte Instrumente wie die mittel- und langfristig angelegte institutionelle Förderung oder die Projektförderung zeitlich befristeter Forschungs-, Technologie- und Innovationsvorhaben werden dabei durch neue Ansätze ergänzt.

Die Förderung von FuE als Aufgabe des Staates braucht die Unterstützung der Gesellschaft. Die Verfügbarkeit angemessener finanzieller Ressourcen stellt eine wichtige Grundlage für die verfassungsrechtlich verbürgte Freiheit von Wissenschaft und Forschung und deren internationale Wettbewerbsfähigkeit dar.

Die staatliche Forschungs- und Innovationsförderung (FuI-Förderung) beruht auf mehreren Säulen: institutionelle Förderung, Projektförderung und Finanzierung der Ressortforschung. Hinzu kommen neue Ansätze, darunter die steuerliche Förderung von FuE und die Innovationsagenturen wie die *Bundesagentur für Sprunginnovationen (SPRIND)* und die *Agentur für Innovation in der Cybersicherheit*. Damit ist eine gezielte Förderung mit Blick auf unterschiedliche Rahmenbedingungen und Anforderungen möglich.



Kalibrieren von Geräten zur Bewegungsverfolgung im ArtLab des Max-Planck-Instituts für empirische Ästhetik

Institutionelle Förderung

Ziel der institutionellen Förderung ist es, die strategische Ausrichtung der deutschen Forschungslandschaft zu steuern und ihre Forschungskompetenzen langfristig zu stärken. Zur institutionellen Förderung gehört z. B. die Grundfinanzierung der Forschungsorganisationen Fraunhofer, HGF, Leibniz-Gemeinschaft und MPG im Rahmen des *Pakts für Forschung und Innovation (PFI)* (→ **V 2.1 Pakt für Forschung und Innovation**). Diese sichert den kontinuierlichen Betrieb und Investitionen in Forschungseinrichtungen. Über 40 % der Ausgaben des Bundes für FuE entfallen auf die institutionelle Förderung. Darin enthalten sind die Ausgaben des Bundes im Rahmen der gemeinsamen Forschungsförderung von Bund und Ländern nach Art. 91b GG (→ **II 1.3 Außeruniversitäre Forschungseinrichtungen**).

Neben den vier genannten Forschungsorganisationen wird u. a. die DFG institutionell gefördert. Deren Kernaufgabe ist es, die besten Forschungsvorhaben von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern auszuwählen und zu finanzieren. Die institutionelle Förderung der Max Weber Stiftung – Deutsche Geisteswissenschaftliche Institute im Ausland wird allein durch den Bund getragen (→ **II 1.6 Weitere FuE-fördernde Akteure** sowie → **VI 1.2 Science Diplomacy: Schnittstelle zwischen Wissenschaft, Politik und Diplomatie**).

Projektförderung

Die Projektförderung ist ein flexibles Instrument, um themenoffen oder -spezifisch innovative Entwicklungen anzustoßen, den wettbewerblichen Aspekt in der Forschungsförderung zu stärken und kurzfristig auf aktuelle politische Herausforderungen reagieren zu können. Die FuE-Ausgaben für die Projektförderung einschließlich der Ressortforschung lagen im Jahr 2021 bei rund 10 Mrd. Euro. Die innovations- und praxisorientierte Verwertung von Forschungsergebnissen ist ein zentraler Aspekt der Projektförderung.

Die Projektförderung des Bundes erfolgt unter rechtlichen und politischen Rahmenbedingungen, die auf europäischer und nationaler Ebene gesetzt werden. Zu unterscheiden sind die direkte und die indirekte Projektförderung. Die direkte Projektförderung bezieht sich jeweils auf ein konkretes Forschungsfeld. Sie hat das Ziel, in ausgewählten Bereichen einen im internationalen Maßstab hohen Standard bei FuE zu erreichen bzw. zu sichern. Dagegen bietet die indirekte Projektförderung finanzielle Anreize für innovationsbereite Unternehmen – vor allem KMU – und mindert deren allgemeines Innovationsrisiko. Sie unterstützt z. B. die Entwicklung und Stärkung von Forschungsinfrastruktur, Forschungskooperationen, Technologie- und Innovationsvorhaben und fördert innovative

Netzwerke sowie den Personalaustausch zwischen Forschungseinrichtungen und der Wirtschaft.

Die Projektfördertätigkeit der Ressorts wird vielfach durch Projektträger oder Behörden als administrierende Stellen unterstützt. Hierzu zählen vor allem die fachliche und administrative Beratung der Antragstellerinnen und Antragsteller, Vorbereitung von Förderentscheidungen, Projektbegleitung und projektbezogene Erfolgskontrolle (**Infobox: Informationen zu Fördermöglichkeiten des Bundes**).

Auftragsforschung

Im Rahmen der Ressortforschung werden – in Ergänzung zur Eigenforschung der Bundeseinrichtungen mit FuE-Aufgaben – auch Forschungsaufträge an Dritte vergeben. Die wettbewerbliche Vergabe von FuE-Projekten erfolgt durch die Ressorts selbst oder durch Bundeseinrichtungen mit FuE-Aufgaben in Form von Verträgen nach vergaberechtlichen Vorschriften.

Auftragnehmer können alle Personen und Einrichtungen sein, die wissenschafts- bzw. technologiebasiert arbeiten – darunter auch gemeinnützige und industrielle Forschungsinstitute. Grundlage für die Vergabe von FuE-Vorhaben sind Planungen, die flexibel den aktuellen Bedarf an Ressortforschung abdecken und gleichzeitig mehrjährige Forschungslinien ermöglichen. Im Sinne der Erfolgskontrolle wird in Sach- oder Auswerteberichten dokumentiert, welche Ergebnisse von FuE-Vorhaben erzielt und ob die angestrebten Ziele erreicht wurden.



Steuerliche FuE-Förderung

Zum 1. Januar 2020 wurde die steuerliche FuE-Förderung durch das *Forschungszulagengesetz (FZulG)* als zusätzliches Instrument neben der direkten Projektförderung eingeführt. Mit Blick auf die internationale Wettbewerbsfähigkeit werden damit die Rahmenbedingungen für FuE in Unternehmen in Deutschland verbessert. Auch das von der Bundesregierung in der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* formulierte Ziel, bis 2025 den Anteil der FuE-Investitionen auf 3,5 % des Bruttoinlandsprodukts (BIP) zu steigern, wird dadurch gestützt. Die Forschungszulage, die auf die Ertragsteuerschuld der Anspruchsberechtigten angerechnet wird, soll für Unternehmerinnen und Unternehmer als Anreiz dienen, unternehmenseigene Forschungsaktivitäten zu intensivieren bzw. auszubauen. Für begünstigte FuE-Vorhaben, die nach dem 1. Januar 2020 durchgeführt werden, besteht deshalb für Unternehmen die Möglichkeit, eine Forschungszulage zu beantragen. Diese bemaß sich anfänglich an den Ausgaben für FuE-Personal sowie an 60 % der Ausgaben für Auftragsforschung und betrug 25 % der Bemessungsgrundlage von maximal 2 Mio. Euro pro Unternehmen und Jahr.

Zur Abmilderung der Auswirkungen durch die COVID-19-Pandemie wurde die Bemessungsgrundlage von zunächst 2 Mio. auf 4 Mio. Euro bereits für Aufwendungen ab 1. Juli 2020 verdoppelt, sodass bislang pro Wirtschaftsjahr eine Forschungszulage von bis zu 1 Mio. Euro festgesetzt werden konnte.

Die Bundesregierung unterstützt die Forschungs- und Entwicklungstätigkeit von Unternehmen zudem über die Verankerung der Forschungszulage im *Wachstumschancengesetz*. Insbesondere durch die Ausweitung der Förderung auf bestimmte Sachkosten, die Anhebung der Bemessungsgrundlage auf 10 Mio. Euro, die Anhebung der Förderquote für KMU von 25 % auf 35 % auf Antrag sowie die Anhebung der Förderfähigkeit von Ausgaben für Auftragsforschung auf 70 % wird die Attraktivität der Forschungszulage weiter gesteigert.



Ein Mitarbeiter des SPRIND-Tochterunternehmens BiconY Therapeutics, das an neuen Krebstherapien arbeitet

Innovationsagenturen

Die Bundesregierung geht neue Wege, um die Realisierung disruptiver Innovationen voranzutreiben und eine breite Transferkultur zu stärken. Mit Innovationsagenturen hat sie das deutsche FuI-System um ein flexibles und schnelles Förderinstrument ergänzt. Die Agenturen sollen auf der Höhe des globalen Innovationsgeschehens agieren und Innovatorinnen und Innovatoren in ambitionierten FuE-Vorhaben größtmögliche Freiräume eröffnen.

Die im Dezember 2019 gegründete *Bundesagentur für Sprunginnovationen (SPRIND)* soll deutliche Impulse in Wirtschaft und Wissenschaft geben und vielversprechende Ideen mit Sprunginnovationspotenzial identifizieren und fördern (**III 2.6 Bundesagentur für Sprunginnovationen (SPRIND)**). Im Dezember 2023 ist das *SPRIND*-Freiheitsgesetz in Kraft getreten, das die rechtlichen und finanziellen Rahmenbedingungen der *SPRIND* verbessert.

Zur Stärkung der digitalen Souveränität zielt die *Agentur für Innovation in der Cybersicherheit GmbH (Cyberagentur)* auf die Entwicklung innovativer Technologien im Bereich der Cybersicherheit. Die vom BMVg und BMI im August 2020 gegründete Agentur identifiziert bedarfsorientiert Innovationen für die Cybersicherheit und vergibt konkrete Aufträge für die Entwicklung von Lösungsmöglichkeiten (**IV 4.5 IT- und Cybersicherheit**).

Zudem hat das BMBF im Frühjahr 2022 mit der Vorbereitung für die Gründung einer *Deutschen Agentur für Transfer und Innovation (DATI)* begonnen. Die Agentur soll einen Beitrag dazu leisten, Forschungsergebnisse durch einen effektiven Ideen-, Wissens- und Technologietransfer in die wirtschaftliche oder gesellschaftliche Anwendung zu bringen und in der Breite Innovationspotenziale zu heben. Die *DATI* soll ein breites Spektrum von Transferpartnern ansprechen und akteursoffen sein; den Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAW) soll hierbei aufgrund ihrer Anwendungsorientierung eine besondere Rolle zukommen. Themenoffen und auf technologische ebenso wie Soziale Innovationen ausgerichtet, soll die Agentur einen innovativen und flexiblen Förderansatz verfolgen, der von den konkreten Bedarfen im Land ausgeht und „Transfer aus einer Hand“ anbietet. Im Juli 2023 ist mit *DATIpilot* eine erste Förderrichtlinie veröffentlicht worden, mit der neue Ansätze für eine vereinfachte und flexiblere Förderung von Transfer erprobt werden sollen. Mit *DATIpilot* soll ein Erfahrungs- und Ideenspeicher entstehen, der für die Konzeption der *DATI* und die Weiterentwicklung der forschungsbasierten Transfer- und Innovationsförderung insgesamt genutzt werden kann (**III 2.3 Deutsche Agentur für Transfer und Innovation (DATI)**).

Der Bund ist Alleingesellschafter der drei Agenturen.

Weitere Informationen im Internet:

- Förderung in der Forschung
- Steuerliche FuE-Förderung
- Bundesagentur für Sprunginnovationen (SPRIND)
- Agentur für Innovation in der Cybersicherheit GmbH
- Deutsche Agentur für Transfer und Innovation (DATI)

Informationen zu Fördermöglichkeiten des Bundes

Wer ein anspruchsvolles Forschungs- oder Entwicklungsprojekt plant und hierfür ein passendes Förderangebot sucht, erhält bei der *Förderberatung „Forschung und Innovation" des Bundes* schnelle und konkrete Unterstützung.

Die Förderberatung informiert umfassend über das Spektrum der verschiedenen Förderangebote des Bundes. Mit ihr bietet die Bundesregierung ein zentrales Beratungsangebot zur Forschungs- und Innovationsförderung (FuI-Förderung), das die spezifische Beratung durch die jeweiligen Programmverantwortlichen oder Projektträger ergänzt. Als Erstanlaufstelle vermittelt sie Informationen aus einer Hand. Interessierte erhalten schnell passgenaue Hinweise zu allen Förderangeboten des Bundes und hilfreiche Einstiegsinformationen zur Landes- und EU-Förderung. Die *Förderberatung „Forschung und Innovation" des Bundes* wendet sich an Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen, insbesondere an kleine und mittlere Unternehmen (KMU) und jene, die keine oder wenig Erfahrung mit den FuI-Förderangeboten der öffentlichen Hand haben. Zum Leistungsspektrum gehört auch der Lotsendienst für Unternehmen als ein spezifisches Beratungsangebot für KMU. Insgesamt sorgt die Förderberatung für mehr Übersicht und erspart aufwendige eigene Recherchen. Die Beratungsangebote sind kostenfrei.

Die Förderberatung „Forschung und Innovation" des Bundes
- identifiziert geeignete Förderprogramme und erläutert die Konditionen,
- gibt Hinweise zur Forschungs- und Förderstruktur von Bund, Ländern und EU,
- informiert über die Verfahrenswege zur Erlangung von Fördermitteln,
- hilft bei der Zuordnung von Projektideen,
- vermittelt fachliche und regionale Ansprechpartnerinnen und -partner.

In ihrem Newsletter veröffentlicht die Förderberatung regelmäßig aktuelle Hinweise, z. B. zu neuen Förderbekanntmachungen des Bundes, zu speziellen Informationen für KMU und über Förderinformationen der EU.

Kostenfreie Hotlines:
- 0800 262-3008 (zu allen Themen der Forschungs- und Innovationsförderung)
- 0800 262-3009 (Lotsendienst für Unternehmen)
- E-Mail: beratung@foerderinfo.bund.de

Weitere Informationen im Internet:
- ↗ Förderberatung „Forschung und Innovation" des Bundes
- ↗ Newsletter-Abo der Förderberatung „Forschung und Innovation" des Bundes
- ↗ Forschungs- und Innovationsförderung: Ein Wegweiser für kleine und mittlere Unternehmen
- ↗ Förderkatalog des Bundes
- ↗ Ausschreibung von Forschungsaufträgen: service.bund.de; evergabe-online.de



Forscherinnen des Deutschen Zentrums für Hochschul- und Wissenschaftsforschung (DZHW) präsentieren ihre Forschungsarbeit.

3 Kennzahlen zu Forschung und Entwicklung

Staat und Wirtschaft stellen umfangreiche Mittel für Forschung und Entwicklung an Hochschulen, in außeruniversitären Forschungseinrichtungen, in Ressortforschungseinrichtungen und in Einrichtungen der privaten Wirtschaft bereit. Nach einem pandemiebedingten Einschnitt im Jahr 2020 kann seit 2021 wieder an den langjährigen Trend stetig steigender Aufwendungen für Forschung und Entwicklung sowie einer wachsenden Anzahl von Personen, die in Forschung und Entwicklung tätig sind, angeknüpft werden.

Die Bundesregierung hat sich das ambitionierte Ziel gesetzt, bis 2025 gemeinsam mit den Ländern und der Wirtschaft 3,5 % des Bruttoinlandsprodukts (BIP) für Forschung und Entwicklung (FuE) aufzuwenden. Trotz der zwischenzeitlichen Einschränkungen durch die COVID-19-Pandemie konnte Deutschland die FuE-Ausgaben zuletzt wieder steigern.

DATEN ↗ Weitere aktuelle Daten und Fakten zum deutschen FuI-System finden Sie im ***Datenband des BuFI***.

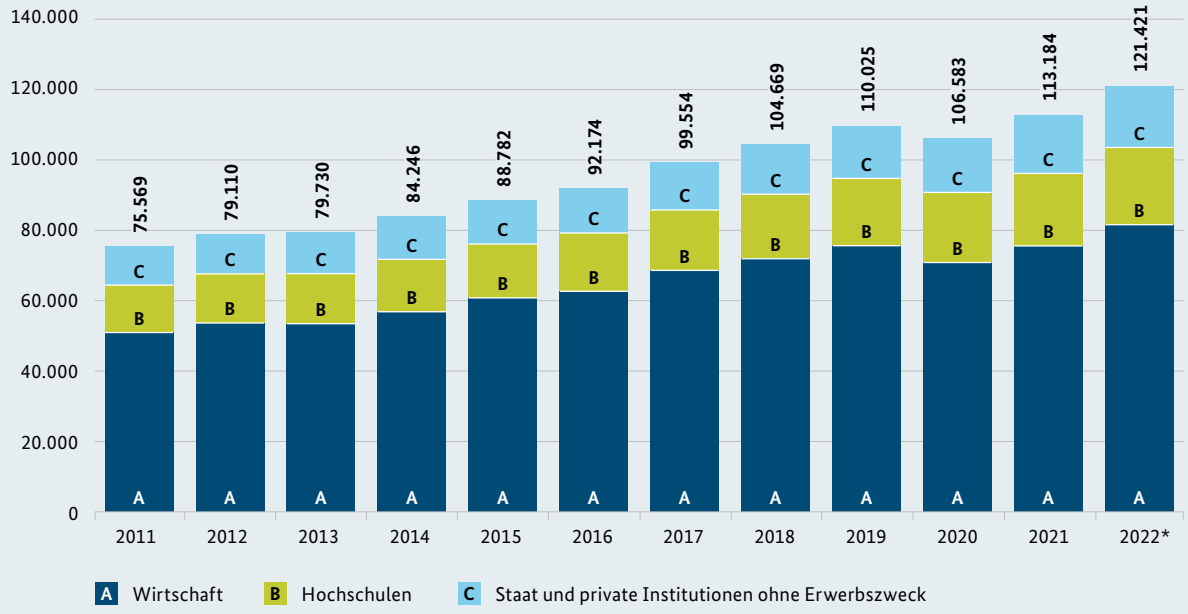
FuE-Ausgaben und -Personal nach Sektoren

Staat, private Institutionen ohne Erwerbszwecke, Wirtschaft und Hochschulen investierten zusammen im Jahr 2022 nach vorläufigen Angaben des Statistischen Bundesamts 121,4 Mrd. Euro in FuE. Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet dies einen Zuwachs um 7,3 %. Im Jahr 2021 lagen die gesamten **FuE-Ausgaben** ↗ Deutschlands bei 113,2 Mrd. Euro (endgültige Zahlen). Im Vergleich zum Jahr 2011 erhöhten sich die jährlichen FuE-Ausgaben im Jahr 2021 um 37,6 Mrd. Euro. Das entspricht einer Steigerung von rund 50 % (→ **Abb. II-5**).

Die vorläufige **FuE-Quote** ↗ Deutschlands lag im Jahr 2022 bei 3,13 %. Die FuE-Quote gibt den Anteil der FuE-Ausgaben am BIP wieder. In der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* bekräftigt Deutschland sein Ziel, bis zum Jahr 2025 3,5 % des BIP für FuE aufzuwenden und erreicht bereits zum sechsten Mal infolge das 3-Prozent-Ziel der europäischen Wachstumsstrategie *Europa 2020*. Weltweit zählt Deutschland zu den forschungsintensivsten Volkswirtschaften. Die deutsche FuE-Quote überstieg im Jahr 2022 deutlich den EU- und den OECD-Durchschnitt sowie die FuE-Quote Chinas. Im europäischen Vergleich blieb sie jedoch im selben Jahr hinter der FuE-Quote Schwedens, Belgiens und Österreichs sowie weltweit hinter der von Israel, Südkorea, den USA und Japan zurück.

↗ Download von Abbildung und Daten

Abb. II-5: Bruttoinlandsausgaben für Forschung und Entwicklung (BAFE) der Bundesrepublik Deutschland nach durchführenden Sektoren (in Mio. Euro)



* Vorläufige Werte (Statistisches Bundesamt, Datenstand März 2024) Datenbasis: Datenband Tabelle 1; Datenportal des BMBF Tabelle 1.1.1

Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft

Die internen FuE-Ausgaben der deutschen Wirtschaft beliefen sich 2021 insgesamt auf 75,8 Mrd. Euro. Im Vergleich zum Vorjahr bedeutet dies einen Anstieg um 6,7 %. Damit lagen die FuE-Ausgaben der Wirtschaft 2021 wieder annähernd auf dem vor der COVID-19-Pandemie erreichten Niveau. Mittel für interne FuE fließen in Aktivitäten, die vom Forschungspersonal der Unternehmen selbst durchgeführt werden. Der überwiegende Teil dieser Ausgaben wird vom Wirtschaftssektor selbst getragen. 2021 waren dies 67 Mrd. Euro. Der Eigenfinanzierungsanteil lag damit bei 88 %. Die deutsche Wirtschaft beteiligte sich ebenfalls an der Finanzierung von FuE-Aktivitäten der Hochschulen (2,7 Mrd. Euro) und der außeruniversitären Forschungseinrichtungen (1,3 Mrd. Euro).

Darüber hinaus vergibt der Wirtschaftssektor Forschungsaufträge an andere Unternehmen, Hochschulen und Forschungsinstitute. Die externen FuE-Ausgaben betrugen im Jahr 2021 etwa 26,6 Mrd. Euro. FuE im Wirtschaftssektor wird in Deutschland überwiegend von größeren Unternehmen durchgeführt. Unternehmen mit mehr als 250 Beschäftigten brachten 2021 etwa 90,5 % der internen FuE-Ausgaben im Wirtschaftssektor auf. Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) mit weniger als 250 Beschäftigten trugen etwa 9,5 % der internen FuE-Ausgaben bei (↗ **Datenband**).

Der Wirtschaftssektor beschäftigte 2021 mit rund 478.000 Vollzeitäquivalenten (VZÄ) fast zwei Drittel des in Deutschland tätigen FuE-Personals. Wie in



Am Energiewirtschaftlichen Institut an der Universität zu Köln (EWI), an dem zu Energiemärkten geforscht wird

den Hochschulen und in der außeruniversitären Forschung ist auch hier seit vielen Jahren ein deutlicher Zuwachs zu beobachten – eine Ausnahme bildet in der Wirtschaft das erste Jahr der COVID-19-Pandemie. Die meisten in FuE-beschäftigten Personen waren 2021 im Fahrzeugbau (ca. 137.000 VZÄ), in der Elektroindustrie (ca. 85.000 VZÄ) und im Maschinenbau (ca. 51.000 VZÄ) tätig. Im Jahr 2021 waren im Wirtschaftssektor 277.000 VZÄ als Forscherinnen und Forscher beschäftigt, was 58 % des gesamten FuE-Personals entspricht.

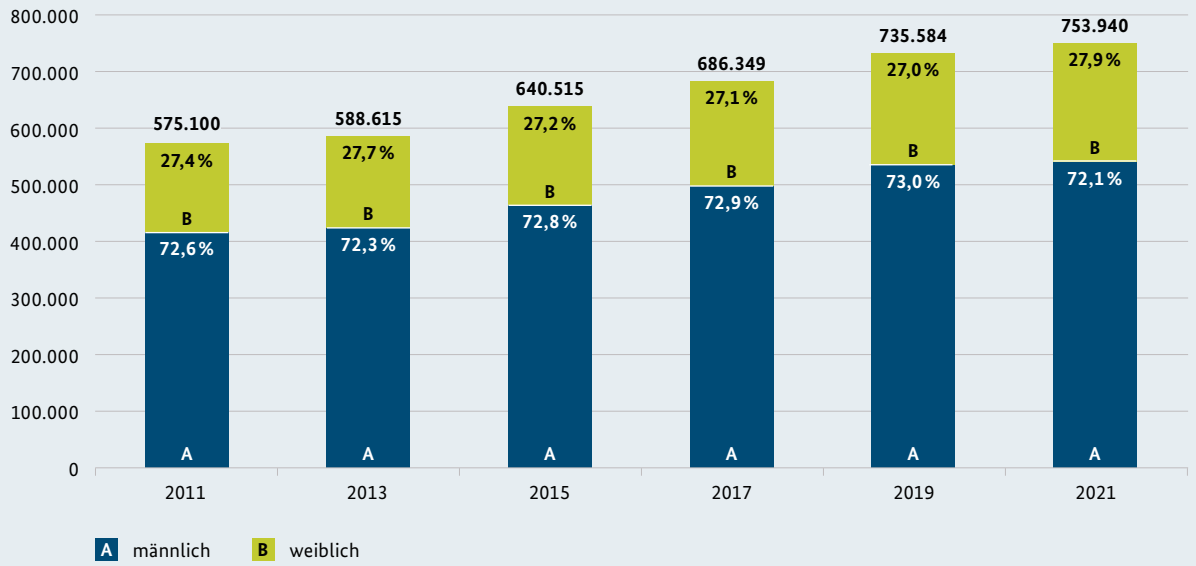
Die internationale Statistik unterscheidet als FuE-finanzierende Sektoren die vier Bereiche Wirtschaft, Staat, private Institutionen ohne Erwerbszweck und Ausland. Als die drei durchführenden Sektoren für FuE werden die Wirtschaft, der Staat und private Institutionen ohne Erwerbszweck sowie die Hochschulen erfasst.

Die Wirtschaft finanzierte im Jahr 2021 FuE in Höhe von 71,1 Mrd. Euro (62,8 %). 34,3 Mrd. Euro wurden durch Bund, Länder, Kommunen und private Institutionen ohne Erwerbszweck bereitgestellt (30,3 %).

Aus dem Ausland kamen 7,9 Mrd. Euro (6,9 %), u. a. aus dem Forschungsrahmenprogramm der Europäischen Union. Der Großteil der FuE-Aktivitäten in Deutschland findet in der Wirtschaft statt (→ **Infobox: Forschung und Entwicklung in der Wirtschaft**). Im Jahr 2022 führte die Wirtschaft FuE-Aktivitäten in Höhe von 81,8 Mrd. Euro durch (67,4 %). Die Hochschulen führten FuE-Aktivitäten in Höhe von 22,0 Mrd. Euro (18,1 %) und die bundes-, landes-, und gemeindeeigenen Forschungseinrichtungen sowie die privaten Institutionen ohne Erwerbszweck in Höhe von 17,6 Mrd. Euro (14,5 %) durch (vorläufige Zahlen).

Download von Abbildung und Daten

Abb. II-6: FuE-Personal nach Geschlecht (in Vollzeitäquivalenten)



Datenbasis: Datenband Tabelle 16; Datenportal des BMBF Tabelle 1.7.2

Die Anzahl der in **FuE beschäftigten Personen** ↗ in Wirtschaft, Staat und Hochschulen lag im Jahr 2022 nach vorläufigen Angaben des Statistischen Bundesamts bei rund 783.000 Vollzeitäquivalenten (VZÄ). Im bereits vollständig erfassten Jahr 2021 waren rund 754.000 VZÄ in FuE tätig. Das sind rund 179.000 VZÄ mehr als noch im Jahr 2011. Die Steigerung in der letzten Dekade beträgt somit 31 %. Die Zahl der **Forscherinnen und Forscher** ↗ summierte sich 2021 auf rund 462.000 VZÄ.

Im Jahr 2021 waren insgesamt rund 211.000 Frauen in FuE beschäftigt (VZÄ). Damit hat sich ihre Zahl im Vergleich zu 2011 um rund 53.000 VZÄ erhöht. Trotz dieses merklichen Anstiegs sind Frauen in FuE mit einem Anteil von rund 28 % weiterhin unterrepräsentiert (→ **Abb. II-6**). Deutliche Unterschiede bestehen zudem zwischen den Sektoren. 2021 lag der Frauenanteil in den Hochschulen bei 45 % und in den außeruniversitären Forschungseinrichtungen sowie Ressortforschungseinrichtungen bei 42 %. Im Wirtschaftssektor stellten Frauen knapp 19 % des gesamten FuE-Personals.

FuE-Ausgaben des Bundes und der Länder

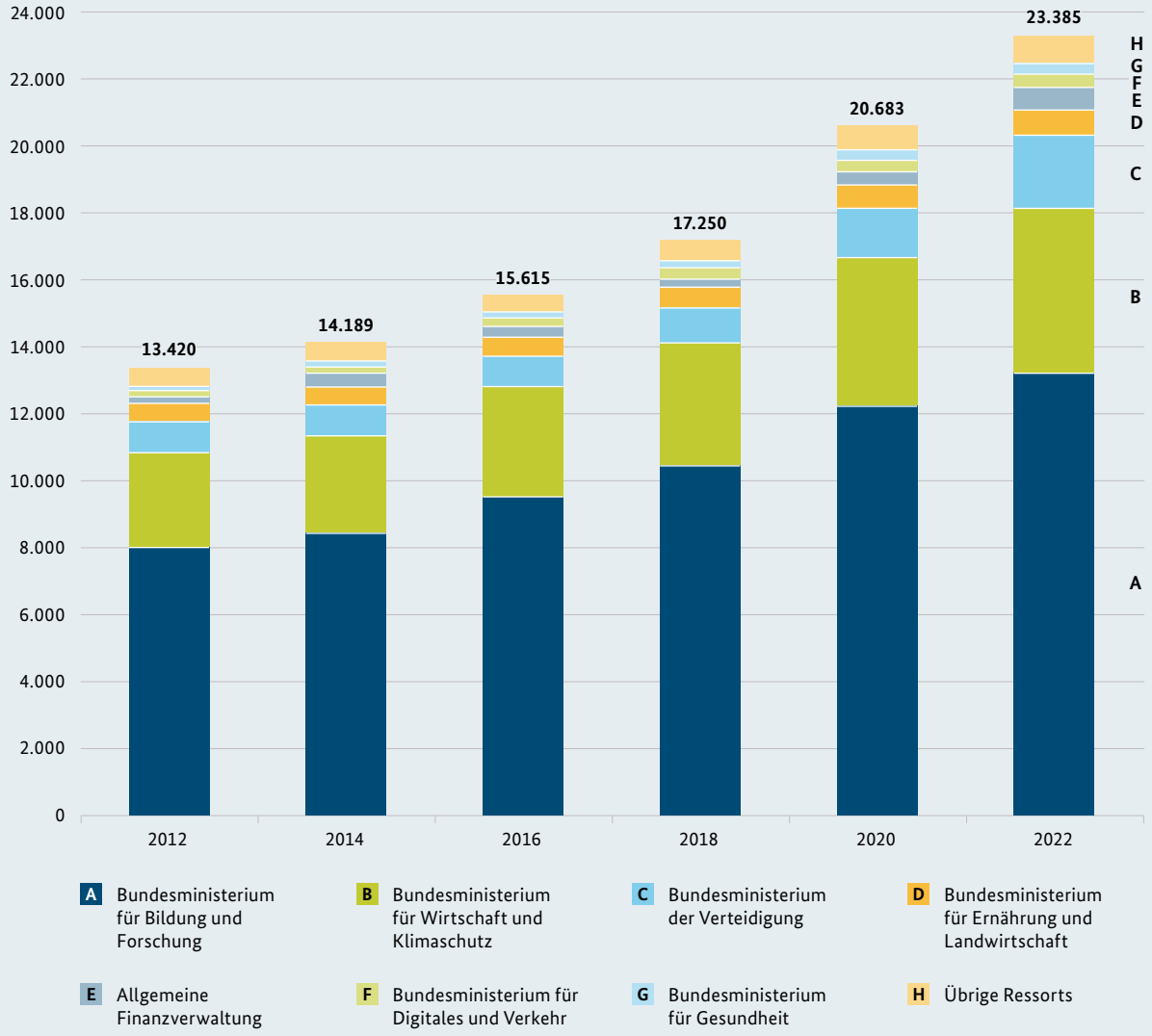
Bund und Länder sind neben der Wirtschaft die wichtigsten Geldgeber für FuE in Deutschland. Insbesondere FuE an Hochschulen, außeruniversitären Forschungseinrichtungen sowie Bundes- und Landeseinrichtungen mit FuE-Aufgaben werden im Wesentlichen durch den Bund und die Länder finanziert. Beide zusammen stellten im Jahr 2021 rund 37,4 Mrd. Euro für FuE zur Verfügung (Grundlage Finanzierungsbetrachtung).

Die Bundesausgaben für FuE betrugen im Jahr 2022 ca. 23,4 Mrd. Euro. Mit beinahe 57 % der FuE-Ausgaben des Bundes entfielen im selben Jahr mehr als die Hälfte auf das BMBF, rund 21 % auf das BMWK und rund 9 % auf das BMVg (→ **Abb. II-7**).

Die FuE-Ausgaben des Bundes fließen größtenteils in die Projektförderung, die Ressortforschung und die institutionelle Förderung. Die Ausgaben für die institutionelle Förderung beliefen sich im Jahr 2022 auf rund 10,4 Mrd. Euro. Die Ausgaben für die Projektförderung und die Ressortforschung lagen zusammen bei rund 11,2 Mrd. Euro. Davon entfielen rund 10,1 Mrd. Euro auf die direkte Projektförderung und

↗ Download von Abbildung und Daten

Abb. II-7: Ausgaben des Bundes für Forschung und Entwicklung nach Ressorts (in Mio. Euro)



Datenbasis: Datenband Tabelle 4; Datenportal des BMBF Tabelle 1.1.4

die Ressortforschung und 1,1 Mrd. Euro auf die indirekte Forschungs- und Innovationsförderung (↗ **Datenband** und → **II 2 Förderinstrumente des Bundes**).

In der vergangenen Dekade sind die bereitgestellten Mittel des Bundes für die Durchführung von FuE in Bundeseinrichtungen mit Forschungs- und Entwicklungsaufgaben kontinuierlich gestiegen. Die Ausgaben dafür wuchsen von 873 Mio. Euro (2011) auf etwa 1,5 Mrd. Euro (2022) an.

Die Länder führen eigenständige forschungs-, technologie- und innovationspolitische Fördermaßnahmen durch. Darüber hinaus übernehmen die Länder die Grundfinanzierung der Hochschulen. Die Ausgaben der Länder (ohne Kommunen) für FuE betrugen 2021 rund 15,6 Mrd. Euro. Im Vergleich zu 2011 sind die jährlichen FuE-Ausgaben der Länder um 5,4 Mrd. Euro bzw. um rund 53 % gestiegen.

↗ Eine umfassende Darstellung der FuI-Politik der Länder und statistische Daten auf Länderebene finden Sie im ***BuFI-Online-Angebot***.



Das Max-Planck-Institut zur Erforschung von Kriminalität, Sicherheit und Recht sucht für sein MAXLab Freiburg immer wieder Personen, die bereit sind, an Studien teilzunehmen.

In Fällen von überregionaler Bedeutung arbeiten Bund und Länder gemäß Art. 91b GG zusammen, um wissenschaftliche Einrichtungen und Forschungsvorhaben zu fördern. Die konkrete Ausgestaltung der gemeinsamen Forschungs- und Wissenschaftsförderung des Bundes und der Länder erfolgt auf Grundlage von Bund-Länder-Vereinbarungen. Die Gesamtmittel der gemeinsamen Förderung, die zu rund zwei Dritteln vom Bund und zu einem Drittel von den Ländern getragen werden, beliefen sich 2023 (Soll) auf rund 17,7 Mrd. Euro. Die Förderung der Einrichtungen und Vorhaben der am *Pakt für Forschung und Innovation (PFI)* beteiligten außeruniversitären Forschungseinrichtungen inklusive der Grundförderung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) summierte sich 2023 auf etwa 11,7 Mrd. Euro. Daneben wurden 2023 im Rahmen des *Zukunftsvertrags Studium und Lehre stärken* inklusive der auslaufenden Vorgängervereinbarung *Hochschulpakt 2020* rund 4,0 Mrd. Euro von Bund und Ländern zur Verfügung gestellt. Weitere wesentliche Positionen sind die Finanzierung von *Forschungsbauten, Großgeräten und Nationalem Hochleistungsrechnen an Hochschulen* (634 Mio. Euro) sowie die Mittel für die *Exzellenzstrategie* (533 Mio. Euro) (**V Zusammenarbeit zwischen Bund und Ländern**).

Weitere Informationen im Internet:

- Datenportal des BMBF
- Statistisches Bundesamt – Forschung und Entwicklung
- Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft e. V. – Wissenschaftsstatistik



Das Team RNA-drugs der SPRIND-Challenge „Broad-Spectrum Antivirals“ in der Diskussion

III Wissenschaft, Forschung und Transfer

1 Wissenschaftliche Basis 76
2 Innovationsförderung, Transfer und Gründungsgeschehen 89
3 Beteiligung an Forschung und Innovation 113
4 Fachkräfte und Zukunftskompetenzen 127
5 Agile Forschungs- und Innovationspolitik 150



Arbeiten an einer mikrobiellen Brennstoffzelle am Fraunhofer-Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik

1 Wissenschaftliche Basis

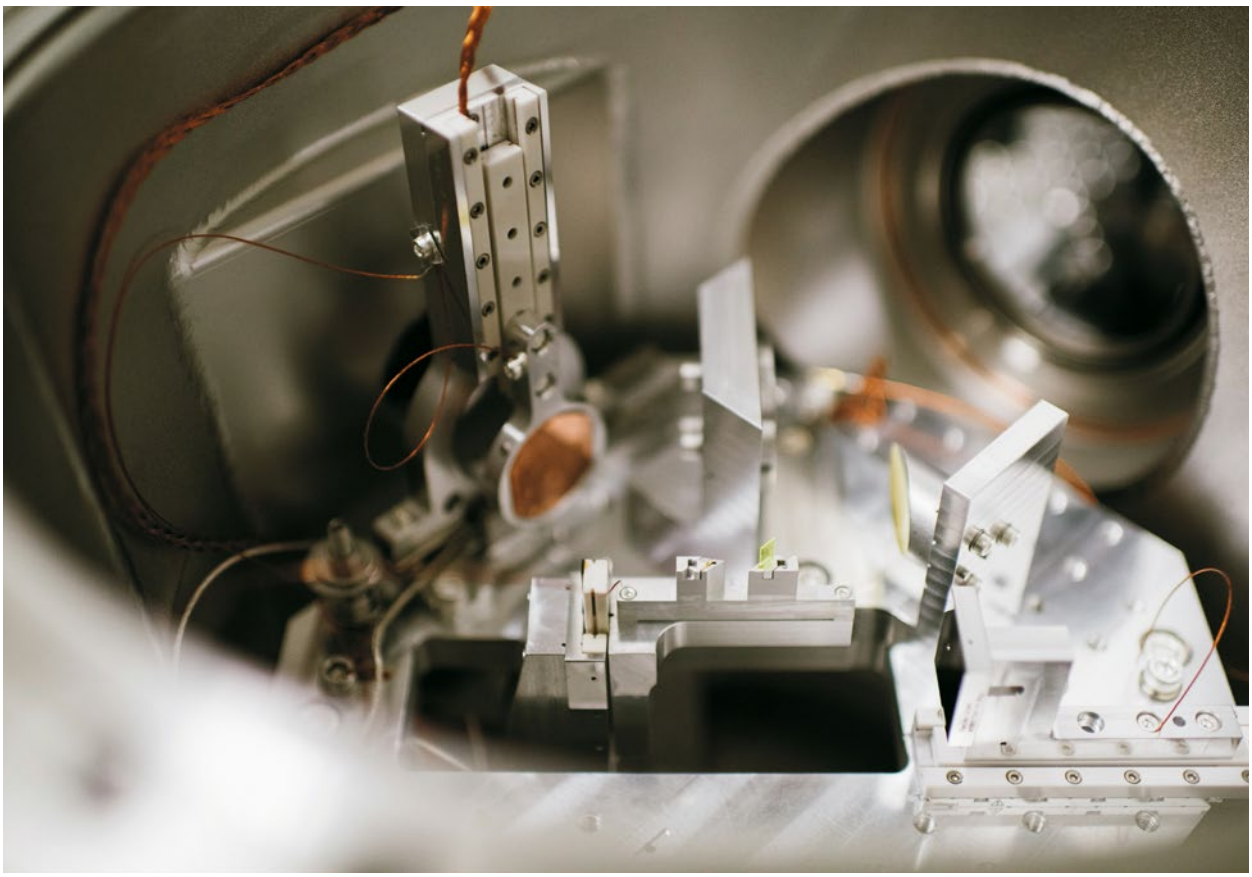
Eine freie, erkenntnisgeleitete, europäisch und international vernetzte und exzellente Grundlagenforschung erweitert die Grenzen unseres Wissens und des technisch Machbaren. Sie schafft das Fundament für die Technologien der Zukunft und zeigt neue Wege auf, wie die notwendigen Transformationsprozesse vorangebracht werden können. Wissenschaftliche Spitzenleistungen beruhen dabei auch auf dem Zugang zu leistungsfähigen Forschungsinfrastrukturen und aktuellen Forschungsdaten. Ein enger Austausch mit qualitativ hochwertiger Hochschullehre trägt dazu bei, den wissenschaftlichen Erkenntnisgewinn in die Breite zu tragen und umfassend nutzbar zu machen.

Mit der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* schafft die Bundesregierung einen wichtigen Rahmen für eine international wettbewerbsfähige Grundlagenforschung und die Bereitstellung erforderlicher wissenschaftlicher Forschungsinfrastrukturen. Im Einklang mit qualitativ hochwertiger Lehre an deutschen Hochschulen bildet dies die Basis, um dem Fortschritt von morgen den Boden zu bereiten.

Die Bundesregierung finanziert durch institutionelle Förderung und Projektförderung langfristig die Grundlagenforschung, um die Voraussetzungen für Spitzenforschung in Deutschland zu schaffen. Im Mittelpunkt steht dabei die institutionelle Finanzierung der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) und der vier großen außeruniversitären Forschungsorganisationen durch Bund und Länder. Zur Sicherung der wissenschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit beinhaltet dies auch den Aufbau, Betrieb und die Weiterentwicklung von Forschungsinfrastrukturen, Forschungsdateninfrastrukturen und Hochleistungsrechenkapazitäten auf dem aktuellen Stand der Technik.

Zudem beteiligt sich die Bundesregierung sowohl an der Finanzierung als auch an der programmatischen Ausrichtung internationaler Forschungseinrichtungen und Großgeräte. Mit dem Rahmenprogramm *Erforschung von Universum und Materie (ErUM)* setzt das BMBF zentrale Impulse für die naturwissenschaftliche Grundlagenforschung an Großgeräten.

Die Hochschullehre ist von großer Bedeutung, um das neu geschaffene Wissen aus der Grundlagenforschung in die Breite zu tragen und Zukunftskompetenzen zu stärken. Im Rahmen gemeinsamer Vereinbarungen über den *Zukunftsvertrag Studium und Lehre stärken* und *Innovation in der Hochschullehre* unterstützen Bund und Länder dauerhaft eine qualitativ hochwertige und international wettbewerbsfähige Lehre an deutschen Hochschulen.



Ein Detail des kompakten Linearbeschleunigers FLUTE am Karlsruher Institut für Technologie

1.1 Grundlagenforschung

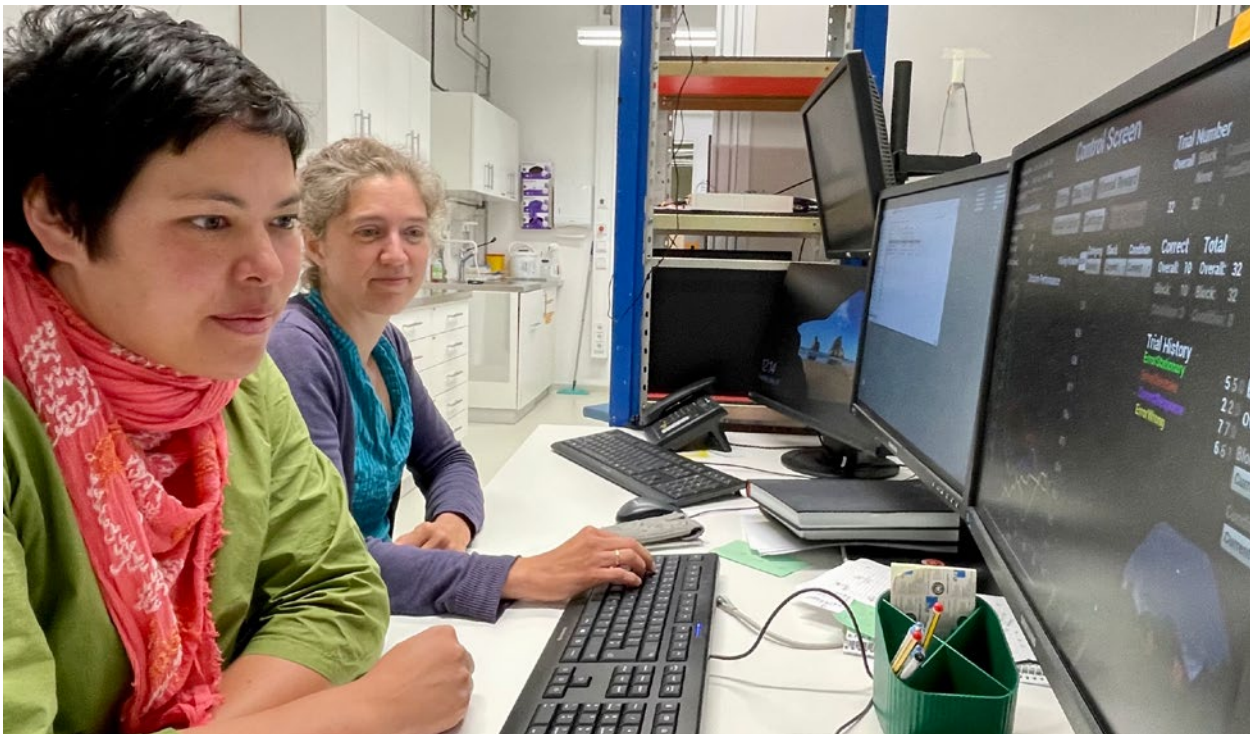
Deutschland verfügt über eine vielfältige Forschungslandschaft (**II 1 Akteure des Forschungs- und Innovationssystems**). Eine Besonderheit des deutschen FuI-Systems ist, dass neben den Hochschulen auch außeruniversitäre Forschungseinrichtungen Grundlagenforschung betreiben. Die Einrichtungen der vier Forschungsorganisationen Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e. V. (MPG), Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e. V. (HGF), Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz e. V. (Leibniz-Gemeinschaft) und die Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V. (Fraunhofer) verfügen über teilweise international einzigartige Forschungsinfrastrukturen und Großgeräte. Sie schaffen dadurch exzellente Forschungsbedingungen und Voraussetzungen für wissenschaftliche Durchbrüche.

Einen zentralen Baustein zur Finanzierung der Grundlagenforschung stellt die institutionelle Förderung der außeruniversitären Forschungseinrichtungen durch Bund und Länder dar. Mit dem *Pakt für Forschung und Innovation (PFI)* – aktuell in der vierten Phase 2021–2030 *(PFI IV)* – wird eine langfristige Stärkung der außeruniversitären Forschung gesichert (**V 2 Bund-Länder-Vereinbarungen**). Bund und Länder haben mit dem *PFI IV* forschungspolitische Zielstellungen formuliert. Sie heben u. a. die Bedeutung von Freiräumen für neue Fragestellungen und risikoreiche Forschung sowie die Digitalisierung und den Ausbau von Open Data und Open Access hervor. Gestärkt werden sollen zudem Forschungsinfrastrukturen: Ihre Öffnung für die Nutzung durch Forscherinnen und Forscher außerhalb der eigenen Organisation soll vorangetrieben werden. Auch der Ausbau des Transfers in Wirtschaft und Gesellschaft und die Vernetzung innerhalb des FuI-Systems sowie die Verbesserung der Forschungsbedingung stehen strategisch im Vordergrund. Neben der institutionellen Förderung trägt auch die Projektförderung des Bundes im Rahmen einer Vielzahl thematischer Fach- und Rahmenprogramme zur Grundlagenforschung bei.

Als größte Selbstverwaltungsorganisation der Wissenschaft in Deutschland und als Förderin exzellenter, erkenntnisgeleiteter Spitzenforschungsvorhaben wird zudem die Deutsche Forschungsgemeinschaft e. V. (DFG) gemeinsam von Bund und Ländern finanziert (**II 1.6 Weitere FuE-fördernde Akteure**).

Mit dem *Rahmenprogramm ErUM* hat das BMBF die strategische Ausrichtung für die naturwissenschaftliche Grundlagenforschung an Großgeräten festgelegt und stellt dafür bis zu 1,5 Mrd. Euro pro Jahr zur Verfügung (**IV 5 Weltraum und Meere**). Das Rahmenprogramm soll die exzellente Grundlagenforschung in Deutschland als Fundament für die Entwicklung von Zukunftstechnologien vorantreiben. Zusätzlich zu der Erforschung von Teilchen, Materie und Universum definiert das BMBF vier forschungspolitische Handlungsfelder innerhalb von *ErUM*: die Gestaltung der Großgerätelandschaft, die Förderung des MINT-Nachwuchses (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik), die nationale und internationale Vernetzung sowie die Ermöglichung von Transfer und Partizipation.

Befördert durch die zunehmende Verfügbarkeit von großen und komplexen Datensätzen und die Herausforderungen im Umgang damit entstehen an den Großgeräten Schlüsseltechnologien, wie z. B. neue Methoden für Künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen, von denen auch Wirtschaft und Gesellschaft profitieren. Der *Aktionsplan ErUM-Data – Von Big Data zu Smart Data* schafft einen strategischen Rahmen und Voraussetzungen, um das Potenzial von Daten und Digitalisierung für die naturwissenschaftliche Grundlagenforschung stärker zu nutzen. Im Fokus stehen drei Ziele: die Vernetzung relevanter Akteure und Strukturen, der Ausbau digitaler Kompetenzen sowie die Stärkung von Transfer und Kommunikation. In der Laufzeit des *Aktionsplans* (2020–2030) sind Fördermaßnahmen in Höhe von insgesamt bis zu 120 Mio. Euro vorgesehen. Für die wirkungsvolle Umsetzung der Maßnahmen des *Aktionsplans* und die Einbindung der relevanten Akteurinnen und Akteure wurde der ErUM-Data-Hub als zentrale Vernetzungs- und Transferstelle eingerichtet.



Die beiden Leiterinnen des Zero-Noise-Labs am Ernst Strüngmann Institut in Frankfurt

Das Know-how der Forschenden an Hochschulen und die herausragenden Forschungsmöglichkeiten an den Forschungsinfrastrukturen sind wichtige Faktoren bei der Erforschung von Universum und Materie. Der *Aktionsplan ErUM-Pro* fördert den Ausbau der Vernetzung zwischen beiden Seiten und zielt darauf ab, die Hochschulen bei der Weiterentwicklung der Forschungsinfrastrukturen einzubinden. Dabei sollen Ideen für innovative Messinstrumente und -methoden an den Großgeräten entwickelt und neue Anwendungen ermöglicht werden. Die Projektförderung im Rahmen des *Aktionsplans* ist zudem ein Hebel, um den Wissensstandort Deutschland zu stärken und mit den methodischen Neuerungen Zukunftsthemen zu adressieren. Für entsprechende Fördermaßnahmen sind von 2022 bis 2027 bis zu 87 Mio. Euro pro Jahr vorgesehen.

Der *Aktionsplan ErUM-Transfer – Innovationen aus der Grundlagenforschung* ebnet den Weg für mehr Transfer in Wirtschaft und Gesellschaft aus der Grundlagenforschung an Großgeräten heraus. Der Aktionsplan adressiert drei übergeordnete Handlungsfelder: Ideen auf den Weg bringen, Stakeholder einbinden und Kompetenzen stärken. So sollen Synergien ermöglicht werden, um den Pool an Wissen, Methoden und Technologien für Wirtschaft und Gesellschaft nutzbar zu machen. Im Zeitraum von 2023 bis 2033 sind Fördermaßnahmen, Vernetzungsinitiativen, Nachwuchsförderung und Maßnahmen für einen lernenden Aktionsplan vorgesehen. Um wirtschaftliche Innovationsbasis zu verbreitern, werden durch *ErUM-Transfer* auch kleine und mittlere Unternehmen (KMU) in die Grundlagenforschung an Großgeräten eingebunden.

Weitere Informationen im Internet:

- Rahmenprogramm Erforschung von Universum und Materie
- Aktionsplan ErUM-Data – Von Big Data zu Smart Data
- ErUM-Data-Hub
- Aktionsplan ErUM-Pro
- Aktionsplan ErUM-Transfer
- Pakt für Forschung und Innovation
- Pakt für Forschung und Innovation IV (2021–2030)
- Pakt für Forschung und Innovation Monitoring-Bericht 2023

1.2 Wissenschaftliche Forschungsinfrastrukturen

Instrumente und Großgeräte (wie Teilchenbeschleuniger, Photonen-, Ionen- und Neutronenquellen, Großteleskope und astronomische Observatorien), Ressourcen (wie Sammlungen, Stoff- und Datenbanken) sowie informationstechnische Infrastrukturen wie Höchstleistungsrechner sind Beispiele für große Forschungsinfrastrukturen, die wichtige Voraussetzungen für wissenschaftlichen Fortschritt schaffen. Das Portfolio an Großgeräten wird stetig weiterentwickelt, um Wissenschaft und Industrie Zugang zu leistungsfähigen Analysemethoden und -werkzeugen auf internationalem Spitzenniveau zu ermöglichen. Vor diesem Hintergrund fördert die Bundesregierung Forschungsinfrastrukturen der Grundlagenforschung, föderierte Dateninfrastrukturen, Forschungsbauten und Großgeräte an Hochschulen sowie leistungsfähige Rechenzentren für High Performance Computing (HPC).

Nationale Forschungsinfrastrukturen

Forschungsinfrastrukturen (FIS) spielen eine Schlüsselrolle für die Leistungsfähigkeit, Innovationskraft und internationale Wettbewerbsfähigkeit des Wissenschafts- und Wirtschaftsstandorts Deutschland. Sie zeichnen sich durch eine hohe Bedeutung für das jeweilige Forschungsgebiet aus und sind eine der zentralen Voraussetzungen für herausragende Grundlagenforschung und bedeutende technologische Fortschritte und Innovationen. Darüber hinaus tragen FIS zur Entwicklung von Spitzentechnologien und Entwicklung von Lösungen für große gesellschaftliche Herausforderungen bei. Aktuell ist Deutschland an weltweit mehr als zwei Dutzend einzigartiger Großgeräte der Grundlagenforschung beteiligt.

FIS und Großgeräte der Grundlagenforschung sind komplexe und anspruchsvolle Instrumente oder Serviceeinrichtungen für die Spitzenforschung, die aufgrund technologischer Herausforderungen mit vergleichsweise hohen Planungs-, Bau- und Betriebskosten verbunden sind. Dementsprechend sind die förderpolitischen Strategien und Planungszeiträume meist langfristig, d. h. oft auf mehrere Jahrzehnte, ausgelegt.

Um solche zukünftigen Investitionen forschungspolitisch zu priorisieren, hat das BMBF daher die *Nationale Roadmap für Forschungsinfrastrukturen* etabliert. Ziel dieses strategischen Instruments ist es, geplante FIS nach einem einheitlichen, fairen und transparenten Verfahren zu bewerten. Der Prozess gliedert sich in drei Teile: eine wissenschaftsgeleitete Begutachtung

Leibniz-Zentrum für Photonik in der Infektionsforschung

Durch lichtbasierte Technologien die Diagnostik und Therapie von Infektionskrankheiten verbessern – mit diesem Ziel wird in Jena ein neues Leibniz-Forschungszentrum aufgebaut. An dieser europaweit einmaligen Forschungsinfrastruktur sollen künftig Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus den Naturwissenschaften, der Technologieentwicklung, Medizin und Medizintechnik gemeinsam an Lösungen zur Bekämpfung von Infektionskrankheiten, die z. B. durch Viren oder multiresistente Keime verursacht werden, arbeiten. Dafür stellt die Bundesregierung ca. 150 Mio. Euro zu Verfügung. Während das Bauvorhaben für das LPI 2024 startet, arbeiten bereits seit 2021 mehr als 100 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an der technologischen Grundausstattung des LPI.



Visualisierung des geplanten Gebäudes des Leibniz-Forschungszentrums in Jena

durch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aller Disziplinen, eine ökonomische Begutachtung durch Sachverständige aus Wirtschaft und Wissenschaft sowie eine forschungspolitische und gesellschaftliche Einschätzung durch die Fachabteilungen des BMBF.

Die erste Roadmap führte zur Auswahl der Forschungseinrichtung ACTRIS-D für Klima- und Atmosphärenforschung (**IV 2.1 Klimaforschung für Klimaschutz**), des ER-C-2 am Ernst Ruska-Centrum für Mikroskopie und Spektroskopie mit Elektronen sowie des Leibniz-Zentrums für Photonik in der Infektionsforschung (LPI) (**Infobox: Leibniz-Zentrum für Photonik in der Infektionsforschung**).

Bund und Länder fördern seit 2007 gemeinsam Forschungsbauten und Großgeräte an Hochschulen (**V 2 Bund-Länder-Vereinbarungen**). Diese Förderung hat zum Ziel, die infrastrukturellen Voraussetzungen der deutschen Hochschulen für die erfolgreiche Teilnahme am nationalen und internationalen Wettbewerb in der Forschung zu verbessern. Für die Förderung von Forschungsbauten stellen Bund und Länder jährlich bis zu 401 Mio. Euro sowie 170 Mio. Euro zusätzlich für Großgeräte zur Verfügung.

Weitere Informationen im Internet:

- Forschungsinfrastrukturen
- Landschaft der Forschungsinfrastrukturen
- Forschungsbauten und Großgeräte



Arbeiten im zu ACTRIS gehörenden Kalibrierlabor am Forschungszentrum Jülich

Europäische und internationale Forschungsinfrastrukturen

Die Bundesregierung arbeitet auch auf europäischer und internationaler Ebene zu gemeinsamen multinationalen FIS zusammen. Im Rahmen des Europäischen Strategieforums für Forschungsinfrastrukturen (engl. European Strategy Forum on Research Infrastructures; ESFRI), in dem sich die Bundesregierung engagiert, werden die wichtigsten strategischen Planungen für gemeinsame FIS in Europa koordiniert (**VI 3.1 Europäischer Forschungsraum**). Seit 2006 führt die ESFRI ein europäisches Roadmap-Verfahren durch, in dem die wichtigsten Planungen von EU-Mitgliedstaaten und assoziierten Staaten für gemeinsame Forschungsinfrastrukturvorhaben in Europa gebündelt werden.

Europäische Forschungsinfrastrukturen umfassen Einrichtungen aus den Bereichen Daten, digitale Forschung und Großrechner, Energie, Umwelt, Gesundheit und Ernährung, Physik und Ingenieurwesen sowie soziale und kulturelle Innovationen. Von den 41 Landmark-Einrichtungen der ESFRI-Roadmap – das sind bestehende FIS und solche, die eine fortgeschrittene Umsetzungsphase erreicht haben – werden 26 mit deutscher Beteiligung betrieben. Zu den größten europäischen FIS gehören neben Teleskopen (**IV 5.1 Erforschung des Universums**) vor allem Teilchenbeschleuniger und Strahlenquellen.

Die European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) betreibt in Grenoble, Frankreich, eine hochleistungsfähige Synchrotron-Röntgenquelle für Forschungszwecke. Neben speziellen Experimenten in der Radiobiologie, der Grundlagenphysik und der physikalischen Chemie ist die ESRF unabdingbar für Strukturanalysen in der Festkörperphysik, der Molekularbiologie, der Materialwissenschaft sowie für Diagnose und Therapie in der Medizin.

Am gleichen Standort wird am Institut Institut Laue-Langevin (ILL) der weltweit leistungsstärkste Hochflussreaktor zur Neutronenforschung betrieben. Die Untersuchungsgebiete reichen von technischen Anwendungen bis hin zu Biologie und Gesundheit. Neutronen sind der Schlüssel zu vielen wichtigen Fragen im Zusammenhang mit den grundlegenden Gesetzen, die unser Universum bestimmen. Bis Ende 2024 wird ein umfassendes Modernisierungsprogramm zur weiteren Steigerung der Leistungsfähigkeit der Messinstrumen-

te abgeschlossen sein. Das dem ILL zugrunde liegende Regierungsübereinkommen wurde für die Vertragsperiode 2024 bis 2033 verlängert.

Künftig wird die European Spallation Source (ESS), die im schwedischen Lund errichtet wird, das Flaggschiff für die Forschung mit Neutronen darstellen: Die Anlage wird ab der geplanten Inbetriebnahme im Jahr 2027 Neutronenstrahlung mit der weltweit höchsten Intensität liefern.

Ebenfalls im Bau befindet sich die Beschleunigeranlage FAIR (Facility for Antiproton and Ion Research) in Darmstadt mit einem supraleitenden Ringbeschleuniger als Herzstück. Dort lassen sich künftig kleinste Teilchen erforschen und Prozesse aus dem Universum im Labor nachstellen und untersuchen. Mit der neuen Beschleunigeranlage sollen z. B. die Entstehung schwerer Elemente im Universum erforscht und neue Tumortherapien mit schweren Elementen entwickelt werden. FAIR soll in einer ersten Ausbaustufe 2029 in Betrieb gehen.

Zu den weiteren Großgeräten mit deutscher Beteiligung zählt der European X-Ray Free-Electron Laser (XFEL) in Schenefeld (Schleswig-Holstein), der seit 2017 extrem kurz getaktete Laserimpulse im Röntgenspektralbereich liefert und dessen 3,4 km langer Elektronenbeschleuniger bereits auf dem Campus des Deutsche Elektronen-Synchrotron DESY in Hamburg beginnt. Das DESY betreibt die Röntgenquellen PETRA III und FLASH. Mithilfe dieser Anlagen können biochemische und physikalische Prozesse im Nanometerbereich besser verstanden werden. Der Elektronenringbeschleuniger BESSY II am Helmholtz-Zentrum Berlin dient vor allem der Energie-Material-Forschung, z. B. für Anwendungen im Bereich der erneuerbaren Energien.

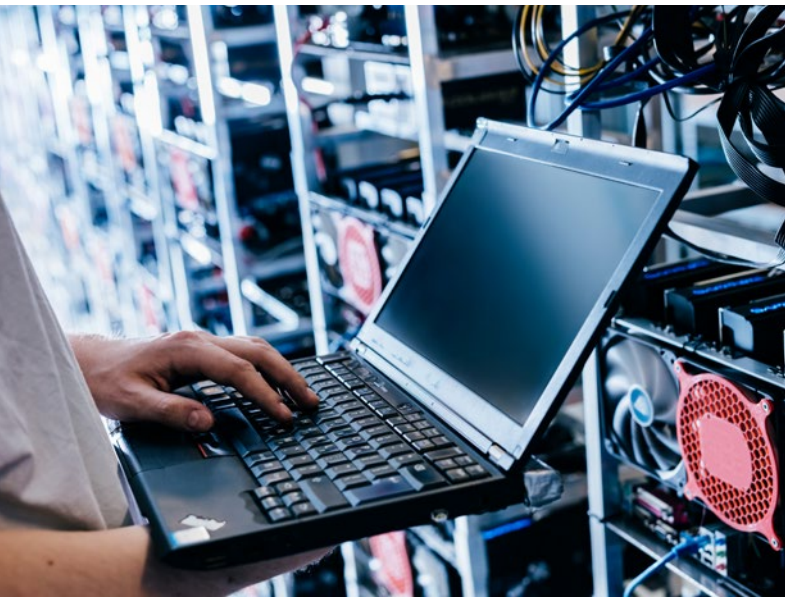
Fragen zum Aufbau und zu den grundlegenden Bausteinen und Wechselwirkungen des Universums stehen im Mittelpunkt der Arbeit des CERN, der europäischen Organisation für Kernforschung. Diese betreibt seit 2009 bei Genf in der Schweiz mit dem Teilchenbeschleuniger Large Hadron Collider (LHC) die weltweit größte Forschungsinfrastruktur auf dem Gebiet der Teilchenphysik. Erforscht werden insbesondere die kleinsten Teilchen wie Neutrinos und Higgs-Teilchen. Voraussichtlich im Jahr 2029 wird mit dem High-Luminosity Large Hadron Collider (HL-LHC) ein Upgrade des LHC abgeschlossen. Bereits angestoßen sind Machbarkeitsstudien zu potenziellen Nachfolgeprojekten des LHC. Unter anderem wurde eine Konzeptstudie des FCC (Future Circular Collider), eines ca. 100 km langen Ringbeschleunigers, in den Strategieprozess *European Strategy for Particle Physics* eingebracht. Das CERN, getragen von derzeit 23 Vollmitgliedstaaten und zahlreichen assoziierten Mitgliedern auch außerhalb Europas, organisierte diesen Prozess als Koordinator und Sprachrohr für die gesamte europäische Teilchenphysik – und ist damit ein Beispiel für erfolgreiche Science Diplomacy (**VI 1.2 Science Diplomacy: Schnittstelle zwischen Wissenschaft, Politik und Diplomatie**).

Das BMBF übernimmt etwa 21 % der Beiträge zum jährlich etwa 1,4 Mrd. CHF, etwa 1,5 Mrd. Euro, umfassenden CERN-Haushalt. Deutschland ist damit der größte Beitragszahler. Mit der vom BMBF geförderten Informationsplattform „Weltmaschine“ werden Wissen und aktuelle Aktivitäten zum LHC bzw. des CERN einer breiten interessierten Öffentlichkeit vermittelt.

Auch im Weltraum werden Forschungsinfrastrukturen wie Satelliten, Weltraumteleskope, die Internationale Raumstation ISS und Raumsonden in internationaler Zusammenarbeit mit deutscher Unterstützung gebaut und weiterentwickelt (**IV 5.1 Erforschung des Universums**).

Weitere Informationen im Internet:

- European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI, engl.)
- ESFRI Roadmap 2021
- Helmholtz-Gemeinschaft – Forschungsinfrastrukturen
- European Synchrotron Radiation Facility (ESRF, engl.)
- Institut Max von Laue – Paul Langevin (ILL, engl.)
- European Spallation Source (ESS, engl.)
- Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR, engl.)
- European X-Ray Free-Electron Laser (XFEL, engl.)
- Deutsche Elektronen-Synchrotron DESY
- Elektronenringbeschleuniger BESSY II
- Europäische Organisation für Kernforschung CERN (engl.)
- Informationsplattform „Weltmaschine“



Forschungsdateninfrastrukturen

Daten sind ein zentraler „Rohstoff“ der Zukunft. Deren Verfügbarkeit und Nutzung tragen zu wissenschaftlichem Erkenntnisgewinn bei, sind Grundlagen in vielfältigen Anwendungsgebieten und für datenbasierte Geschäftsmodelle und unterstützen Politik und Verwaltung in ihrem evidenzbasierten und wirkungsorientierten Handeln.

Für den wissenschaftlichen Fortschritt und Innovationen, insbesondere in der Datenökonomie, ist der systematische, dauerhafte Zugang zu digitalisierten Datenbeständen unverzichtbar. Um die verantwortungsvolle Bereitstellung und Nutzung von Daten zu verbessern, hat die Bundesregierung im August 2023 die weiterentwickelte *Datenstrategie* vorgelegt, die auch den Aufbau nationaler und europäischer Dateninfrastrukturen vorsieht.

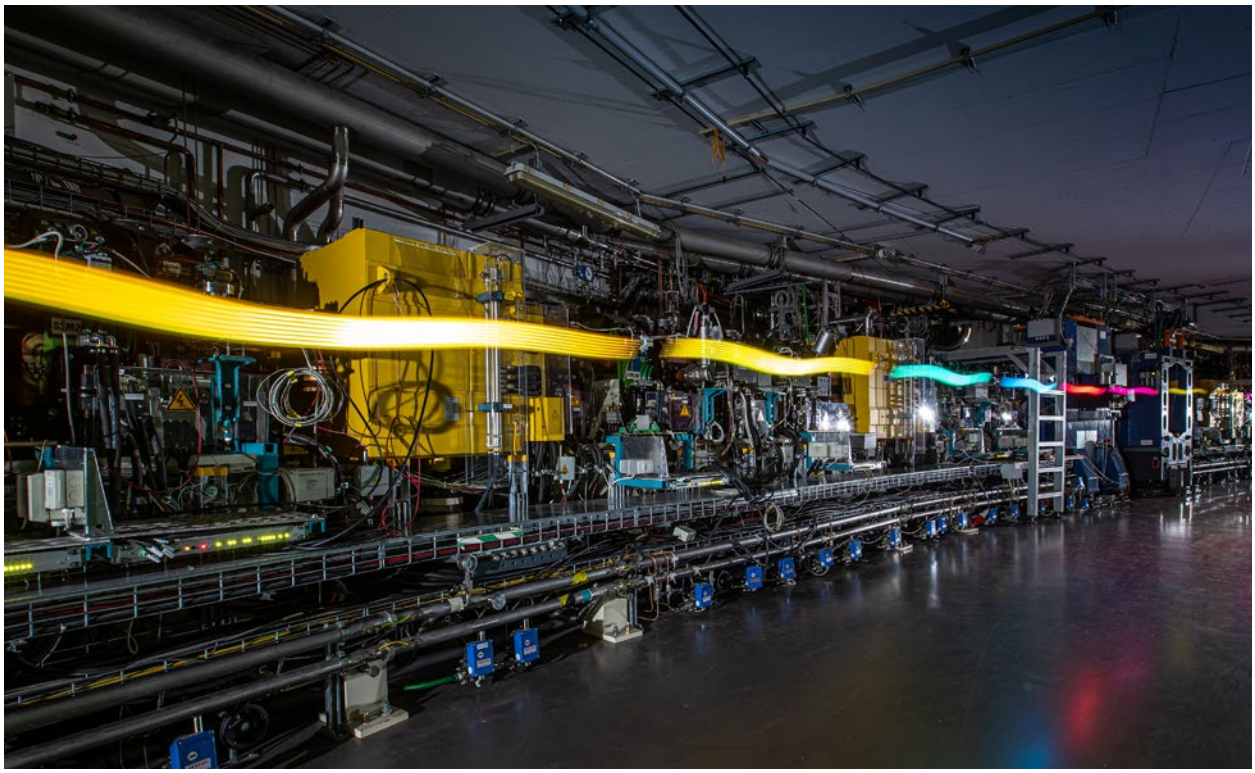
Eine Dateninfrastruktur umfasst technische Komponenten wie Hardware, Software und digitale Services und bildet die Voraussetzung, um Daten zu speichern, zu verwalten und zu nutzen. Zugleich werden Dateninfrastrukturen benötigt, die in der Lage sind, gewaltige und hochkomplexe Datenmengen auszuwerten, und somit die Nutzung der Vorteile datengetriebener Wissenschaft möglich machen.

Mit der *Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI)* sollen Datenbestände der Forschung, die bislang an verschiedenen Orten lediglich projektbezogen und temporär gelagert wurden, für das deutsche Wissenschaftssystem gesichert, erschlossen, vernetzt und zugänglich gemacht werden. Ziel ist, dass Forschungsdaten intensiver genutzt werden, um wissenschaftliche Erkenntnisse und Innovationen zu ermöglichen und somit gesellschaftlichen Mehrwert zu generieren. Die *NFDI* erarbeitet Standards für das interoperable Datenmanagement und schafft eine gemeinsame Basis in Bezug auf Datenschutz, Souveränität, Integrität und Qualität der Daten. Maßgeblich ist dabei auch die Anwendung der FAIR-Prinzipien, d. h., Daten sollen wiederauffindbar, zugänglich, interoperabel und wiederverwendbar sein (engl. Findable, Accessible, Interoperable, Reusable; FAIR).

Bund und Länder stellen bis 2028 jährlich bis zu 90 Mio. Euro für die Förderung der *NFDI* zur Verfügung. Hiermit werden 27 Konsortien aus Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Datenzentren und Infrastruktureinrichtungen darin unterstützt, existierende Datensammlungen und Dienste zusammenzuführen und neue, übergreifende Dienste und Lösungen für das Forschungsdatenmanagement zu etablieren. Die *NFDI*-Konsortien gestalten gemeinsam mit dem *NFDI*, der für die Koordination der Aktivitäten der *NFDI* zuständig ist, die Zukunft des Forschungsdatenmanagements in Deutschland.

Projekt FAIR Data Spaces

Um den Transfer von Forschungsergebnissen in die Anwendung im Bereich der Datennutzung voranzutreiben, fördert das BMBF das Initiativprojekt FAIR Data Spaces (2021–2024), das den Aufbau eines gemeinsamen cloudbasierten Datenraums für Wissenschaft und Wirtschaft zum Ziel hat. Dazu werden in dem Projekt ein Konzept und eine gemeinsame technische Basis für den Austausch zwischen Gaia-X und der *NFDI* entwickelt. Nicht zuletzt soll demonstriert werden, wie Gaia-X auch für Forschungsdaten verwendet werden kann. Darüber hinaus stimmen sich auch Gaia-X und die EOSC hinsichtlich potenzieller Synergien und Wege der Zusammenarbeit ab.



Blick in den Elektronenspeicherring BESSY II am Helmholtz-Zentrum Berlin für Materialien und Energie

Durch die Europäische Cloud für offene Wissenschaften (engl. European Open Science Cloud; EOSC) soll auf europäischer Ebene eine vertrauenswürdige Umgebung geschaffen werden, in der die wissenschaftliche Gemeinschaft Forschungsdaten sicher speichern, grenzüberschreitend austauschen und gemeinsam (weiter) nutzen kann. Die EOSC integriert existierende bzw. geplante nationale und europäische Maßnahmen zum Aufbau von Forschungsdateninfrastrukturen und zur Förderung von Open Science. Die *NFDI* ist in diesem Sinne ein wichtiger Beitrag Deutschlands zur Umsetzung der EOSC. Seit 2021 wird die EOSC im Rahmen einer strategischen Partnerschaft zwischen EU-Mitgliedsländern, der EOSC Association und der Europäischen Kommission mit Mitteln aus dem Forschungsrahmenprogramm *Horizont Europa* unterstützt. Die EOSC Association bringt Stakeholder aus der europäischen Forschungsgemeinschaft zusammen, die die EOSC gestalten und ihre Weiterentwicklung fördern. Im Gegensatz zum Wissenschaftsfokus der EOSC richtet sich die europäische Dateninfrastruktur Gaia-X vor allem an Unternehmen, Bürgerinnen und Bürger (→ **IV 4.3 Dateninfrastrukturen und -verfügbarkeit**).

Weitere Informationen im Internet:

- Datenstrategie der Bundesregierung
- Informationen zur Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI)
- Webseite Nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI)
- European Open Science Cloud (EOSC, engl.)
- EOSC Association (engl.)
- GO FAIR Initiative (engl.)
- Gaia-X
- NFDI – FAIR Data Spaces

High Performance Computing

Simulationen zum Klimawandel, Anwendungen Künstlicher Intelligenz, Viren- und Materialforschung – dafür ist Hoch- und Höchstleistungsrechnen (engl. High Performance Computing; HPC) notwendig. Es ist ein essenzielles Werkzeug in vielen Bereichen der Forschung, ist Grundlage innovativer Wertschöpfung und als Schlüsseltechnologie ein entscheidender Erfolgsfaktor für den Wissenschafts- und Forschungsstandort Deutschland.

JUWELS – Leistungsstärkster Supercomputer Deutschlands

Der 2018 eingeweihte Supercomputer JUWELS im Forschungszentrum Jülich ist weiterhin Deutschlands schnellster Computer und zählt zu den leistungsstärksten Rechnern Europas. Die Hauptaufgabe von JUWELS besteht in der Simulation komplexer wissenschaftlicher Zusammenhänge, u. a. in den Ingenieurwissenschaften, den Lebenswissenschaften, der Sicherheitsforschung, Astronomie, Physik und in der Chemie. JUWELS bringt zudem seine Rechenleistung in das Gauss Centre for Supercomputing (GCS) ein. Zukünftig wird JUPITER, der deutlich schneller als JUWELS sein wird, den wachsenden Bedarf an Supercomputing-Leistung bedienen.

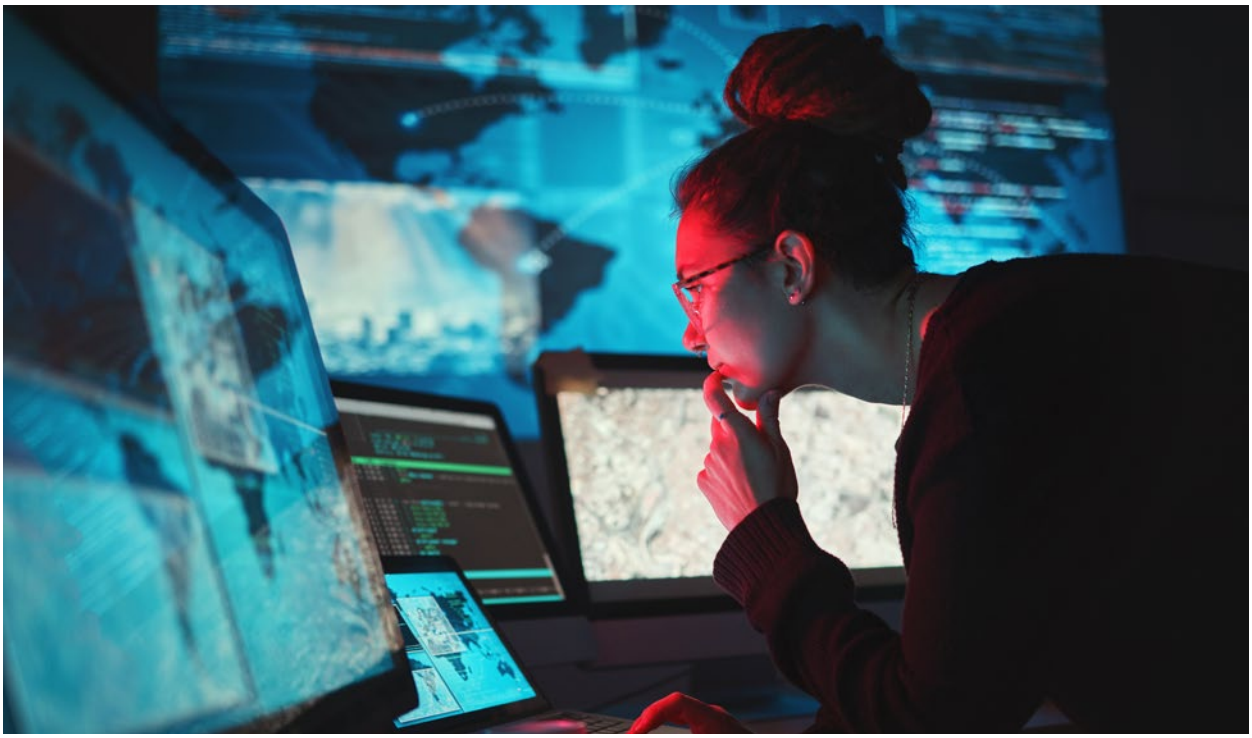


Supercomputer JUWELS im Forschungszentrum Jülich

Die Bundesregierung finanziert daher ein umfassendes Portfolio von Rechnern und Kompetenzen, das dem Bedarf von Wissenschaft und Forschung in der Industrie auch künftig gerecht wird. Dazu richtet das BMBF mit dem Programm *Hoch- und Höchstleistungsrechnen für das digitale Zeitalter – Forschung und Investitionen zum High-Performance-Computing* die Förderung und Finanzierung des HPC in Deutschland strategisch aus. Für das Programm, das 2021 initiiert wurde, stehen bis 2024 mehr als 300 Mio. Euro sowie zusätzliche Mittel aus dem Konjunkturpaket bereit, um den Ausbau, den Betrieb und die Vernetzung von Hoch- und Höchstleistungsrechnern zu fördern und somit exzellente Forschung und Innovationen zu ermöglichen. Das BMBF schafft damit die Voraussetzungen für nachhaltige und leistungsfähige Datentechnologien, -anwendungen und -infrastrukturen und leistet einen Beitrag zur digitalen und technologischen Souveränität Deutschlands und der Europäischen Union.

Das deutsche, auch an die internationale Wissenschaft gerichtete HPC-Angebot ist in drei Ebenen strukturiert. Die erste Ebene bilden die drei leistungsfähigsten Rechenzentren Deutschlands unter dem Dach des Gauss Centre for Supercomputing (GCS). Diesem gehören das Höchstleistungsrechenzentrum der Universität Stuttgart, das Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften in Garching und das Jülich Supercomputing Centre an. Die Förderung wird paritätisch durch das BMBF sowie die Länder Baden-Württemberg, Bayern und Nordrhein-Westfalen gewährleistet. Die Aufgabe des GCS ist es, wissenschaftliche Entdeckungen zu fördern, indem deutschen und europäischen Forschenden zum einen Zugang zu hochmodernen HPC-Ressourcen ermöglicht wird und zum anderen bestmögliche Expertise, Dienstleistungen und Unterstützung geboten werden. Die zweite Ebene umfasst momentan neun überregionale HPC-Zentren mit Hochleistungsrechnern an Forschungseinrichtungen und Hochschulen. Das BMBF unterstützt gemeinsam mit den Ländern seit 2019 den Verbund Nationales Hochleistungsrechnen (NHR), der aktuell aus neun Hochschul-Rechenzentren besteht. Neben der flächendeckenden und bedarfsgerechten Bereitstellung von Hochleistungsrechenkapazitäten an Hochschulen verfolgt die Bund-Länder-Förderung Ziele der standortübergreifenden und interdisziplinären Zusammenarbeit sowie der Stärkung der Methodenkompetenz. Zudem wird der zunehmenden Nachfrage nach wissenschaftlichem Rechnen und den digitalen Anforderungen zukunftsgerichteter Wissenschaft nachgekommen. Für die Beschaffung und den Betrieb – über eine Dauer von mindestens zehn Jahren – stehen jährlich bis zu 62,5 Mio. Euro zur Verfügung.

Die dritte Ebene bilden vor allem regionale Rechenzentren, die eine Vielzahl von Anwendungen mit geringeren Leistungsanforderungen bedienen. Drei Rechenzentren der ersten Ebene, 16 Zentren der zweiten und dritten Ebene und das Deutsche Forschungsnetz (DFN) haben sich zudem in der Gauß-Allianz zusammengeschlossen. Der gemeinnützige



Verein fördert Forschungsaktivitäten zum Thema HPC, verbessert die internationale Sichtbarkeit deutscher Forschungsanstrengungen, bietet Veranstaltungen und Beratung und veröffentlicht eigene wissenschaftliche Ergebnisse.

Darüber hinaus betreiben Forschungseinrichtungen wie das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) eigene Hochleistungsrechner. Die HPC-Cluster CARO und CARA (Computer for Advanced Research in Aerospace) an den DLR-Standorten Göttingen und Dresden werden z. B. für spezifische Fragestellungen der Flugzeugentwicklung sowie zur FuE in den Bereichen Windkraftanlagen und Züge der Zukunft eingesetzt.

Um ein ganzheitliches Ökosystem des HPC weiterzuentwickeln, beteiligt sich Deutschland mit dem GCS am *Joint Undertaking European High Performance Computing (EuroHPC)*. Mit dieser Initiative fördert die Europäische Kommission im Verbund mit 32 europäischen Staaten sowie drei Partnern aus der Industrie die Beschaffung von Rechenkapazitäten, Forschungsprojekte zu Grundlagen und Anwendungen für HPC sowie den Ausbau von HPC-Kompetenzen in Europa. Im Rahmen dessen entsteht mit JUPITER bis Ende 2024 der erste europäische Rechner der aktuell führenden Leistungsklasse Exascale am GCS-Standort Forschungszentrum Jülich. Über die *Partnership for Advanced Computing in Europe (PRACE)* haben aktuell Forscherinnen und Forscher aus 25 Staaten Zugang zu Supercomputern, u. a. zu den deutschen Höchstleistungsrechnern des GCS.

Weitere Informationen im Internet:

- Hoch- und Höchstleistungsrechnen
- Gauss Centre for Supercomputing (engl.)
- Gauß-Allianz
- High-Performance Computing Center Stuttgart
- Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
- Jülich Supercomputing Centre
- Verein für Nationales Hochleistungsrechnen
- European High Performance Computing (EuroHPC, engl.)
- Partnership for Advanced Computing in Europe (PRACE, engl.)
- Forschungsbauten, Großgeräte und Nationales Hochleistungsrechnen an Hochschulen

1.3 Hochschullehre

Auf dem Weg zur Verbreitung neuer Erkenntnisse aus der Grundlagenforschung und deren Anwendung nehmen die Hochschulen bzw. die Hochschullehre wichtige Positionen ein. Gleichzeitig lädt die Hochschullehre dazu ein, wissenschaftliche Erkenntnisse zu diskutieren, zukunftsrelevante Fragen zu reflektieren und durch die wissenschaftliche Ausbildung von Studierenden Fachwissen in die Breite der Gesellschaft einzubringen. Mit den Vereinbarungen über den *Zukunftsvertrag Studium und Lehre stärken* sowie über *Innovation in der Hochschullehre* unterstützen Bund und Länder dauerhaft eine qualitativ hochwertige und international wettbewerbsfähige Lehre an deutschen Hochschulen (→ **V 2 Bund-Länder-Vereinbarungen**).

Die Qualität von Studium und Lehre und die bedarfsgerechte Sicherung von Studienkapazitäten an den Hochschulen in Deutschland haben für Bund und Länder einen hohen Stellenwert. Diesen Prioritäten trägt der *Zukunftsvertrag Studium und Lehre stärken* (kurz: *Zukunftsvertrag*) Rechnung. Vor dem Hintergrund rückläufiger Erstsemesterzahlen – von 428.000 (Wintersemester 2012/13) auf 398.000 (Wintersemester 2022/23) – steht die Verbesserung der Qualität von Studium und Lehre bei gleichzeitigem Erhalt der vorhandenen Studienkapazitäten im Mittelpunkt des *Zukunftsvertrags*. Dafür stellt der *Zukunftsvertrag* zusätzlich zu der Grundfinanzierung der Hochschulen dauerhaft einen jährlichen Betrag von rund 4 Mrd. Euro bereit, der im Zeitraum von 2023 bis 2027 dynamisiert wird. Dieser Betrag wird je zur Hälfte von Bund und Ländern finanziert. Neben dem Ausbau von dauerhaften Beschäftigungsverhältnissen des Lehrpersonals an Hochschulen werden u. a. innovative Lehr- und Lernkonzepte, Beratungs- und Betreuungsangebote sowie digitale Lehrangebote und Infrastruktur gefördert.

Der Bund-Länder-Hochschuldialog zu den kapazitätsrechtlichen Regelungen der Länder soll eruieren, inwiefern die Ausgestaltung, Weiterentwicklung und Umsetzung der Regelungen zur Verbesserung von Studium und Lehre beitragen können.



Eine qualitativ hochwertige und international wettbewerbsfähige Lehre an deutschen Hochschulen – dieses Ziel verfolgen Bund und Länder mit der *Vereinbarung über Innovation in der Hochschullehre* und der Ende 2020 errichteten *Stiftung Innovation in der Hochschullehre*. Kernaufgabe der Stiftung ist die Förderung von zukunftsweisenden Projekten zur strategisch-strukturellen Stärkung der Hochschulen in Studium und Lehre, zu aktuellen und themenbezogenen Herausforderungen sowie zur themenoffenen Erprobung neuer Ideen bzw. des Transfers erprobter Ansätze auf andere Fächer und Hochschulen. Mit jährlich 150 Mio. Euro soll so Hochschullehre kontinuierlich und langfristig modernisiert werden, damit sie sich an wandelnde Herausforderungen, Rahmenbedingungen und Möglichkeiten anpassen kann. Weiterhin liegt ein Fokus auf der Organisation eines fachbezogenen sowie themen- und länderübergreifenden Austauschs und der Vernetzung sowie dem Wissenstransfer.

Die Digitalisierung verändert die Hochschullehre und die Wege akademischer Wissensvermittlung. Die Nutzung digitaler Technologien hat dabei das Potenzial, die Hochschulbildung offener, gerechter, internationaler und leistungsfähiger zu machen. In diesem Zusammenhang zielt das BMBF mit seinem Förderschwerpunkt *Digitale Hochschulbildung* darauf

University:Future Festival 2023

Die Stiftung Innovation in der Hochschullehre hat gemeinsam mit dem Hochschulforum Digitalisierung, einem Think-and-Do-Tank, der die Community um das Thema Digitalisierung in Studium und Lehre vernetzt, sowie mit weiteren Partnern im April 2023 das University:Future Festival ausgerichtet. Acht thematische Tracks zu digitalem und hybridem Lehren und Lernen widmeten sich u. a. „AI & Technology“ (über kompetenten Umgang von Studierenden mit KI), „Spaces & hybrid concepts“ (zu hybriden Lehrkonzepten und lernendengerechter Gestaltung physischer und digitaler Räume) und „Openness & Vision“ (zu offener Hochschullehre und Open Educational Resources). Von der Stiftung geförderte Projekte hatten nach erfolgreichem Durchlaufen eines Auswahlprozesses die Gelegenheit, ihre Arbeit vorzustellen. Insgesamt wurden rund 3.900 Teilnehmende, darunter Lehrende, Hochschulleitungen, Didaktikerinnen und Didaktiker, Studierende und Personen der Zivilgesellschaft, erreicht.



Bei einer der hybriden Veranstaltungen des University: Future Festivals 2023

ab, entsprechendes Handlungswissen zu entwickeln und optimale Rahmenbedingungen zu erforschen. Im Rahmen der zuletzt vom BMBF veröffentlichten vierten Förderlinie werden seit 2021 Forschungsprojekte gefördert, die sich Innovationen in der Hochschulbildung durch Künstliche Intelligenz (KI) und Big Data widmen.

Dem Thema KI widmet sich auch der KI-Campus, eine offene digitale Lernplattform, die KI-Kompetenzen durch kostenlose Lernangebote wie Online-Kurse, Videos und Podcasts vermittelt und sich dabei gleichermaßen an Bildungseinrichtungen, Hochschulen, Unternehmen und Einzelpersonen richtet. Das Lernangebot des KI-Campus umfasst sowohl eigens entwickelte als auch extern verfügbare Lernangebote. Darüber hinaus mobilisiert der KI-Campus auch eine Community zum Thema KI, in der Lernende, Erfahrungsträgerinnen und Erfahrungsträger sowie relevante Akteurinnen und Akteure aus Lehre, Forschung, Wirtschaft, Gesellschaft und Politik vernetzt werden.

An die Hochschulen wendet sich die Bund-Länder-Förderinitiative *KI in der Hochschulbildung*, mit der Bund und Länder die Hochschulen dabei unterstützen, Künstliche Intelligenz besser in der Lehre zu nutzen und Kompetenzen in dieser Schlüsseltechnologie bei Hochschulpersonal sowie Studierenden zu fördern. Die Förderung umfasst sowohl die Qualifizierung zukünftiger akademischer Fachkräfte durch die Vermittlung von KI als Studieninhalt als auch Maßnahmen, welche die Qualität, Leistungsfähigkeit und Wirksamkeit der Hochschulbildung durch den Einsatz von KI verbessern. Nach Veröffentlichung der entsprechenden Förderrichtlinie im Jahr 2021 wurden 14 Verbund- sowie 40 Einzelvorhaben an insgesamt 81 Hochschulen zur Förderung ausgewählt.

Weitere Informationen im Internet:

- Innovation in der Hochschullehre
- Verwaltungsvereinbarung Innovation in der Hochschullehre
- Stiftung Innovation in der Hochschullehre
- University:Future Festival
- Hochschulforum Digitalisierung
- Zukunftsvertrag Studium und Lehre stärken
- Verwaltungsvereinbarung Zukunftsvertrag Studium und Lehre stärken
- Digitale Hochschulbildung
- KI Big Data in der Hochschulbildung
- KI-Campus
- KI in der Hochschulbildung

Weiterführende Verweise zu diesem und anderen Kapiteln finden Sie unter ***BuFI-Online-Angebot: Linkportal***.



Mitarbeitende am Zentrum für Türkeistudien und Integrationsforschung im Gespräch

2 Innovationsförderung, Transfer und Gründungsgeschehen

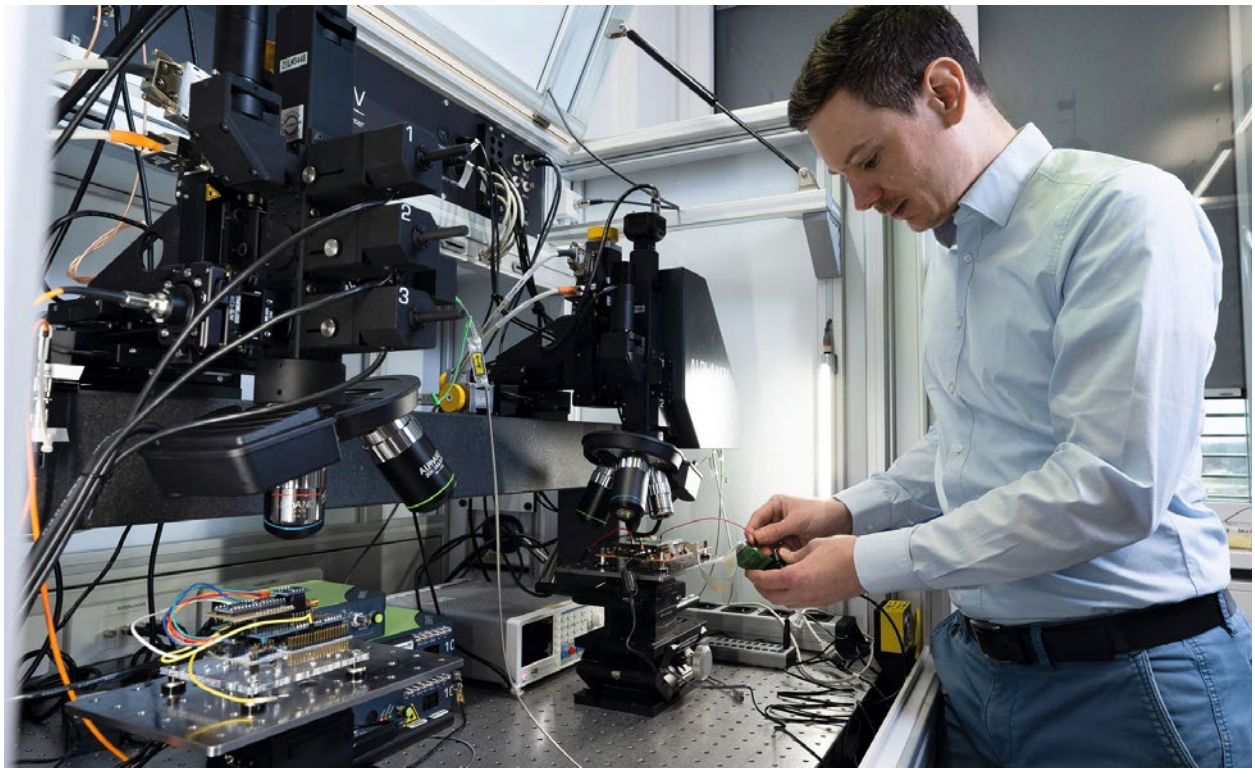
Um gesellschaftlichen Wandel aktiv zu gestalten und die Wirtschaft nachhaltig zu modernisieren, ist die breite Stärkung der Innovationskraft eine Priorität der Bundesregierung. Sie fördert Innovationen, Transfer und Gründungen mit themenspezifischen und -offenen Programmen und Maßnahmen sowie verschiedenen Innovationsagenturen. Der Förderung liegt dabei ein weit gefasster Innovationsbegriff zugrunde, der technologische sowie soziale Neuerungen in den Blick nimmt. Diese haben das Potenzial, zu gesellschaftlichem Fortschritt und höherer Lebensqualität beizutragen.

Die *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* begreift Innovationsförderung und Transfer sowie die Stärkung des Gründungsgeschehens als ein zentrales Querschnittsthema für die Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen. Deutschland verfügt über ein leistungsfähiges Wissenschaftssystem mit Hochschulen und Forschungseinrichtungen, die exzellente Grundlagen- und angewandte Forschung betreiben. Auf Basis der von ihnen gewonnenen Erkenntnisse entstehen neue Ideen für Innovationen, die für die Wettbewerbsfähigkeit der Volkswirtschaft sowie die Erhaltung des Wohlstands von Bedeutung sind. Entscheidend ist ein schneller und reibungsloser Transfer, der Forschungsergebnissen den Weg in die Anwendung ebnet.

Ziel der Förderung von Innovation und Transfer ist die Unterstützung bei der Generierung von neuen, marktfähigen Produkten, Dienstleistungen und Geschäftsmodellen. Der umfassende Ansatz des BMWK bildet dabei das verbindende Dach über die Innovationsförderprogramme für den Mittelstand und adressiert „von der Idee zum Markterfolg“ die unterschiedlichen Herausforderungen des Innovationsprozesses in der Wirtschaft.

Die klassische Verbundförderung, also die Kooperation von Forschenden mit Unternehmen und gesellschaftlichen Akteurinnen und Akteuren in thematischen Verbundprojekten, ist der zentrale Baustein für den engen Austausch und Transfer von Wissen aus der angewandten Forschung in Innovationen und die Praxis. Ein weiterer wichtiger Ansatz ist die Unterstützung von Clustern und Innovationsnetzwerken, in denen Unternehmen, Forschungseinrichtungen und weitere Stakeholder – oft in geografischer Nähe – kooperieren und Synergien schaffen. Darüber hinaus spielen die Unterstützung von Start-ups sowie der Transfer und Existenzgründungen aus der Wissenschaft, z. B. durch die *Start-up-Strategie*, wichtige Rollen. Mit dem *Zukunftsfinanzierungsgesetz* steigert die Bundesregierung zudem die Attraktivität des heimischen Wirtschaftsstandorts für innovative Gründerinnen und Gründer und Start-ups.

Um disruptive Innovationen gezielter zu fördern bzw. um Innovationspotenziale aus anwendungsorientierter Forschung in der Breite zu heben, wurde die *Bundesagentur für Sprunginnovationen (SPRIND)* gegründet. Ergänzend wird aktuell die Gründung der *Deutschen Agentur für Transfer und Innovation (DATI)* vorbereitet.



Ein Mitarbeiter im Hardware Security Lab des Fraunhofer-Instituts für Angewandte und Integrierte Sicherheit AISEC

2.1 Innovationsorientierte Cluster und Netzwerke

Im Rahmen von innovationsorientierten Clustern kooperieren Unternehmen, Forschungseinrichtungen sowie weitere Akteurinnen und Akteure in einer Region, z. B. im Kontext der Umsetzung gemeinsamer FuE-Projekte oder der Aus- und Weiterbildung von Fachkräften. Die strategische Vernetzung unterschiedlicher Akteure stimuliert die Ausbildung leistungsfähiger regionaler Innovationsnetzwerke und schafft eine offene und vertrauensvolle Innovationskultur. Die vernetzten Ressourcen und Kompetenzen schaffen Synergien für Forschung und Innovation (FuI).

Die *Zukunftscluster-Initiative (Clusters4Future)* des BMBF setzt sehr früh im Innovationsprozess an: Die *Zukunftscluster* bauen im Umfeld von Standorten der wissenschaftlichen Spitzenforschung Innovationsnetzwerke zu spezifischen Technologiethemen und Wissensfeldern auf, die an der Schwelle zur Anwendung stehen. Die Initiative zielt darauf ab, Forschungsergebnisse, die ein hohes Potenzial für marktverändernde Innovationen aufweisen, frühzeitig zu erkennen und diese in die Anwendung zu überführen. Um das gesamte Wertschöpfungspotenzial innovativer Produkte und Dienstleistungen abzudecken, werden ganze Innovationsnetzwerke aus Universitäten und Forschungseinrichtungen, Großunternehmen und KMU sowie zivilgesellschaftlichen Akteurinnen und Akteuren gefördert. Diese setzen gemeinsame FuE-Vorhaben in ihren spezifischen Forschungsfeldern sowie innovationsbegleitende Maßnahmen um. Im Mittelpunkt stehen branchen-, themen-, technologie- und disziplinübergreifende Kooperationen, die neue Impulse setzen, systemische Grenzen zwischen Disziplinen sowie der Anbieter-, Produzenten- und Nutzerseite überwinden und neue Schnittstellen schaffen. Seit 2022 werden im Rahmen von zwei Wettbewerbsrunden 14 *Zukunftscluster* in bis zu drei Projektphasen gefördert, welche sich durch eine wachsende Anwendungs- und Marktnähe auszeichnen. Bis 2030 stellt die Bundesregierung im Rahmen verfügbarer Haushaltsmittel insgesamt bis zu 630 Mio. Euro zur Verfügung.

Zukunftscluster SaxoCell

Das Ziel des Zukunftsclusters SaxoCell ist es, neue Produktionsmethoden und Anwendungsgebiete für „lebende Arzneimittel“ zu erschließen und in Richtung einer personalisierten Therapie nutzbar zu machen. Die intensive Kooperation zwischen Expertinnen und Experten aus der Grundlagenforschung, der angewandten Forschung sowie der klinischen Prüfung und Patientenversorgung im Raum Leipzig-Dresden-Chemnitz bildet die Grundlage für die Etablierung des *Zukunftscluster*-Netzwerkes. Um die unterschiedlichen Transfermöglichkeiten bereits frühzeitig in den FuE-Projekten zu berücksichtigen, wurden im Rahmen von SaxoCell spezielle Formate entwickelt und eine Anlaufstelle mit Transferexpertinnen und -experten etabliert. Die Seamless Therapeutics GmbH gilt als erste Ausgründung im Kontext *des Zukunftscluster.*



Herstellung einer Zelltherapie im SaxoCell Cluster

Mit der Fördermaßnahme *Internationalisierung von Spitzenclustern, Zukunftsprojekten und vergleichbaren Netzwerken* fördert das BMBF deutsche Cluster und Netzwerke beim Ausbau und bei der Intensivierung von Kooperationen mit führenden europäischen und internationalen Netzwerken (die über komplementäre Kompetenzen verfügen). Über drei Wettbewerbsrunden hinweg wurden insgesamt 32 deutsche Cluster und vergleichbare Netzwerke für die Förderung ausgewählt. Diese findet im Rahmen von zwei Förderphasen statt: In einer Konzeptionsphase werden die Cluster bei der Erstellung eines Internationalisierungskonzepts maximal zwei Jahre lang unterstützt. In der anschließenden Umsetzungsphase werden sie maximal drei Jahre lang in der Umsetzung der Kooperationsprojekte unterstützt. Bis Ende 2023 konnten 300 Einzelvorhaben erfolgreich abgeschlossen werden. Weitere 24 Vorhaben stehen kurz vor ihrem Projektabschluss.

Komplexe und vielschichtige Forschungsfelder mit hohem Forschungsrisiko, aber auch hohem Potenzial für disruptive Innovationen erfordern langfristig angelegte Kooperationen zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Die BMBF-Initiative *Forschungscampus – öffentlich-private Partnerschaft für Innovationen* fördert seit 2013 neun langfristige strategische Partnerschaften aus Wissenschaft und Wirtschaft. Die Beteiligten nutzen die Möglichkeit, „unter einem Dach" entlang einer gemeinsamen Forschungsstrategie zusammenzuarbeiten. Die Partner definieren ihre Forschungsprofile innerhalb eines breiten Themenspektrums, das z. B. neue Methoden zur Diagnose von Infektionskrankheiten, die Erforschung der Automobilproduktion der Zukunft und die Entwicklung eines flexiblen Stromnetzes umfasst. Die neun Forschungscampi werden mit jeweils bis zu 2 Mio. Euro jährlich in bis zu drei fünfjährigen Förderphasen unterstützt. Mit „ARENA2036" startet 2024 der erste Forschungscampus nach einer erfolgreichen Jurybegutachtung in seine finale dritte Förderphase.

Das Programm *go-cluster* des BMWK richtet sich an regionale Cluster, bei denen u. a. gemeinsame Projekte in der Regel von Clustermanagement-Organisationen umgesetzt werden. Das Ziel ist es, die bundesweit leistungsfähigsten Clustermanagement-Organisationen bei ihrer Weiterentwicklung zu unterstützen sowie deren Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit zu stärken. Dazu bietet *go-cluster* ein vielfältiges Angebot mit Möglichkeiten für nationale und internationale Vernetzung und Austausch sowie Individualberatungen, Seminare, Veranstaltungen und Öffentlichkeitsarbeit. Jede Clustermanagement-Organisation kann sich für die Aufnahme in das aktuell 73 Clusterinitiativen aus allen Regionen Deutschlands umfassende Programm bewerben. In den geförderten Innovationsclustern engagieren sich knapp 15.000 Clusterakteure, darunter mehr als 10.000 KMU, 820 Start-ups, 680 Universitätslehrstühle und -institute, 590 außeruniversitäre Forschungseinrichtungen sowie etwa 1.000 weitere Organisationen.

Forschungscampus STIMULATE

Im Forschungscampus STIMULATE in Magdeburg erforscht und entwickelt ein Netzwerk aus Wissenschaft und Wirtschaft, in dem Fachleute aus Medizin, Medizintechnik, den Ingenieur-, Natur-, Wirtschafts- und Kommunikationswissenschaften tätig sind, neue Methoden für bildgeführte minimalinvasive Medizin. Mithilfe dieser innovativen und patientenschonenden Diagnose- und Therapieverfahren können Volkskrankheiten wie Krebs sowie kardiologische und neurologische Krankheiten besser behandelt und geheilt werden. Im Juni 2023 nahm das Projektteam am Wettbewerb um den Hugo-Junkers-Preis für Forschung und Innovation teil und erzielte den ersten Platz in der Kategorie „Innovativste Projekte der angewandten Forschung".



Zwei Mitarbeitende im Angiografielabor des Forschungscampus STIMULATE

Ein neues Förderkonzept liegt dem Programm *go-cluster* von Anfang 2024 bis Ende 2025 zugrunde. Im Mittelpunkt der neuen Phase steht die Bewältigung der Herausforderungen der Transformation der Wirtschaft und des Strukturwandels, die sich auch in regionalspezifischen Problemlagen niederschlagen. Mit diesem Ziel fördert das BMWK mit *go-cluster* den Ausbau von regionalen Clustern für alle Branchen.

Die *Clusterplattform Deutschland* bereitet aktuelle Informationen zur Clusterpolitik in Deutschland und Europa auf und bietet eine Auflistung deutscher Clusterinitiativen. Das von BMWK und BMBF mit Unterstützung der Länder realisierte Online-Informationsportal dient den mehr als 450 Clustern in Deutschland als zuverlässige Wissensquelle zur Clusterlandschaft und informiert außerdem über aktuelle Ausschreibungen und Programme auf Länder-, Bundes- und EU-Ebene.

Neben der Clusterförderung gibt die Unterstützung von *ZIM-Innovationsnetzwerken* wichtige Impulse für die kooperative Forschung und Entwicklung und den Transfer von Forschungsergebnissen. Insbesondere kleine und mittlere Unternehmen können von der Bündelung ihrer kreativen Kräfte und der Zusammenarbeit mit Forschungseinrichtungen profitieren.

Weitere Informationen im Internet:

- Zukunftscluster Cluster4Future
- Zukunftscluster SaxoCell
- Forschungscampus
- Forschungscampus STIMULATE
- go-cluster
- Cluster-Netzwerke-International
- Clusterplattform
- Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM)



2.2 Innovationsförderung in strukturschwachen Regionen

Neben der Förderung von regionalen Clustern und Netzwerken gilt den strukturschwachen Regionen ein besonderes Augenmerk der Innovationsförderung. Für die Zukunftsfähigkeit dieser Regionen spielen FuI eine Schlüsselrolle, daher gilt es gerade auch dort, die Innovationskraft von Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen zu stärken. Durch qualifizierte Innovationsakteure und -partnerschaften vor Ort werden regionale Arbeitsmärkte und Wertschöpfung nachhaltig gestärkt und die Innovationskraft Deutschlands insgesamt auf eine breitere Basis gestellt – ein wichtiger Beitrag auf dem Weg zu gleichwertigen Lebensverhältnissen (→ **IV 6.7 Gleichwertige Lebensverhältnisse**).

Mit dem *Gesamtdeutschen Fördersystem für strukturschwache Regionen* bündelt die Bundesregierung die Förderung strukturschwacher Regionen ressortübergreifend. Damit werden die gemeinsame Wirkung der derzeit 20 Förderprogramme erhöht und Synergien besser genutzt. Das *Gesamtdeutsche Fördersystem* unterscheidet fünf Förderbereiche. Neben den Schwerpunkten „Unternehmensförderung", „Fachkräfte", „Breitbandausbau und Digitalisierung" sowie „Infrastruktur und Daseinsvorsorge" nimmt vor allem „Forschung und Innovation" einen zentralen Förderbereich ein.

Im Rahmen des *Gesamtdeutschen Fördersystems* setzt das BMBF mit *Innovation & Strukturwandel* eine themenoffene FuI-Förderung speziell für strukturschwache Regionen um. Die vier Programmlinien richten sich an Bündnisse mit Partnern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft und unterstützen diese bei der Weiterentwicklung regionaler Innovationspotenziale. Insgesamt stellt das BMBF in mehreren Förderlinien rund 950 Mio. Euro für *Innovation & Strukturwandel* bereit.

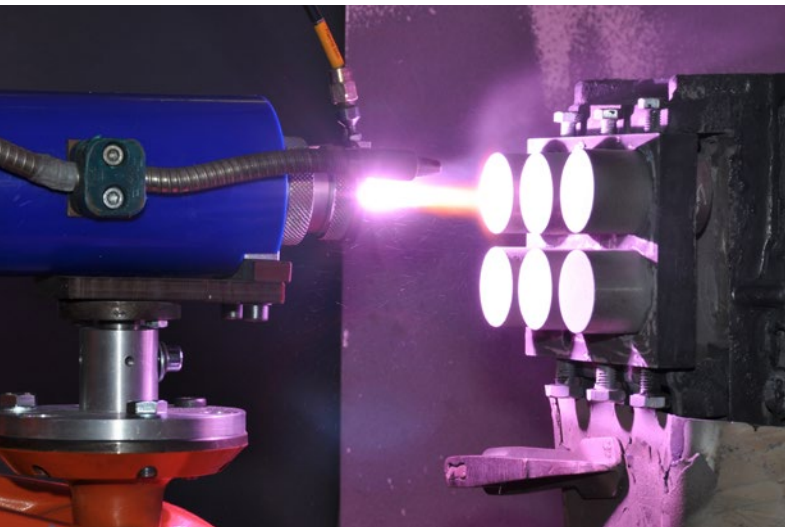
Die erste Programmlinie *WIR! – Wandel durch Innovation in der Region* richtet sich vorrangig an Regionen, die noch kein national sichtbares Profil in ihren Innovationsfeldern haben, aber über ungenutzte Innovationspotenziale verfügen. In zwei Förderrunden – 2018 und 2020 – wurden insgesamt 82 Bewerbungen von Bündnissen ausgewählt, die anschließend in der Erarbeitung ihrer regionalen Innovationskonzepte unterstützt wurden. Seit 2019 bzw. 2021 können 44 Bündnisse in einer zweiten Förderphase ihre Strategien umsetzen.

Die zweite Programmlinie *RUBIN – Regionale unternehmerische Bündnisse für Innovation* ist technologie- und themenoffen und fördert regionale, insbesondere durch kleine und mittlere Unternehmen (KMU) getriebene Bündnisse, die Innovationen mit hohem Anwendungspotenzial entwickeln. Die Förderung gliedert sich ebenfalls in eine Konzept- sowie eine Umsetzungsphase, in der Ergebnisse von Forschung und Entwicklung (FuE) dann die Basis für innovative Produkte und Dienstleistungen bilden.

Mit der dritten Programmlinie *REGION.innovativ* werden Querschnittsthemen gefördert, die für strukturschwache Regionen besonders wichtig sind. Die ersten beiden Richtlinien fokussieren auf die Gestaltung von Arbeitswelten der Zukunft und die interkommunale Zusammenarbeit zur Stärkung der regionalen Kreislaufwirtschaft, während die dritte Richtlinie den Schwerpunkt auf die Erforschung von regionalen Faktoren gesellschaftlicher Innovationsfähigkeit legt.

Die vierte Programmlinie *T!Raum – TransferRäume für die Zukunft von Regionen* ist 2021 als die jüngste Förderlinie von *Innovation & Strukturwandel* hinzugekommen. Ziel ist es, regionale Transferaktivitäten substanziell weiterzuentwickeln und neu auszurichten. Dazu sollen Hochschulen und Forschungseinrichtungen gemeinsam mit regionalen Unternehmen und weiteren Partnern auf experimentelle Weise neue Ansätze für den Ideen-, Wissens- und Technologietransfer (WTT) entwickeln und erproben. Aktuell werden zwölf Initiativen gefördert.

Auch das BMWK nimmt im Rahmen des *Gesamtdeutschen Fördersystems* mit verschiedenen Programmen die Stärkung der Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit strukturschwacher Regionen in den Blick. Mit dem technologieoffenen Programm *Innovations-*



Am RIF Institut für Forschung und Transfer bringt eine Plasmaspritzanlage antimikrobiell wirksame Beschichtungen auf Maschinenteile für die Lebensmittelindustrie auf.

kompetenz (INNO-KOM) werden jährlich rund 240 neue Vorhaben gemeinnütziger externer Industrieforschungseinrichtungen gefördert. Dabei geht es um Vorhaben der Vorlaufforschung, der marktorientierten Entwicklung und zur Verbesserung der wissenschaftlich-technischen Infrastruktur sowie um den Aufbau von Kooperationen. Die anwendungsorientierten, wissenschaftlichen Ergebnisse werden insbesondere KMU, für die die Forschungseinrichtungen als FuE-Dienstleister und Innovationspartner fungieren, zur Verfügung gestellt.

Zentraler Bestandteil des *Gesamtdeutschen Fördersystems für strukturschwache Regionen* ist auch die *Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur" (GRW)*, mit der Investitionen in strukturschwache Regionen gefördert werden. In diesem Rahmen können neben Innovationsclustern auch nicht grundfinanzierte Forschungseinrichtungen zur Stärkung der regionalen Forschungs- und Innovationskraft gefördert werden und Unternehmen Zuschüsse für angewandte FuE und die Markteinführung neuer Produkte erhalten. Mit der im Jahr 2022 beschlossenen Reform der *GRW* wurden unter anderem auch erleichterte Fördervoraussetzungen für forschungsintensive Unternehmen geschaffen. Der Hauptfokus der *GRW* liegt jedoch stärker auf Investitionen in kommunale Infrastrukturen und auf gewerblichen Investitionen zur Stärkung der regionalen Wettbewerbsfähigkeit und Förderung einer Transformation zu einer nachhaltigen und klimaneutralen Wirtschaft (**IV 6.7 Gleichwertige Lebensverhältnisse**).

Mit dem *Investitionsgesetz Kohleregionen (InvKG)* als Teil des *Strukturstärkungsgesetzes Kohleregionen* wurden Maßnahmen vorgesehen, die den Strukturwandel der vom Ausstieg aus der Nutzung der Braun- und Steinkohle betroffenen Regionen unterstützen. Auf Basis des wettbewerblichen Verfahrens *Wissen schafft Perspektiven für die Region!* haben der Bund, der Freistaat Sachsen und das Land Sachsen-Anhalt im Herbst 2022 beschlossen, im mitteldeutschen Revier das Center for the Transformation of Chemistry (CTC) (**IV 1.1 Zukunftsorientierte Wirtschaft und Industrie**) und in der sächsischen Lausitz das Deutsche Zentrum für Astrophysik (DZA) (**IV 5.1 Erforschung des Universums**) aufzubauen. Allein der Bund wird bis 2038 jedes der beiden Zentren, deren Aufbau Anfang 2023 begonnen hat, mit bis zu 1,1 Mrd. Euro finanzieren. Ebenfalls mit dem *InvKG* wurden am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) an den Standorten Cottbus, Jülich und Aachen-Merzbrück vier neue Forschungseinrichtungen zu den Themen elektrifizierte Luftfahrtantriebe, CO_2-arme Industrieprozesse, Future Fuels und Technologien für Kleinflugzeuge gegründet.

Weitere Informationen im Internet:

- Gesamtdeutsches Fördersystem
- Programm Innovation & Strukturwandel und Unternehmen Region
- WIR! – Wandel durch Innovation in der Region
- RUBIN – Regionale unternehmerische Bündnisse für Innovation
- REGION.innovativ
- T!Raum – TransferRäume für die Zukunft von Regionen
- INNO-KOM
- INNO-KOM – Förderlandkarte

2.3 Deutsche Agentur für Transfer und Innovation (DATI)



Bei einer Veranstaltung zur Förderbekanntmachung DATIpilot

Die derzeit in der Konzeption befindliche *Deutsche Agentur für Transfer und Innovation (DATI)* soll ebenfalls dazu beitragen, die Transferbewegung zu verbreitern und zu beschleunigen. Ihr Ziel soll es sein, Forschungsergebnisse durch einen effektiven Ideen-, Wissens- und Technologietransfer in die wirtschaftliche und/oder gesellschaftliche Anwendung zu bringen und neue Innovationspotenziale zu heben. Sie soll auf einen themen- und akteursoffenen Ansatz setzen und in ihrem zugrunde liegenden Transfer und Innovationsverständnis explizit auch Soziale Innovationen umfassen.

Im Juli 2023 ist mit *DATIpilot* eine erste Förderbekanntmachung mit zwei Modulen veröffentlicht worden, um der Gründung der *DATI* einen Experimentierraum vorzuschalten. Im ersten Modul werden sogenannte *Innovationssprints* gefördert, um konkrete Transferideen mithilfe vereinfachter Antragsverfahren und innovativer Auswahlverfahren innerhalb von bis zu 18 Monaten schnell umzusetzen. Im zweiten Modul werden *Innovationscommunities* gefördert, in denen wissenschaftliche Einrichtungen mit Akteuren aus Wirtschaft, Gesellschaft und Verwaltung ein gemeinsames Innovationsthema über einen Zeitraum von bis zu vier Jahren vorantreiben. Mit *DATIpilot* sollen sowohl innovative Ideen für Transferprojekte gefördert und Transferpotenziale erschlossen als auch neue Ansätze für eine vereinfachte und flexiblere Transferförderung erprobt werden.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Deutsche Agentur für Transfer und Innovation (DATI)
↗ DATIpilot

Zukunftsstrategie Forschung und Innovation – Indikator 5: Arbeit der Deutschen Agentur für Transfer und Innovation (DATI)

Um international wettbewerbsfähig zu sein, müssen neue Erkenntnisse besser als bisher verwertet werden. Es gilt Transfer und Innovation zu stärken. Die Arbeit der geplanten *Deutschen Agentur für Transfer und Innovation (DATI)* zahlt damit auch auf das Ziel der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* ein, die Rahmenbedingungen für Forschung und Innovation in Deutschland weiter zu stärken.

2.4 Innovative Start-ups und Gründungskultur



Innovative, technologieorientierte Start-ups setzen neue Ideen in die Praxis um, schaffen neue Arbeitsplätze und tragen somit dazu bei, die Grundlagen für künftigen Wohlstand und Wachstum in Deutschland und Europa zu sichern. Darüber hinaus spielen sie eine besondere Rolle für die langfristige Wettbewerbsfähigkeit in einem global zunehmenden Wettbewerb um neue Technologien. Vor diesem Hintergrund hat sich die Bundesregierung zum Ziel gesetzt, die Rahmenbedingungen und Unterstützungsleistungen für Start-ups zu verbessern. Sie hat im Sommer 2022 erstmals eine umfassende *Start-up-Strategie* verabschiedet. Die Strategie zielt auf die Stärkung der Start-up-Ökosysteme in Deutschland und Europa und bündelt dazu ca. 130 Maßnahmen in zehn zentralen Handlungsfeldern. Das *Zukunftsfinanzierungsgesetz* hat zudem die Rahmenbedingungen für Start-ups und Wachstumsunternehmen verbessert, insbesondere für die Finanzierung mit Eigenkapital aus privater Hand und die Mitarbeiterkapitalbeteiligung.

Zukunftsstrategie Forschung und Innovation – Indikator 15: Dauer von Unternehmensgründungen

Um Unternehmen die Möglichkeit zu geben, künftig flexibler und schneller agieren zu können, strebt die Bundesregierung an, Gründungsprozesse zu vereinfachen. Ziel der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* und der *Start-up-Strategie* ist es, Unternehmensgründungen weiter zu beschleunigen und langfristig innerhalb von 24 Stunden zu ermöglichen.

Digitale Gründungen und Geschäftsmodelle

Im Fokus des Gründungsgeschehens stehen vor allem neue digitale Technologien wie Künstliche Intelligenz (KI) sowie neue digitale und datenbasierte Geschäftsmodelle. Dies nimmt auch die *Digitalstrategie* der Bundesregierung in den Blick.

Ziel der *Digital Hub Initiative (de:hub)* des BMWK ist der Ausbau eines vernetzten und leistungsfähigen digitalen Start-up-Ökosystems in Deutschland. Dieses soll es innovativen Gründerinnen und Gründern ermöglichen, ihre zukunftsträchtigen Geschäftsmodelle schneller zum Markterfolg zu führen. Derzeit fördert die Initiative deutschlandweit in zwölf Digital Hubs die Vernetzung von Start-ups mit etablierten Unternehmen (insbesondere Mittelständlern), Talenten, Investoren und Wissenschaft und initiiert auf diese Weise Austausch und Kooperation. Jeder der Hubs widmet sich einem branchenspezifischen Thema als Spezialisierung. Darüber hinaus bietet die *Digital Hub Initiative* Veranstaltungen und Events sowie digitale Services an, z. B. eine interaktive Start-up-Datenbank und eine Start-up-Jobbörse. Die *Digital Hub Initiative* wird aktuell im Kontext der *Start-up-Strategie* weiterentwickelt und ausgebaut.

Im Bereich der Finanzdienstleistungen wird dies flankiert durch das *Digital Finance Forum (DFF)* beim BMF. In diesem Forum tauschen sich Vertreterinnen und Vertreter der Branche untereinander und mit Vertreterinnen und Vertretern des BMF über aktuelle Entwicklungen, Herausforderungen sowie technolo-

gische und marktseitige Zukunftstrends aus. Dies fördert den interdisziplinären Austausch zwischen Expertinnen und Experten aus Forschung, Politik und Wirtschaft ebenso wie den Austausch zwischen Start-ups und etablierten Akteuren in der Branche.

Der *German Accelerator* des BMWK unterstützt deutsche Start-ups bei ihrer Skalierung und dem Eintritt in internationale Märkte in den USA, Südamerika und Asien. Das Programm steht allen deutschen Start-ups offen und bietet neben industrieagnostischen, d. h. für alle Branchen offenen Programmlinien auch branchenspezifische Unterstützung in den Bereichen Künstliche Intelligenz (Teil der KI-Modellprojektförderung) und Life Sciences. Der *German Accelerator* bietet hybride Programmlinien an, die auf die jeweiligen Entwicklungsphasen und Bedürfnisse der Start-ups zugeschnitten sind. Die ausgewählten Teams werden Teil eines umfangreichen Netzwerks von potenziellen Partnern, Kundinnen und Kunden, Investorinnen und Investoren sowie der Alumni Start-ups. Zudem erhalten sie Mentoringstunden mit für sie ausgewählten Expertinnen und Experten, vernetzen sich im Rahmen der Programme mit anderen Gründenden und profitieren von der individuellen Unterstützung des globalen *German-Accelerator*-Teams online und in den jeweiligen Zielmärkten.

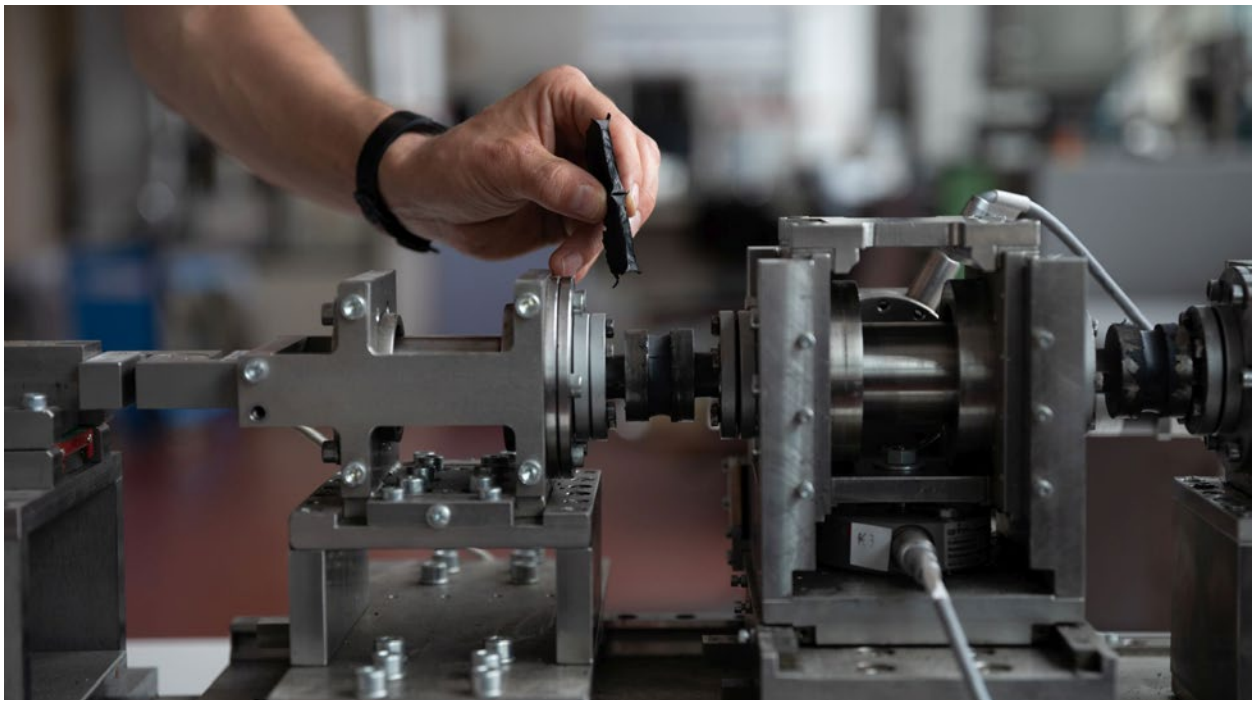
Mit dem *Gründungswettbewerb – Digitale Innovationen* unterstützt das BMWK junge Start-ups mit innovativen digitalen Geschäftsideen in einer großen Breite von Anwendungsfeldern wie z. B. der Energiewirtschaft, dem Gesundheitswesen und dem Mobilitätssektor. In den zweimal jährlich stattfindenden Wettbewerbsrunden werden bis zu sechs Gründungsideen mit Preisgeldern ausgezeichnet, die ihnen als weiteres Startkapital dienen. Zusätzlich profitieren die Gewinnerteams durch die öffentlichkeitswirksame Auszeichnung, den Zugang zu einem breiten Netzwerk sowie von umfangreichen Coaching- und Mentoring-Angeboten.

Mit dem *Innovationsprogramm für Geschäftsmodelle und Pionierlösungen (IGP)* erweitert das BMWK den Förderfokus auf marktnahe, nichttechnische Innovationen, wie z. B. kreativwirtschaftliche Konzepte, innovative Plattformformate oder neue Bildungsinstrumente. Das *IGP* adressiert auch die im Koalitionsvertrag genannten Felder digitaler, kreativwirtschaftlicher, ökologischer und sozialer Innovation. Aufbauend auf einer erfolgreichen Pilotphase wurde das *IGP* 2023 erneuert und fest etabliert. Nun geben ungefähr im Halbjahresrhythmus neue Förderaufrufe zu verschiedenen Zukunftsthemen Impulse für vielfältige Innovationen.

Innerhalb der Digital- und Kreativwirtschaft zeichnet sich die Computerspielebranche durch ihr global starkes Wachstum aus. Deutschland ist der größte Markt für Computerspiele in Europa. Zudem verfügt die Branche über ein enormes Innovationspotenzial, wobei technischen Innovationen z. B. in den Bereichen Grafikverarbeitung, 3-D-Modellierung und Virtual Reality auch sozio-kulturelle Neuerungen gegenüberstehen. So können Computerspiele beispielsweise Gelegenheit für soziale Interaktionen und damit für Teilhabe und Inklusion bieten oder im Bildungsbereich zur spielerischen Vermittlung von Lernstoffen eingesetzt werden. Das BMWK fördert die Entwicklung von Prototypen und Produktionen von Computerspielen. Seit 2019 konnten mehr als 570 Projekte mit einem Gesamtfördervolumen von mehr als 200 Mio. Euro unterstützt werden.

Dateninnovationen und digitale datenbasierte Geschäftsmodelle im Verkehrssektor haben das Potenzial, Mobilität klimafreundlicher und effizienter, intelligenter und vernetzter, inklusiver und diverser, sicherer und bezahlbarer zu machen. Mit der Innovationsinitiative *mFUND* unterstützt das BMDV daher die Entwicklung digitaler datenbasierter Anwendungen für die Mobilität der Zukunft. Projektanträge von Start-ups werden ausdrücklich begrüßt und neben finanzieller Unterstützung können sie von der Teilnahme an verschiedenen Veranstaltungen wie Hackathons, Start-up-Pitches und Wissenstransfer-Formaten profitieren und sich dort vernetzen. Darüber hinaus können sie den Zugang zu den Datenportalen des BMDV nutzen.

Der *Cyber Innovation Hub der Bundeswehr (CIHBw)* ist die Digital Innovation Unit der Bundeswehr und hat die Mission, den Status quo herauszufordern, durch seine mittlerweile mehr als 160 Innovationsvorhaben die Bundeswehr zu verändern und digital zukunftsfähig zu machen. Als Schnittstelle sowohl zum nationalen als auch zum internationalen Start-up-Ökosystem führt der *CIHBw* Innovationswettbewerbe durch und bietet verschiedene Netzwerk- und Weiterbildungsformate an. Dabei nutzt der *CIHBw* agile Methoden



Um den Herausforderungen der Industrie gerecht zu werden, können Lebensdauer von Gummimaterialien unter dynamischer Scherbelastung im Deutschen Institut für Kautschuktechnologie untersucht und simulativ abgebildet werden.

und Arbeitsweisen aus der Start-up-Welt. Aufbauend auf einer fehlertoleranten Innovationskultur sowie flachen Hierarchien werden innovative Technologien schnell auf ihren Mehrwert für die Bundeswehr getestet. Ein Bestandteil des *CIHBw* ist das Zentrum für Intrapreneurship, das innovative Beschäftigte innerhalb der Bundeswehr befähigt, ihre Ideen im digitalen Bereich weiterzuentwickeln und proaktiv umzusetzen.

Auch der Transfer von Technologien und Know-how aus der Raumfahrt bietet breite Anwendungsmöglichkeiten und großes Innovations- und Marktpotenzial. In diesem Bereich unterstützen die deutschen *Business Incubation Centres (ESA-BIC)* der Europäischen Weltraumorganisation ESA an Standorten in Bayern, Norddeutschland und Nordrhein-Westfalen Unternehmerinnen und Unternehmer bei der Übersetzung ihrer Ideen und Erfindungen in marktfähige Produkte und Dienstleistungen. Das Inkubationsprogramm, das bislang mehr als 190 Start-ups durchlaufen haben, bietet umfangreiche technische und unternehmerische Unterstützungsleistungen und Mentoring in verschiedenen Bereichen. Neben finanzieller Förderung erhalten die Start-ups zudem Zugang zu modernen Büroflächen, Laboren und Testanlagen sowie zu einem weltweiten Netzwerk mit Partnern aus der Industrie, Politik, Regierung, Forschung und dem Start-up-Ökosystem.

Auch das DLR fördert im Rahmen der Initiativen *INNOspace* und *DLR.InnovationHub* u. a. mit Konferenzformaten, Technologie- und Kooperationsnetzwerken, Vernetzungsaktivitäten und Workshops sowie einem Innovationswettbewerb die Verwertung von Ergebnissen aus Forschung und Entwicklung (FuE) in Raumfahrt, Luftfahrt, Energie, Verkehr und Sicherheit. Das Ziel der Initiativen ist es, Innovationen aus diesen Bereichen industriell nutzbar zu machen und insbesondere Start-ups und KMU beim Technologietransfer und bei der Kommerzialisierung zu unterstützen.

Weitere Informationen im Internet:

- Start-up-Strategie der Bundesregierung
- Digital Hub Initiative
- German Accelerator (engl.)
- Gründungswettbewerb – Digitale Innovationen
- Innovationsprogramm für Geschäftsmodelle und Pionierlösungen
- Computerspieleförderung
- mFund
- Cyber Innovation Hub der Bundeswehr
- ESA Business Incubation Centres (engl.)
- DLR INNOspace
- DLR InnovationHub

Zukunftsstrategie Forschung und Innovation – Indikator 2: Beitrag des Zukunftsfonds der durch das ERP-Sondervermögen finanzierten Start-up-Finanzierungsinstrumente und der Zuschussprogramme der Start-up-Finanzierung

Eine der Stärken des deutschen Innovationssystems ist die herausragende anwendungsorientierte Forschung. Sie ermöglicht, Ergebnisse aus der Spitzenforschung in die Praxis zu übertragen. Trotzdem bleibt die gesellschaftliche und wirtschaftliche Verwertung dieser Ideen bisher hinter den Erwartungen zurück. Die nicht ausreichende Versorgung mit Risikokapital für Gründerinnen und Gründer hemmt diesen Transfer. Gerade im internationalen Vergleich muss Deutschland sich dabei weiter verbessern. Die Instrumente des *Zukunftsfonds*, des *ERP*-Sondervermögens sowie die Zuschussprogramme unterstützen daher Start-ups von der Seedphase bis hin zur späten Wachstumsphase. So tragen sie zu den Zielen der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* der Bundesregierung bei.

Wagniskapital und Wachstumsfinanzierung

Ein ausreichender Zugang zu Wagniskapital ist ein entscheidender Erfolgsfaktor für Start-ups und junge Technologieunternehmen. Obwohl sich der deutsche Wagniskapitalmarkt in den letzten Jahren erheblich weiterentwickelt hat, liegt er im internationalen Vergleich gemessen am Anteil der Wagniskapitalinvestitionen am Bruttoinlandsprodukt weiterhin nur im Mittelfeld. Die Bundesregierung fördert daher mit einer Reihe von Instrumenten die Finanzierung von Start-ups, um den Zugang zu Wagniskapital für Gründerinnen und Gründer zu verbessern. Ziel ist es, sie von den frühen Entwicklungsphasen bis hin zu späteren Wachstums- und Reifephasen bestmöglich zu unterstützen. Ein besonderer Fokus liegt auf der Bereitstellung kapitalintensiver Wachstumsfinanzierungen, da aktuell noch zu wenige deutsche und europäische Investoren zur Verfügung stehen.

Das *Zukunftsfinanzierungsgesetz* leistet einen wichtigen Beitrag, mehr privates Kapital zu mobilisieren – insbesondere für Start-ups und Wachstumsunternehmen. Die Bundesregierung verfolgt einen umfassenden Ansatz mit einem Dreiklang an Maßnahmen: Neben finanzmarktrechtlichen Anpassungen und der Fortentwicklung des Gesellschaftsrechts werden auch die steuerrechtlichen Rahmenbedingungen verbessert. Im Finanzmarktbereich und Gesellschaftsrecht zählen hierzu u. a. die Möglichkeit zum Verzicht auf einen Emissionsbegleiter als Mitantragsteller beim Börsengang, die Herabsetzung der Mindestmarktkapitalisierung, die Möglichkeit der Einführung von Mehrstimmrechtsaktien und Erleichterungen bei Kapitalerhöhungen. Auch Maßnahmen zur weiteren Digitalisierung, Entbürokratisierung und Internationalisierung machen den deutschen Finanzmarkt und den Wirtschaftsstandort Deutschland attraktiver – sowohl für nationale als auch für internationale Unternehmen und Investoren. Ein weiterer Baustein sind die steuerlichen Regelungen zur Förderung der Mitarbeiterkapitalbeteiligung: Die Möglichkeiten einer aufgeschobenen Besteuerung für Beteiligungen an Start-ups und Wachstumsunternehmen werden deutlich ausgeweitet und der jährliche Steuerfreibetrag angehoben. Insbesondere durch die Lösung der sogenannten Dry-Income-Problematik werden Mitarbeiterkapitalbeteiligungen attraktiver und praxistauglicher.

Der Dachverband der deutschen Business Angels und ihrer Netzwerke, das vom BMWK geförderte *Business Angels Netzwerk Deutschland e. V. (BAND)*, hat es sich zum Ziel gesetzt, die Business-Angels-Kultur in Deutschland zu fördern. Business Angels richten sich an innovative Start-ups, die Kapital benötigen und sich häufig noch in den Frühphasen der Unternehmensgründung befinden. Neben der Bereitstellung von Kapital können Start-ups auch durch die Kontakte der Business Angels profitieren, die Chancen für Austausch und Kooperationen ermöglichen.

An Business Angels richtet sich auch das Programm *INVEST – Zuschuss für Wagniskapital*, mit dem das BMWK mehr privates Wagniskapital für Start-ups mobilisieren möchte. Einerseits besteht *INVEST* aus einem Erwerbszuschuss, mit dem Business Angels 15 % ihrer Investition steuerfrei erstattet bekommen,

wenn sie sich mit mindestens 10.000 Euro Wagniskapital an Start-ups beteiligen. Andererseits bietet *INVEST* einen Exitzuschuss, mit dem Steuern auf Gewinne aus den Investments pauschal erstattet werden können. Seit 2013 hat *INVEST* knapp 1,5 Mrd. Euro Wagniskapital von Business Angels mobilisiert (Stand: Dezember 2023).

Eine weitere wichtige Anlaufstelle für junge chancenreiche Technologieunternehmen aus den Bereichen Digital Tech, Industrial Tech, Life Sciences, Chemie oder angrenzenden Geschäftsfeldern ist der *High-Tech Gründerfonds (HTGF)*. Zu den Investoren des als Public-Private-Partnership angelegten Fonds zählen neben dem BMWK und der KfW Capital 45 Unternehmen aus unterschiedlichen Wirtschaftszweigen. In vier aufgelegten Fonds managt der *HTGF* rund 1,4 Mrd. Euro und hat im März 2023 die Marke von 700 Seed-Investments überschritten. Von den bislang finanzierten Start-ups wurden mehr als 160 erfolgreich verkauft oder an die Börse gebracht. Über die Finanzierungen in der Seed-Phase hinaus sind mehr als 4,5 Mrd. Euro (größtenteils private) Mittel über Folgefinanzierungen in die Start-ups im Portfolio des *HTGF* geflossen. Neben der Finanzierung unterstützt der *HTGF* seine Start-ups darüber hinaus auch mit unternehmerischem Know-how sowie Zugang zu seinem breiten Netzwerk.

Um die Finanzierungssituation von Start-ups insbesondere in der kapitalintensiven Wachstumsphase zu verbessern, hat die Bundesregierung den *Zukunftsfonds* aufgelegt, für den 10 Mrd. Euro für einen Investitionszeitraum bis Ende 2030 bei der KfW und weiteren Finanzintermediären zur Verfügung gestellt werden. Gemeinsam mit Mitteln des *ERP*-Sondervermögens stellt der *Zukunftsfonds* über öffentliche Direktbeteiligungsfonds wie den *DeepTech & Climate Fonds (DTCF)* Mittel für Investitionen in Start-ups bereit. Der *DTCF* investiert im Hochtechnologiebereich gemeinsam mit kooperierenden privaten Beteiligungsgebern mit einem langfristigen Ansatz direkt in Deep-Tech-Unternehmen und setzt einen Fokus u. a. auf Climate-Tech-Unternehmen. Hierfür stehen bis zu 1 Mrd. Euro bereit. Weitere 660 Mio. Euro sollen dem *High-Tech Gründerfonds* für einen Opportunity-Fonds zur Verfügung gestellt werden, durch den die erfolgreichsten Portfoliounternehmen der Seedfonds auch in späteren Wachstumsrunden gezielt unterstützt werden können.

Neben unmittelbaren Direktbeteiligungen an Start-ups wirkt das Start-up-Finanzierungsinstrumentarium auch über Investitionen in Wagniskapitalfonds, um wichtige Impulse für die Weiterentwicklung des Venture-Capital-Ökosystems in Deutschland zu setzen und mehr Start-ups Finanzierungen der professionellsten privaten Fonds zu ermöglichen. Über den Zukunftsfonds wird durch die im Jahr 2021 gestartete *ERP/Zukunftsfonds-Wachstumsfazilität* bei KfW Capital und die *GFF EIF Wachstumsfazilität beim Europäischen Investitionsfonds (EIF)* insbesondere die Wachstumsfinanzierung von Start-ups in Deutschland und Europa unterstützt. So werden häufiger größere Finanzierungsrunden für Start-ups möglich. Insgesamt stehen über diese beiden Instrumente für Venture-Capital-Fondsinvestments 6 Mrd. Euro zur Verfügung. Ergänzend ist im Februar 2023 die *European Tech Champions Initiative (ETCI)* als paneuropäischer Giga-Fonds angetreten, um großvolumige Wachstumsfinanzierungen zu ermöglichen. Die Bundesregierung beteiligt sich an der *ETCI* mit 1 Mrd. Euro.

Zur Mobilisierung von Venture Capital für die Wachstums- und Innovationsfinanzierung bei großen Kapitalsammelstellen wie Versicherungen und Pensionskassen oder Stiftungen und Family Offices wurde im November 2023 gemeinsam mit KfW Capital der *Wachstumsfonds Deutschland* als strukturierter Dachfonds mit einer Größe von rund 1 Mrd. Euro gestartet, der in Venture-Capital-Fonds in Deutschland und Europa investiert.

Um den Zugang zu Wagniskapital für Gründerinnen zu verbessern, wurde bei KfW Capital im Oktober 2023 ein Instrument für neue, junge Managementteams gestartet. Ziel der *Emerging Manager Facility (EMF)* ist es, einen besseren Zugang zu Wagniskapital für bislang noch unterrepräsentierte Gruppen zu ermöglichen – insbesondere für Frauen – und damit zu einem diverseren Venture-Capital-Ökosystem beizutragen. Hierfür stehen 200 Mio. Euro für neu in den Markt strebende, divers aufgestellte Fonds mit einer Zielgröße von bis zu 50 Mio. Euro zur Verfügung.

Über das Programm *Venture Tech Growth Financing (VTGF 2.0)*, das auf dem 2019 gestarteten Programm *VTGT 1.0* aufbaut, werden bis 2030 bis zu 1,2 Mrd. Euro für sogenannte Venture-Debt-Finanzierungen mit privaten Kapitalgebern wie z. B. Banken bereitgestellt. *VTGF 2.0* ist ein Bindeglied zwischen Eigenkapital-

und klassischer Fremdkapitalfinanzierung und ermöglicht schnell wachsenden, technologieorientierten Start-ups einen besseren Zugang zu Krediten zur Finanzierung ihrer weiteren Skalierung. Der *VTGF 2.0* trägt somit zur Weiterentwicklung des deutschen Venture-Debt-Marktes bei.

Seit Mitte August 2023 ist mit *RegioInnoGrowth (RIG)* ein Programm zur Finanzierung von digitalen, ökologischen sowie Sozialen Innovationen und Transformationsvorhaben von Unternehmen aktiv. Dafür stellt der Bund aufgeteilt auf mehrere Jahre insgesamt 450 Mio. Euro zur Verfügung. *RIG* richtet sich an Start-ups und Mittelständler mit einem Jahresumsatz bis zu 75 Mio. Euro, die stille und offene Beteiligungen, Nachrang- und Wandeldarlehen erhalten können. Auf Landesebene setzen die teilnehmenden Landesförderinstitute bzw. deren Intermediäre (u. a. mittelständische Beteiligungsgesellschaften, Business Angels) die an die jeweils landesspezifischen Anforderungen angepassten Programme um. Daneben beteiligt sich der vom *ERP*-Sondervermögen und vom *EIF* finanzierte *ERP/EIF-Dachfonds* mit einem Volumen von 3,7 Mrd. Euro an Wagniskapitalfonds, die Finanzierungen vorwiegend für junge Technologieunternehmen in der Früh- oder Wachstumsphase in Deutschland bereitstellen. Die Ausrichtung des Dachfonds ist branchenoffen.

Agrarnahe Start-ups fördert das BMEL durch die Vergabe von Nachrangdarlehen sowie ergänzende Beratungen, Schulungen oder Coachings im Rahmen des Programms *Förderung innovativer agrarnaher Start-ups*. Das Programm steht Start-ups aus dem städtischen und ländlichen Raum gleichermaßen offen, wenngleich sich die Innovationswirkung vor allem im ländlichen Raum entfalten soll.

Neben den Maßnahmen der Start-up-Förderung auf nationaler Ebene ist Deutschland 2023 der Europe Startup Nations Alliance (ESNA) beigetreten, die sich u. a. mit Förderprogrammen auf europäischer Ebene für bessere Rahmenbedingungen für Start-ups einsetzt und Europa als international führendes Start-up-Ökosystem positionieren möchte.

Der Europäische Innovationsrat (engl. European Innovation Council; EIC) wurde 2021 als Teil des EU-Rahmenprogramms für Forschung und Innovation *Horizont Europa* gestartet und fasst mehrere Instrumente der Innovationsförderung zusammen. Das Ziel ist es, den Boden für radikal neue Produkte, Prozesse und Geschäftsmodelle zu bereiten und Forscher, Start-ups und KMU über das gesamte Innovationsspektrum hinweg von der frühen Forschung bis zur Skalierung zu unterstützen. Der *EIC Accelerator* richtet sich an Start-ups mit unterschiedlichen innovativen Technologien und bietet ihnen Wachstumsfinanzierungen in Form von Zuschüssen in Höhe von bis zu 2,5 Mio. Euro sowie direkten Investments in Höhe von bis zu 15 Mio. Euro. Zusätzlich werden die Start-ups Teil eines Netzwerkes, durch das sie mit globalen Partnerinnen und Partnern, Mentorinnen und Mentoren und Coaches oder weiteren Akteurinnen und Akteuren in Kontakt treten können. Unternehmen, die z. B. von der *SPRIND* oder im Rahmen der themenoffenen Fördermaßnahmen – wie *KMU-innovativ, EXIST-Forschungstransfer, Helmholtz Enterprise* und *Fraunhofer AHEAD* – gefördert werden, können zudem über einen sogenannten „Plug-in"-Mechanismus vereinfachten Zugang zum *EIC Accelerator* erhalten. Das Gesamtbudget des *EIC* für den Zeitraum 2021 bis 2027 beläuft sich auf mehr als 10 Mrd. Euro.

Für Wachstumsunternehmen sollte die Option für einen Gang an die Börse möglichst attraktiv sein. Dies ist nicht nur für die Unternehmen, sondern auch für den Wirtschafts- und Wissenschaftsstandort Deutschland förderlich. Hier setzt das Ende 2023 in Kraft getretene *Zukunftsfinanzierungsgesetz* an, indem es die Rahmenbedingungen für den Börsengang und die Eigenkapitalfinanzierung am Kapitalmarkt deutlich verbessert.

Weitere Informationen im Internet:

- Zukunftsfinanzierungsgesetz
- Business Angel Netzwerk Deutschland
- INVEST – Zuschuss für Wagniskapital
- High-Tech Gründerfonds
- Zukunftsfonds
- KfW Capital Beteiligungsfinanzierung
- DeepTech & Climate Fonds
- Venture Tech Growth Financing
- Europäischer Investitionsfonds (engl.)
- ERP-Sondervermögen
- Europe Startup Nations Alliance (ESNA, engl.)
- European Tech Champions Initiative (engl.)
- European Innovation Council (EIC, engl.)
- EIC Accelerator

2.5 Transfer und Gründungen aus Wissenschaft und Forschung

Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung sind die Grundlage neuer Produkte, Dienstleistungen und Verfahren. Um tragfähige Antworten und Lösungen zu entwickeln und in die Umsetzung zu bringen sowie Wertschöpfung und Wettbewerbsfähigkeit zu steigern, unterstützt die Bundesregierung den Technologie- und Wissenstransfer aus der Forschung, stärkt die Innovationskultur und unterstützt gründungsinteressierte wissenschaftlich tätige Menschen bei der Umsetzung ihrer Ideen.

Neben der transferorientierten Ausrichtung anwendungsorientierter Förderinitiativen und Fachprogramme ist die Förderung und deutliche Steigerung von Start-up-Ausgründungen aus der Wissenschaft ein zentrales Anliegen der Bundesregierung und als Handlungsfeld in der *Start-up-Strategie* festgeschrieben.

Transfer aus Wissenschaft und Forschung

Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen sind als Träger wissenschaftlicher Erkenntnisse von Grundlagen- und angewandter Forschung von besonderer Bedeutung. Neben der Vermittlung dieser Erkenntnisse innerhalb von Bildung und Lehre sowie Forschung und Entwicklung gewinnt der Transfer von Ideen, Wissen und Technologien zunehmend an Bedeutung.

Im Rahmen der Projektförderung, insbesondere von Verbundprojekten, fördert die Bundesregierung den Transfer aus Wissenschaft und Forschung. In einem Verbund forschen Hochschulen und Forschungseinrichtungen gemeinsamen mit kleinen und mittleren

Deutscher Zukunftspreis des Bundespräsidenten

Von der MP3-Komprimierung über Carbonbeton bis hin zu mRNA-Impfstoffen – mit dem „Deutschen Zukunftspreis – Preis des Bundespräsidenten für Technik und Innovation“ werden seit 1997 technische, ingenieur- und naturwissenschaftliche Leistungen sowie software- und algorithmenbasierte Innovationen ausgezeichnet. Damit soll ein öffentliches Bewusstsein für die in Deutschland vorhandenen wissenschaftlichen und technischen Innovationspotenziale und für die Zusammenhänge von technischen Innovationen, gesellschaftlicher Transformation und der Schaffung von Arbeitsplätzen geschaffen werden, das zur Stärkung eines technik- und innovationsfreundlichen gesellschaftlichen Klimas beiträgt. Der Deutsche Zukunftspreis ist mit einem Preisgeld von 250.000 Euro dotiert und wird jährlich vergeben.

Neben dem BMBF fördern zahlreiche Unternehmen und Stiftungen den Deutschen Zukunftspreis.



Bundespräsident Frank-Walter Steinmeier mit den Gewinnern des Deutschen Zukunftspreises 2023, einem Forscherteam der Uniklinik Erlangen

Unternehmen (KMU) der regionalen Wirtschaft, aber auch weiteren gesellschaftlichen Akteurinnen und Akteuren zusammen praxisnah an einer Fragestellung.

Zudem werden insbesondere der Auf- und Ausbau von Transferstrategien und -strukturen sowie interdisziplinäre Kooperationen mit wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Akteurinnen und Akteuren gefördert. So soll eine Innovationskultur weiter verankert werden, in der sich Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen als Impulsgeber für Neuerung und Fortschritt verstehen.

Den forschungsbasierten Transfer von Ideen, Wissen und Technologien nehmen Bund und Länder mit der Förderinitiative *Innovative Hochschule* in den Blick. Diese richtet sich vor allem an Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAW) bzw. Fachhochschulen (FH) sowie kleine und mittlere Universitäten, die eine wichtige Rolle in regionalen Innovationssystemen spielen, da sie in Forschung und Lehre Wissen regional verfügbar machen und gleichzeitig Ideen und Fragestellungen aus der Region aufnehmen. Mit den Fördergeldern können die ausgewählten Hochschulen die Aktivitäten, Strukturen und Instrumente für ihren Ideen-, Wissens- und Technologietransfer weiterentwickeln, die regionale Vernetzung stärken und Kooperationen mit Wirtschaft, Kultur und Gesellschaft intensivieren. Für einen Zeitraum von zehn Jahren (2018–2027) stellen Bund und Länder dafür insgesamt bis zu 550 Mio. Euro zur Verfügung. In der zweiten Förderrunde – ab 2023 – wurden 55 Hochschulen für die Förderung ausgewählt.

Fachhochschulen und Hochschulen für Angewandte Wissenschaften forschen anwendungs- und lösungsorientiert. Sie arbeiten vielfach eng mit Partnern der regionalen Wirtschaft beziehungsweise gesellschaftlichen Akteurinnen und Akteuren zusammen und tragen dazu bei, Fachkräfte auszubilden und zu qualifizieren. Das Ziel des Bund-Länder-Programms *Forschung an Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAW)* ist es daher, das Potenzial von HAW noch besser nutzbar zu machen, und es bietet dazu unterschiedliche Maßnahmen zur Förderung des praxisnahen Wissens- und Technologietransfers (WTT) an. Diese setzen verschiedene Schwerpunkte. Zum Beispiel zielt die Maßnahme *FH-Kooperativ* auf die Entwicklung innovativer Lösungen für die betriebliche Praxis, *FH-Impuls* fördert Partnerschaften und Forschungskooperationen mit KMU innerhalb der Region, während *FH-Sozial* einen Schwerpunkt auf



Podiumsdiskussion bei der Auftaktveranstaltung von „Zukunft findet Stadt“

Zukunft findet Stadt

Das Projekt „Zukunft findet Stadt“ zählt zu den erfolgreichen Einreichungen der zweiten Runde der Förderinitiative *Innovative Hochschule*. Dahinter verbirgt sich eine Kooperation von fünf Berliner Hochschulen sowie den Projektpartnern Museum für Naturkunde Berlin, Johannesstift Diakonie und Impact Hub Berlin, die sich aus verschiedenen Perspektiven mit städtischen Herausforderungen befasst und Städte dabei unterstützt, wirksamer auf Krisen zu reagieren und ihre Resilienz zu stärken. Der Fokus des bis 2027 laufenden Projektes liegt auf den Themenbereichen Gesundheit und Klima. Mit Akteurinnen und Akteuren der Stadtgesellschaft werden in einem ko-kreativen Prozess Bedarfe exploriert und konkrete Lösungen erarbeitet. Der partizipative Transferansatz soll dabei auch wissenschaftsferne Zielgruppen erreichen. In zwei Real Life Labs sollen diese Lösungen für die Stadt von Morgen schließlich ausprobiert und weiterentwickelt werden. Damit stehen Transferaktivitäten, also die interdisziplinäre Übertragung von Wissenschaft in die Gesellschaft, im Mittelpunkt des Projektes.

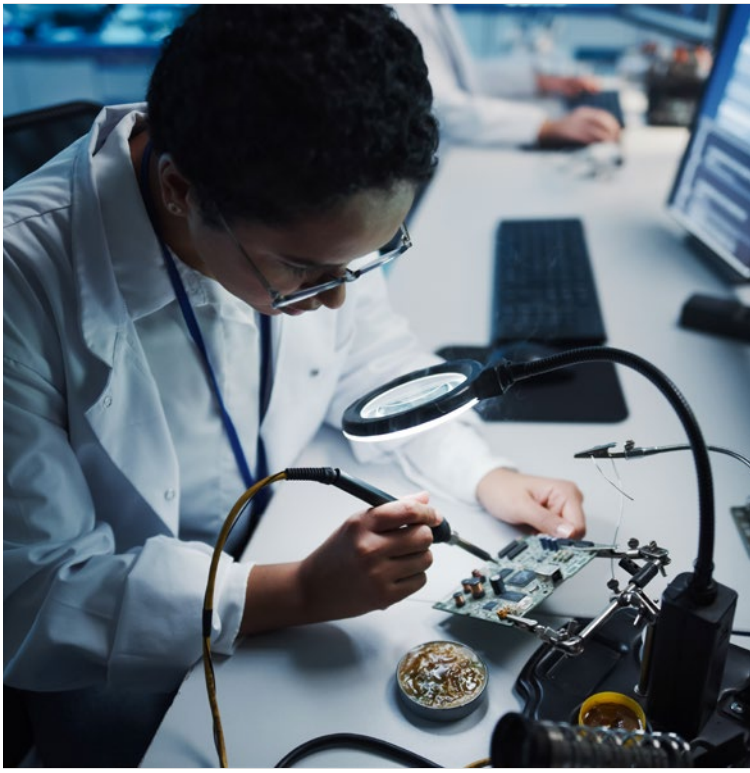
die Entwicklung und Umsetzung Sozialer Innovationen legt, die die Lebenssituation von Menschen in Städten, aber auch in ländlichen strukturschwachen Regionen verbessern. Sogenannte *StartUpLabs* aufzubauen und zu nutzen sowie diese in breitere Gründungsaktivitäten der HAW einzubetten, steht im Mittelpunkt der Programmlinie *StartUpLab@FH*.

Die BMBF-Förderlinie *Innovationsorientierung der Forschung* unterstützt Methoden, Werkzeuge und Modelllösungen für außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, um wissenschaftliche Ergebnisse schneller und umfassender in Wirtschaft und Gesellschaft zu übertragen. Ziel ist es, Transferaspekte in allen Phasen der Forschungsarbeit zu berücksichtigen. Die Förderung beabsichtigt neben der Stärkung des klassischen Technologietransfers in neue Produkte und Dienstleistungen auch den Transfer von Wissen sowohl aus technischen als auch geistes- und sozialwissenschaftlichen Bereichen in wirtschaftliche und gesellschaftliche Anwendungen sowie deren Transfer in weitere wissenschaftliche Disziplinen. Ein wichtiger Teil der Programmlinie sind zudem die jährlich stattfindenden Transferwerkstätten, die Geförderte bzw. die breitere Öffentlichkeit einladen, sich zu vernetzen und sich zu aktuellen Themen des WTT auszutauschen.

Die BMBF-Fördermaßnahme *Validierung des technologischen und gesellschaftlichen Innovationspotenzials wissenschaftlicher Forschung (VIP+)* schließt die Innovationslücke zwischen ersten Ergebnissen aus der Grundlagenforschung und ihrer wirtschaftlichen oder gesellschaftlichen Anwendung und Verwertung. *VIP+* unterstützt Forschende unterschiedlicher Disziplinen dabei, das Innovationspotenzial ihrer Forschungsergebnisse in einer sehr frühen, noch risikoreichen Entwicklungsphase zu prüfen, nachzuweisen und zu bewerten sowie mögliche Anwendungsbereiche zu identifizieren. Zudem soll die Akzeptanz des Marktes und der Gesellschaft für neue Anwendungen unter Berücksichtigung rechtlicher und ethischer Rahmenbedingungen bereits in einem frühen Stadium untersucht werden. Seit dem Start der Maßnahme förderte das BMBF bereits mehr als 200 Projekte mit insgesamt mehr als 250 Mio. Euro.

Weitere Informationen im Internet:

- Innovative Hochschule
- Zukunft findet Stadt – Das Hochschulnetzwerk für ein resilientes Berlin
- Forschung an HAW
- Innovationsorientierung der Forschung
- Validierungsförderung VIP+
- Deutscher Zukunftspreis



Existenzgründung aus der Wissenschaft

Technologieorientierte und wissensbasierte Ausgründungen aus Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen sind wichtige Innovationstreiber. Dabei überführen Gründerinnen und Gründer die Ergebnisse aus der wissenschaftlichen Forschung in neue Produkte, Dienstleistungen und Geschäftsmodelle. Um diese bis zur Marktreife zu entwickeln, sind intensive, kosten- und zeitaufwendige Entwicklungsarbeiten sowie unternehmerisches Know-how erforderlich. Die Bundesregierung unterstützt Gründende mit aufeinander abgestimmten Förderinstrumenten, um ein zentrales Anliegen in ihrer *Start-up-Strategie*, die Steigerung der Zahl von Start-up-Ausgründungen aus dem Wissenschaftssystem, zu erreichen. Entsprechend wird die Bundesregierung den Dialog mit den Ländern intensivieren, um die Ausgründungskultur an Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen strukturell und nachhaltig weiter zu stärken.

Das BMWK fördert seit 1998 technologieorientierte Ausgründungen und die unternehmerische Selbstständigkeit an Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen mit dem technologieoffenen Förderprogramm *EXIST – Existenzgründungen aus der Wissenschaft*. Das vom *Europäischen Sozialfonds (ESF)* kofinanzierte Förderprogramm besteht aus den vier Programmlinien *EXIST-Gründungsstipendium*, *EXIST-Forschungstransfer, EXIST-Potentiale* und *EXIST-Women*. Das *EXIST-Gründungsstipendium* unterstützt Studierende, Absolventinnen und Absolventen sowie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die ihre Gründungsidee in einen Businessplan überführen und verwirklichen möchten. Gründerinnen und Gründer in Teams mit bis zu drei Personen erhalten ein einjähriges Stipendium zur Sicherung des persönlichen Lebensunterhalts sowie ein Budget für Sachmittel und Coaching. Im Jahr 2022 wurden 183 *EXIST*-Gründungsstipendien, im Folgejahr 119 vergeben. Software und Medizintechnik sind die Technologiefelder, in denen 2022 die meisten *EXIST*-Gründerstipendien bewilligt wurden. Im April 2023 wurde eine neue Richtlinie veröffentlicht, in der die Förderung in *Gründungsstipendium* (vormals *Gründerstipendium*) umbenannt wurde und inhaltliche Anpassungen vorgenommen wurden. Die Überarbeitung zielt insbesondere darauf, den Frauenanteil und die Diversität in Gründungsteams zu erhöhen und zu fördern, dass die Gründungsvorhaben an Nachhaltigkeitsziele anknüpfen.

Der *EXIST-Forschungstransfer* adressiert forschungsbasierte Gründungsvorhaben und eröffnet ihnen den oft nur schwer finanzierbaren Weg vom Labor zum Markt. In der ersten von zwei 18-monatigen Förderphasen unterstützt die Programmlinie die Weiterentwicklung von Forschungsergebnissen in Richtung der Verwertungsreife. In der zweiten Phase werden die Aufnahme der Geschäftstätigkeit sowie Vorbereitungen für eine externe Unternehmensfinanzierung gefördert. Im Jahr 2023 wurden 47 solcher technisch besonders anspruchsvollen Gründungsvorhaben gefördert. Auch der *EXIST-Forschungstransfer* wurde im Rahmen einer neuen Richtlinie im April 2023 angepasst und fördert nun stärker Familienfreundlichkeit und Diversität sowie Beiträge zu Nachhaltigkeitszielen.

Über *EXIST-Potentiale* sollen Hochschulen und ihre Gründungsnetzwerke angesprochen werden, um sie in der Umsetzung gründungsfördernder Maßnahmen zu unterstützen. Ziel ist es, eine Gründungskultur an Hochschulen zu verstetigen und notwendige Rahmenbedingungen wie die regionale Vernetzung für innovative und wachstumsstarke Start-ups aus der Wissenschaft zu schaffen. Während *EXIST-Potentiale* 2024 ausläuft, wurde bereits 2023 der neue *Leuchtturmwettbewerb Startup Factories* initiiert. Vorgeschaltet ist eine Konzeptphase, deren Richtlinie 2024

EXIST-Modellprojekte KI

Im Rahmen des Förderprogramms *EXIST* werden vier Modellprojekte zum Thema Künstliche Intelligenz (KI) an den Standorten Berlin, Darmstadt, Hamburg und München gefördert. Ziel der Modellprojekte ist es, eine höhere Anzahl verwertungsrelevanter Ideen in einer sehr frühen Phase zu identifizieren und daraus KI-Ausgründungsprojekte zu generieren. Mit diesem niedrigschwelligen, frühphasigen Instrument sollen Absolventinnen und Absolventen sowie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler für die Option der unternehmerischen Selbstständigkeit gewonnen werden.

veröffentlicht wurde. In einer Umsetzungsphase werden bis zu zehn Projekte eine Förderung erhalten, um Entrepreneurship-Zentren aufzubauen, die einerseits an gründungsstarke Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen angebunden sind und andererseits maßgeblich durch die Privatwirtschaft mitgetragen werden.

Mit *EXIST-Women* werden gründungsinteressierte und gründungsaffine Frauen an Hochschulen und Forschungseinrichtungen in der Phase vor der Unternehmensgründung, insbesondere bei der Entwicklung ihrer Unternehmerinnenpersönlichkeit und der Weiterentwicklung ihrer Gründungsidee, gefördert. *EXIST-Women* soll dazu beitragen, Frauen bei ihrem Weg in die unternehmerische Selbstständigkeit zu unterstützen, sie zu qualifizieren und so den Anteil von Frauen als Gesellschafterinnen und Geschäftsführerinnen von innovativen Unternehmensgründungen zu erhöhen.

Aus der *EXIST*-Förderung resultierten seit Beginn des Förderprogramms bis März 2024 bereits 2.942 Unternehmensgründungen über das *Gründungsstipendium* bzw. 536 Unternehmensgründungen über den *Forschungstransfer.* Die Gründungsquote der geförderten Projekte lag 2023 bei rund 85 % (*Gründungsstipendium*) bzw. rund 84 % (*Forschungstransfer*). Dadurch dass die Förderung am Anfang der Innovationskette ansetzt, liefert *EXIST* auch die Grundlage bzw. die Projektbasis insbesondere für den *High-Tech Gründerfonds (HTGF)* und den *German Accelerator.*

Das BMBF fördert technologiebasierte Gründungen im Rahmen seiner Fachprogramme. Ein wichtiger Baustein dafür ist die *Gründungsoffensive Biotechnologie (GO-Bio)*, welche die spezifischen Bedarfe von Gründungsvorhaben in den Lebenswissenschaften adressiert. Hierzu zählen lange Entwicklungszeiten, hoher Kapitalbedarf und ein erhöhtes Risiko des Scheiterns. *GO-Bio* richtet sich an Forschungsteams in den Lebenswissenschaften, die ein explizites Gründungsinteresse haben. Die Förderung erfolgt in zwei Förderphasen von jeweils in der Regel bis zu drei Jahren. Nach der ersten Phase an der wissenschaftlichen Einrichtung kann in einer zweiten Förderphase FuE in dem ausgegründeten Unternehmen gefördert werden. Eine Neuauflage der Maßnahme unter Berücksichtigung der Ergebnisse einer kürzlich abgeschlossenen Evaluation ist geplant.

Ein weiterer Teil der *Gründungsoffensive Biotechnologie* ist *GO-Bio initial*, das an einer sehr frühen Phase des Innovationsgeschehens ansetzt, in der oft nur eine vage Vorstellung von dem angestrebten Produkt bzw. der Dienstleistung existiert. Daher ist das Ziel, bei den Forschungsergebnissen einen Reifegrad zu erzielen, der eine anschließende Weiterführung in anderen Programmen der Validierungs-, Gründungs- und Firmenkooperationsförderung ermöglicht. In einer Sondierungsphase soll die Verwertungsidee unter Markt- und Bedarfsgesichtspunkten geschärft, eine Patentstrategie entwickelt und ein technischer Umsetzungsplan entworfen werden. In einer zweiten Förderphase kann ein erster technischer Machbarkeitsnachweis erbracht und eine Anschlussfinanzierung gefunden werden.



Das BMBF fördert Unternehmensgründungen zudem auch in anderen Fachprogrammen. Dazu gehören die Initiative *START-interaktiv: Interaktive Technologien für Gesundheit und Lebensqualität* aus dem *Forschungsprogramm Miteinander durch Innovation* sowie die Fördermaßnahmen *StartUpSecure* und *StartUpConnect* in den Technologiefeldern IT-Sicherheit und Kommunikationstechnologien sowie *Enabling Start-up* in den Quantentechnologien und Photonik. *START-interaktiv* fördert in zwei Modulen die Reifegradentwicklung und die Ausarbeitung von Verwertungspotenzialen sowie risikoreiche FuE-Vorhaben von bereits gegründeten Start-ups. Im Rahmen von *StartUpSecure* unterstützen Inkubatoren, angesiedelt an Forschungszentren zur IT-Sicherheit, Gründungsinteressierte im Bereich der IT-Sicherheit bei der Entwicklung von Forschungsergebnissen hin zu einer Erfolg verspre-

chenden Gründungsidee und deren Umsetzung in Unternehmen nach ihrer Gründung. Mit *StartUp-Connect* wird dieses erfolgreiche Förderinstrument auf den Bereich aktueller und zukünftiger Kommunikationstechnologien übertragen. Hierbei werden Gründungsinteressierte und junge Unternehmen von technologiestarken Gründungsinkubatoren an den 6G-Forschungs-Hubs unterstützt, die Teil der *6G-Initiative* des BMBF sind. *Enabling Start-up* fokussiert auf innovative Ideen in den Quantentechnologien und der Photonik und unterstützt forschungsorientierte Unternehmen kurz nach oder unmittelbar vor einer Gründung. Im Rahmen der Fördermaßnahme *StartUpLab@FH* des Bund-Länder-Programms *Forschung an HAW* wird neben dem Aufbau und der Nutzung sogenannter StartUpLabs die Erprobung einzelner Gründungsideen in der frühen Vorgründungsphase mit Sachmitteln unterstützt.

Das BMBF unterstützt die Initiative *Young Entrepreneurs in Science (YES)* der Falling Walls Foundation. Damit soll der hoch qualifizierte wissenschaftliche Nachwuchs während oder kurz nach der Promotion angesprochen und für die Möglichkeiten einer Gründung sensibilisiert werden. Die Initiative bietet Workshops und Events an, um Akteurinnen und Akteure der Wissenschafts- und Innovationslandschaft zusammenzubringen und zu einer Stärkung der Gründungskultur an deutschen Hochschulen und Forschungseinrichtungen beizutragen.

Neben den von Bundesministerien aufgelegten Förderprogrammen verfügen auch die vier größten von Bund und Ländern finanzierten außeruniversitären Forschungsorganisationen – Fraunhofer-Gesellschaft, Max-Planck-Gesellschaft, Helmholtz-Gemeinschaft und Leibniz-Gemeinschaft – über eigene Programme zur Unterstützung innovativer und technologieorientierter Start-ups. Diese sind in der Regel entlang eines strukturierten Förderprozesses orientiert, der die unterschiedlichen Gründungsphasen begleitet. Beispiele sind die *MAXpreneurs Initiative* mit dem *MAX!imize Start-up-Inkubationsprogramm* der Max-Planck-Gesellschaft, das Ausgründungsprogramm *Helmholtz Enterprise*, das *AHEAD-Programm* und die *Fraunhofer Venture* und die *Leibniz-Gründungsberatung* sowie die *Leibniz-Gründungskollegs*. Im Jahr 2023 hat das DLR mit der *Startup Factory* ein umfassendes Programm gestartet, das Gründungsprozesse von der Mitarbeitendenmotivation bis zur erfolgreichen Gründung und Finanzierung abdeckt. Mit dem Zugang zu Technologien und Technologie-Inkubatoren, zu Infrastruktur und Know-how der außeruniversitären Forschungsorganisationen erhalten junge Unternehmen die Chance, sich schneller auf dem Markt zu etablieren.



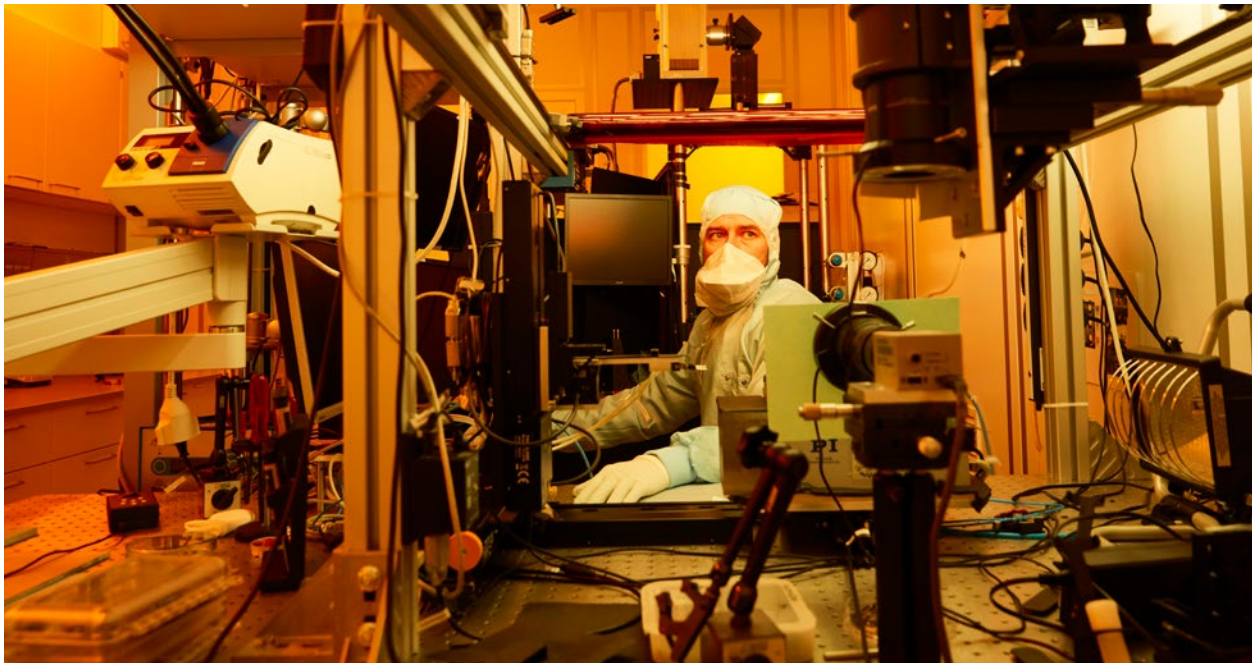
Zukunftsstrategie Forschung und Innovation – Indikator 4: Zahl der akademischen (Aus-)Gründungen

Für den Wissenstransfer aus der anwendungsorientierten Forschung in die Praxis spielen Gründungsaktivitäten an Hochschulen und in der außeruniversitären Forschung eine Schlüsselrolle. Deutschland und die EU nehmen zwar bei der Forschung eine Spitzenposition ein, im internationalen Vergleich schöpfen sie Potenziale für Ausgründungen aus dem Wissenschaftssystem jedoch zu wenig aus. Mit der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* will die Bundesregierung die Unterstützungsstrukturen für Gründerinnen und Gründer in den Wissenschaftseinrichtungen weiter stärken und die Zahl akademischer (Aus-)Gründungen deutlich steigern.

Weitere Informationen im Internet:

- EXIST
- Leuchtturmwettbewerb Startup Factories
- GO-Bio
- Go-Bio initial
- Interaktive Technologien für Gesundheit und Lebensqualität – START-interaktiv
- IT-Sicherheit – StartUpSecure
- Kommunikationssysteme – StartUpConnect
- Quantentechnologien – Enabling Start-up
- Young Entrepreneurs in Science (YES, engl.)
- Max-Planck-Innovation
- Helmholtz Enterprise
- Fraunhofer Venture
- Fraunhofer AHEAD Programm (engl.)
- Leibniz Gründungsberatung

2.6 Bundesagentur für Sprunginnovationen (SPRIND)



Arbeiten in einem Reinraum im Rahmen des SPRIND-Projekts Modern Camera Design

Sprunginnovationen sind Innovationen, die durch neuartige Lösungsansätze bestehende Produkte, Technologien oder Geschäftsmodelle grundlegend verändern oder ersetzen und dadurch neue Märkte und große Wertschöpfungspotenziale eröffnen oder ein bedeutendes technologisches, soziales oder ökologisches Problem lösen können. Um vielversprechende Sprunginnovationen aufzuspüren, ihnen einen Nährboden zu bereiten und schließlich zum Durchbruch zu verhelfen, hat die Bundesregierung Ende 2019 die *Bundesagentur für Sprunginnovationen (SPRIND)* mit Sitz in Leipzig gegründet.

Aufgabe der *SPRIND* ist es, insbesondere Entwicklungen mit Potenzial zur Sprunginnovation frühzeitig zu identifizieren und Innovatorinnen und Innovatoren eine neuartige und maßgeschneiderte Unterstützung für die Weiterentwicklung ihrer herausragenden Ideen mit disruptivem Potenzial zu eröffnen. Um diese Ziele zu erreichen, möchte die *SPRIND* Freiräume bieten, in denen man radikal anders denken kann. Dabei versteht sie sich selbst als agiles öffentliches Unternehmen, in dem Ideen und Projekte mit Leidenschaft und Unternehmergeist angepackt werden.

Das Eingehen von Risiken und damit verbundenes gelegentliches Scheitern werden als Teil des Prozesses verstanden, der Innovationen schließlich erst ermöglicht.

Zukunftsstrategie Forschung und Innovation – Indikator 6: Durch SPRIND an den Markt gebrachte Sprunginnovationen (Bestandteil der SPRIND-Evaluation)

Die Förderung der Innovationsfähigkeit ist ein wichtiges Ziel der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation.* Die Bundesregierung will insbesondere auch die Zahl der disruptiven Innovationen in Deutschland steigern. Die *SPRIND* soll den Innovatorinnen und Innovatoren zukünftig eine maßgeschneiderte Unterstützung für die Umsetzung der jeweiligen Idee mit Sprunginnovationspotenzial anbieten.



Arbeiten mit der DNA-Schere CRISPR/Cas13 im Rahmen der SPRIND Challenge „Broad-Spectrum Antivirals“

Konkrete Projektideen werden vor allem in zu diesem Zweck gegründeten Tochtergesellschaften der Agentur finanziert und betreut. Am Ende der Finanzierung steht im Erfolgsfall die Verwertung, etwa durch eine Veräußerung der einzelnen Tochtergesellschaften in den Markt. In den kommenden Jahren sollen so sichtbare Erfolge verwirklicht und neue Ansätze zur Förderung von marktumwälzenden Innovationen erkennbar werden. Durch eine Evaluation der *SPRIND* werden die Förderpraxis und der Erfolg der neuartigen Instrumente einer Bewertung unterzogen.

Die Themenfindung erfolgt durch einen Bewertungsprozess in der Agentur. Dabei ist *SPRIND* themenoffen ausgerichtet und sucht nach Lösungen für aktuelle wissenschaftliche, technologische, wirtschaftliche und soziale Herausforderungen. Innovatorinnen und Innovatoren können ihre Projektvorschläge jederzeit einreichen oder an Innovationswettbewerben (Challenges) teilnehmen. Es wurden bereits fünf solcher Challenges initiiert, die sich der Bekämpfung von viralen Infektionen, der Entfernung von Treibhausgasen aus der Atmosphäre, der Entwicklung ressourcenschonender Computer-Konzepte, der langfristigen Energiespeicherung und kreislaufbasierten biotechnologischen Produktionsverfahren widmen. Seit der Aufnahme des Geschäftsbetriebs Anfang 2020 wurden ca. 1.300 Projekte bei der *SPRIND* eingereicht. Nach einer Validierungsphase wurden bislang 13 Projekte zur weiteren finanziellen Unterstützung in Tochtergesellschaften überführt.

Die *SPRIND* ist zunächst für eine Laufzeit von zehn Jahren geplant. Seit ihrer Gründung wurden die Rahmenbedingungen für die Arbeit der *SPRIND* bereits erheblich verbessert: Ein Maßnahmenpaket umfasste die Flexibilisierung der Rahmenbedingungen hinsichtlich der öffentlichen Auftragsvergabe, eine Optimierung der Governance-Struktur sowie eine Erhöhung der finanziellen Ressourcen. Ende 2023 ist zudem das *SPRIND-Freiheitsgesetz* mit den folgenden wesentlichen Regelungsinhalten in Kraft getreten: Mit der Beleihung der *SPRIND* werden Abstimmungen mit der Ministerialebene entfallen und Förderentscheidungen schneller getroffen werden können. Durch die Bereitstellung zusätzlicher Förderinstrumente stehen der *SPRIND* neben öffentlich-rechtlichen Förderinstrumenten auch privatrechtliche Instrumente zur Verfügung, um insbesondere Kofinanzierungen mit privaten Investoren zu erleichtern. Zudem ermöglicht das Gesetz eine flexiblere Mittelbewirtschaftung und in begründeten Fällen Ausnahmen vom Besserstellungsverbot.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Bundesagentur für Sprunginnovationen (SPRIND)
↗ Sovereign Cloud Stack

Sovereign Cloud Stack – eine europäische Superwolke

Daten werden aktuell oft auf Cloud-Lösungen großer amerikanischer oder chinesischer Anbieter gespeichert, was zu einem Verlust der Kontrolle über die Daten und zu Abhängigkeiten führen kann. Vor diesem Hintergrund zielt die Gaia-X-Initiative auf den Aufbau von europäischen IT-Infrastrukturen, die Transparenz und Datenschutz sicherstellen und digitale Souveränität ermöglichen. Ein solches Projekt, das initial durch die *SPRIND* gefördert wurde und mittlerweile vom BMWK unterstützt wird, ist die Sovereign Cloud Stack (SCS). Sie bietet eine Cloud-Software für Cloudbetreiber, die auf Open-Source-Technologie basiert und deren Software-Komponenten kollaborativ von der weltweiten Open-Source-Community in einem offenen Prozess weiterentwickelt werden.

2.7 Geistiges Eigentum

Investitionen in Forschung und Entwicklung (FuE) sind viel leichter finanzierbar, wenn die Verwertung und damit auch der Transfer mittels gewerblicher Schutzrechte gesichert werden kann. Für Unternehmen ist es daher in der Regel wertvoll und lohnend, mit gewerblichen Schutzrechten zu arbeiten. In Deutschland ist das Deutsche Patent- und Markenamt (DPMA) im Geschäftsbereich des BMJ mit dem Schutz des geistigen Eigentums gesetzlich beauftragt. Das DPMA prüft Erfindungen, erteilt Patente, registriert Marken, Gebrauchsmuster und Designs, verwaltet Schutzrechte und informiert die Öffentlichkeit darüber.

Insbesondere im Technologiebereich spielt die Übertragung geistigen Eigentums (IP-Transfer) eine zentrale Rolle für den Innovationserfolg eines Unternehmens bzw. kann eine wesentliche Hürde für den Erfolg von Start-ups sein. Die Bundesregierung setzt sich international für einen stabilen und ausgewogenen Rechtsrahmen ein, der als verlässliche Grundlage für den Abschluss von Verträgen zum IP-Transfer dienen kann. Daher treibt die Bundesregierung dieses Thema im Rahmen verschiedener Projekte voran.

In einer vom BMWK einberufenen Arbeitsgruppe unter Beteiligung von Gründerinnen und Gründern, Transferstellen von Wissenschaftseinrichtungen, Investorinnen und Investoren, Rechtsexpertinnen und -experten sowie dem Bundesverband Deutsche Startups (BVDS) und der Transferallianz e. V. werden Arbeitshilfen wie Rechtsgutachten und Musterverträge in der IP-Toolbox zur Verfügung gestellt. Im Zusammenhang damit erarbeitet die Technische Universität Berlin ein Konzept zum Aufbau und Betrieb einer IP-Dealdatenbank – einer validen Informationsquelle für grundlegende Konditionen bei Ausgründungen.



Im Projekt „IP-Transfer 3.0“ der *SPRIND* werden seit Herbst 2022 von einer Gruppe von 17 Piloteinrichtungen neue Modelle zum Transfer von geistigem Eigentum erprobt. Dieser soll bei Ausgründungen aus der Wissenschaft grundlegend vereinfacht, beschleunigt und mit Blick auf den zukünftigen Erfolg des neuen Unternehmens gestaltet werden. So bietet es sich beispielsweise an, geistiges Eigentum gegen virtuelle Beteiligungen der Einrichtung an der Ausgründung zu tauschen.

Die Bundesregierung setzt sich national, aber insbesondere auch auf europäischer und internationaler Ebene dafür ein, dass die Schutzsysteme für geistige Eigentumsrechte nicht abgeschwächt und die Anmeldenden nicht mit zusätzlichem bürokratischem Aufwand belastet werden. Die ausgewogene Architektur der Schutzsysteme ist Grundlage und Voraussetzung nachhaltiger Investitionen in Forschung und Entwicklung.

Weitere Informationen im Internet:

- Deutsches Patent- und Markenamt
- EXIST IP-Transfer

Weiterführende Verweise zu diesem und anderen Kapiteln finden Sie unter ***BuFI-Online-Angebot: Linkportal***.

2.8 Normung und Standardisierung

Normen und Standards legen grundlegend die Eigenschaften von Produkten und Prozessen beziehungsweise die von ihnen zu erfüllenden Anforderungen fest. Sie können die Verbreitung von Innovationen ermöglichen und wesentlich beschleunigen. Beispielsweise kann die breite Umsetzung der Elektromobilität nur durch standardisierte Schnittstellen der Lademöglichkeiten gelingen. Dort, wo Normen und Standards hingegen fehlen, entstehen Friktionen und Kosten oder es werden nur Nischen bedient.

Darüber hinaus spielen Normung und Standardisierung eine entscheidende Rolle für den Handel auf europäischer und internationaler Ebene. Besonders für die exportorientierte deutsche Volkswirtschaft können Normen und Standards technische Handelshemmnisse abbauen und zur weltweiten Verbreitung von Technologien und damit letztendlich zur technologischen Souveränität beitragen. Insbesondere im Hinblick auf den intensiver werdenden globalen Technologiewettbewerb ist es wichtig, Anforderungen an (Schlüssel-) Technologien, Produkte und Dienstleistungen entsprechend den eigenen Werten zu formulieren, zu entwickeln und Normen und Standards auf Augenhöhe mitzugestalten. Daher ist die Förderung der aktiven Beteiligung auch in europäischen und internationalen Normungs- und Standardisierungsgremien ein erklärtes Ziel der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* der Bundesregierung.

Die Bundesregierung nimmt auf internationaler Ebene an Kooperationen teil – so zum Beispiel bei der technischen Harmonisierung des EU-Binnenmarktes oder im Rahmen des Übereinkommens über technische Handelshemmnisse der Welthandelsorganisation (WTO). Dies soll den bilateralen Handel erleichtern, indem technische Handelsbarrieren abgebaut werden. Ein Beispiel dafür sind unterschiedliche nationale technische Normen – Grundlage für sogenannte Konformitätsanforderungen. Die Bewertung der Konformität erfolgt durch private oder staatliche Stellen wie die im Geschäftsbereich des BMWK angesiedelten Einrichtungen Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) und Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM). Die Deutsche Akkreditierungsstelle (DAkkS) ist zuständig für Akkreditierungen in Deutschland, das heißt für den Kompetenznachweis von Konformitätsbewertungsstellen gemäß den gestellten Anforderungen.

Mit dem *Normungspolitischen Konzept stimmt* die Bundesregierung ihr Vorgehen in Normungs- und Standardisierungsfragen ab. Auf der Grundlage der *Deutschen Normungsstrategie (DNS)* formuliert sie darin fünf Ziele. Demnach sollen Normung und Standardisierung die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands fördern und an Nachhaltigkeitsziele der Bundesregierung anknüpfen, zur Verbreitung von Innovationen und Forschungsergebnissen beitragen, die Gesetzgebung entlasten und beschleunigen, Informations-, Mitwirkungs- und Einflussmöglichkeiten interessierter Kreise fördern und Normen und Standards verstärkt als Teil des öffentlichen Auftragswesens berücksichtigen. Die Bundesregierung gestaltet dafür die rechtlichen Rahmenbedingungen und bringt sich auf nationaler und internationaler Ebene in die Normenentwicklung ein.

WIPANO – Wissens- und Technologietransfer durch Patente und Normen, ein Programm des BMWK, unterstützte 2020–2023 insbesondere KMU, Hochschulen und Forschungseinrichtungen dabei, ihr aus öffentlicher Forschung stammendes geistiges Eigentum zu sichern und wirtschaftlich zu verwerten. Des Weiteren wurden die Überführung neuester Forschungsergebnisse in Normen und Standards sowie die Mitarbeit von KMU in für Normierung und Standardisierung zuständigen Ausschüssen sowie nationalen und internationalen Gremien gefördert.

Weitere Informationen im Internet:

- Deutsche Akkreditierungsstelle
- Normungspolitisches Konzept der Bundesregierung
- WIPANO – Wissens- und Technologietransfer durch Patente und Normen



Teilnehmende einer Studie des Max-Planck-Instituts für empirische Ästhetik werden für Messungen vorbereitet.

3 Beteiligung an Forschung und Innovation

Um wissenschaftliche Erkenntnisse zu gewinnen und neue Innovationspotenziale in Deutschland zu heben, gilt es, alle wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Akteurinnen und Akteure noch wirksamer als bislang einzubinden. Zusätzlich sollen die Gleichstellung von Frauen und Männern sowie die Diversität im Allgemeinen gefördert werden. Unternehmen, besonders kleine und mittlere Unternehmen (KMU), erhalten Unterstützung, um neue technische und Soziale Innovationen zu entwickeln und in die Anwendung zu bringen. Die Zivilgesellschaft wird ermutigt, sich in Forschung und Forschungspolitik einzubringen und Ideen für Soziale Innovationen mit zu erarbeiten.

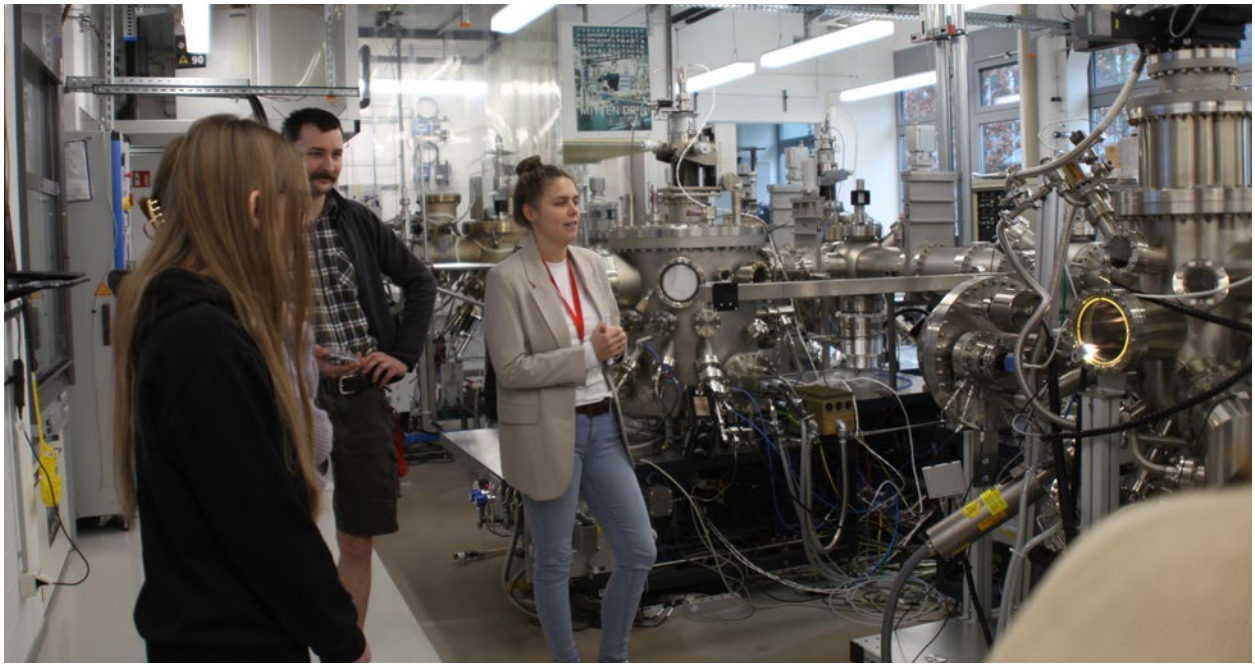


Die Bundesregierung unterstützt mit dem im *Koalitionsvertrag* festgeschriebenen Leitmotiv „Mehr Fortschritt wagen“ den Anspruch, dass Deutschland und Europa bei den großen forschungs- und innovationspolitischen Zukunftsthemen eine führende Rolle spielen. Vor dem Hintergrund drängender gesellschaftlicher Herausforderungen sowie der hohen Dynamik im internationalen Umfeld sollen zukunftsweisende Lösungen mit den Zielen der nachhaltigen Entwicklung (engl. Sustainable Development Goals; SDGs) im Einklang stehen. Die Stärkung der Innovationsfähigkeit in Wirtschaft und Gesellschaft hat daher eine hohe politische Priorität und ist somit ein weiteres Querschnittsthema der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation*, dem große Bedeutung für die Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen beigemessen wird.

Um die Innovationsfähigkeit Deutschlands nicht nur zu erhalten, sondern stetig weiterzuentwickeln, bedarf es neben der Optimierung struktureller Rahmenbedingungen einer Verbreiterung der Innovationsbasis. Ziel ist es, dass möglichst viele Akteurinnen und Akteure aus Wirtschaft und Gesellschaft am Innovationsgeschehen partizipieren und sich einbringen können. Die Maßnahmen der Bundesregierung zielen darauf, die Gleichstellung von Frauen und Männern sowie Diversität im Allgemeinen zu erhöhen, um die klügsten Köpfe unabhängig von ihrem sozialen Hintergrund für Tätigkeiten in Forschung und Innovation (FuI) zu gewinnen. KMU, die in vielen Bereichen technologische Vorreiter sind, aber bei der FuI-Finanzierung oft vor besonderen Herausforderungen stehen, werden gefördert. Zudem wird Bürgerinnen und Bürgern die Möglichkeit gegeben, sich im Rahmen von Partizipationsformaten, wie z. B. Citizen-Science-Projekten, zu beteiligen.

Die Bundesregierung folgt einem breiten Innovationsverständnis, das sich nicht auf technologische Innovationen beschränkt, sondern auch neue soziale Praktiken, Produkte, Prozesse und Geschäfts- und Organisationsmodelle, die nachhaltige Lösungen für gesellschaftliche Herausforderungen schaffen, umfasst (→ **IV 6.5 Soziale Innovationen**).

3.1 Breitere Innovationsbasis durch Förderung von Vielfalt



Im Molekularstrahlepitaxie-Labor des Leibniz-Instituts für innovative Mikroelektronik am Internationalen Tag der Frauen und Mädchen in der Wissenschaft

Die Berücksichtigung einer Breite an verschiedenen Sichtweisen, Erfahrungen, kulturellen Hintergründen und Fähigkeiten unabhängig von Geschlecht, Nationalität, Herkunft, Religion, Weltanschauung, Behinderung, Alter sowie sexueller Orientierung und Identität schafft die Grundlage dafür, dass neue Ideen gedeihen und neue Innovationspotenziale erschlossen werden können. Die Förderung der Vielfalt in sowohl Wirtschaft als auch Wissenschaft trägt nicht nur zu mehr Chancengerechtigkeit für alle Menschen bei. Diversität stellt auch einen entscheidenden Faktor im Wettbewerb um die besten Köpfe dar, der für die Zukunftsfähigkeit einer Volkswirtschaft und einer Gesellschaft maßgeblich ist.

Die Bundesregierung fördert aktiv die Gleichstellung von Frauen und Männern in Hochschulen. Dazu gehört, die Repräsentanz von Frauen auf allen Qualifikationsstufen im Wissenschaftssystem nachhaltig zu verbessern und die Anzahl der Wissenschaftlerinnen in den Spitzenfunktionen im Wissenschaftsbereich in Richtung Parität zu steigern. Mit dem *Professorinnenprogramm* von Bund und Ländern sollen mehr Frauen in Führungspositionen im Hochschulbereich gebracht sowie die gleichstellungspolitischen Strukturen gestärkt und so ein geschlechtergerechter Kulturwandel an den Hochschulen gefördert werden (→ **III 4.5 Chancengerechtigkeit, Gleichstellung und Vielfalt in Bildung und Forschung** sowie → **V 2 Bund-Länder-Vereinbarungen**). Die BMBF-Förderrichtlinie *MissionMINT – Frauen gestalten Zukunft* trägt dazu bei, mehr junge Frauen für MINT-Studiengänge und innovations- und zukunftsträchtige akademische MINT-Berufe zu gewinnen und ihren Verbleib in diesen Berufen im MINT-Bereich zu fördern.

Um den Anteil an Gründerinnen von innovativen Start-ups sowie an Frauen im Mittelstand und Handwerk zu erhöhen, hat das BMWK 2022 die Initiative *Frauen in Mittelstand, Handwerk, Gründungen und Start-ups* ins Leben gerufen. Damit will es erreichen, dass Frauen ihre Kompetenzen für die Wirtschaft in vollem Umfang einsetzen können und dass Maßnahmen ergriffen werden, die dies beschleunigen. Im Rahmen der Initiative wurde der Aktionsplan *Mehr Unternehmerinnen für den Mittelstand* erarbeitet, der im Mai 2023 der Öffentlichkeit vorgestellt wurde.

Er enthält mehr als 40 Maßnahmen von insgesamt 32 Beteiligten – von Bundesministerien, Verbänden, Netzwerken und wissenschaftlichen Instituten bis hin zu Finanzierungsinstitutionen. Ziel ist es, Frauen das Gründen von Unternehmen zu erleichtern und Mädchen für Klima- und Handwerksberufe zu begeistern.

Eine der Maßnahmen, eine Erweiterung des Förderprogramms *EXIST*, die im Juni 2023 mit einer Auftaktveranstaltung vorgestellt bzw. im Juli 2023 veröffentlicht wurde, richtet sich explizit an Gründerinnen aus Hochschulen und Forschungseinrichtungen. Die neue Förderlinie *EXIST-Women* soll diese Frauen unterstützen, den Schritt in die Selbstständigkeit zu wagen, und auf diese Weise den Frauenanteil von Geschäftsführerinnen und Gesellschafterinnen in Start-ups deutlich erhöhen. Hochschulen und Forschungseinrichtungen erhalten damit Fördermittel für Stipendien, für Sachausgaben der Vorhaben geförderter Frauen sowie für die Durchführung von Angeboten zur unternehmerischen Beratung und Qualifizierung von Frauen. Darüber hinaus richtet das BMWK Infoveranstaltungen (Roadshow *EXIST-Women*) für Gründungsberaterinnen und Gründungsberater aus und initiiert weitere Möglichkeiten zum Erfahrungsaustausch.

Das *Programm Women2Invest* des *European Institute of Innovation and Technology (EIT)* zielt einerseits darauf ab, Frauen den Einstieg in die Risikokapitalbranche zu erleichtern, und andererseits darauf, Investorinnen und Investoren dabei zu helfen, aus einem vielversprechenden Bewerberinnen-Pool Frauen mit Abschlüssen in den Bereichen Wissenschaft, Technologie, Ingenieurswissenschaften, Kunst und Mathematik (engl. science, technology, engineering, the arts, and mathematics; STEAM) und unterschiedlichen akademischen und beruflichen Hintergründen zu rekrutieren. Das Programm beinhaltet Schulungsmaßnahmen, bezahlte Praktika mit Risikokapitalgebern, Vorträge, Erfahrungsaustausch mit Personen aus der Branche, Case Studies für die Simulation von Investmentprozessen sowie Workshops. Auch die *Deep Tech Talent Initiative* des *EIT* zur Qualifizierung in Deep-Tech-Bereichen nimmt insbesondere die Förderung von Frauen in den Blick (→ **III 4.1 Zukunftskompetenzen**).

Weitere Informationen im Internet:

- Gleichstellung und Vielfalt im Wissenschaftssystem
- Initiative FRAUEN in Mittelstand, Handwerk, Gründungen und Start-ups
- Aktionsplan Mehr Unternehmerinnen für den Mittelstand
- EXIST Women
- EIT: Women2Invest (engl.)
- Initiative Klischeefrei

3.2 Innovativer Mittelstand

Der Mittelstand ist eine wesentliche Stütze des technologischen Fortschritts in Deutschland und somit für Wettbewerbsfähigkeit und Wohlstand. Er spielt auch bei der Transformation unserer Wirtschaft zu mehr Klimaschutz und Nachhaltigkeit eine entscheidende Rolle. Die Bundesregierung strebt daher eine Erhöhung der Innovationsbeteiligung von KMU an – dazu zählen laut Definition des Statistischen Bundesamts kleine und mittlere Unternehmen mit bis zu 249 Beschäftigten und bis zu 50 Mio. Euro Umsatz. Über verschiedene Programme werden daher die FuI-Aktivitäten sowie die digitale Transformation des Mittelstands gefördert.

Innovationsförderung im Mittelstand

Um dem zuletzt leichten Rückgang der Innovationsbeteiligung von KMU entgegenzuwirken und die Innovationsbeteiligung stattdessen zu steigern, zielt die Bundesregierung darauf ab, gezielte Innovationsanreize für KMU zu setzen und Rahmenbedingungen für Innovationen zu verbessern. Die *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* strebt eine Steigerung der Innovatorenquote im Mittelstand auf 60 % an (**Datenband: Indikatoren der Zukunftsstrategie Forschung und Innovation**).

Auf die nachhaltige Stärkung der Innovationskraft und der Wettbewerbsfähigkeit von mittelständischen Unternehmen zielt das themen-, technologie- und branchenoffene *Zentrale Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM)* des BMWK. Mithilfe von Zuschüssen werden Mittelständler sowie kooperierende Hochschulen und Forschungseinrichtungen dabei unterstützt, marktorientierte FuE-Projekte umzusetzen, die ambitionierte technische Entwicklungen angehen und dabei einen hohen Innovationsgrad und gute Marktverwertungschancen aufweisen. Die Fördermöglichkeiten im *ZIM* umfassen Einzel- und Kooperationsprojekte, bei denen FuE entweder im eigenen Betrieb oder in Zusammenarbeit mit Hochschulen, Forschungseinrichtungen und anderen KMU durchgeführt wird. Darüber hinaus werden im Rahmen von *ZIM* das Management und die Organisation von Innovationsnetzwerken unterstützt. Seit 2020 wurden im *ZIM* für mehr als 10.000 Projekte fast 2,1 Mrd. Euro Fördermittel zur Verfügung gestellt.

Mit dem Programm *Innovationsgutscheine (go-inno)* fördert das BMWK die Beratung von KMU – einschließlich des Handwerks – bei der Vorbereitung und Durchführung von Produkt- und technischen Verfahrensinnovationen. Damit können Unternehmen mit weniger als 100 Mitarbeitenden ihr Innovationsma-

ZIM-Kooperationsprojekt des Jahres 2023

Die MICROBOX GmbH entwickelte im Rahmen eines *ZIM*-Kooperationsprojekts ein multispektrales Bildgebungssystem, das erstmals eine noninvasive wissenschaftliche Materialanalyse von Kunstwerken und Archivgut innerhalb weniger Sekunden ermöglicht. Auf diese Art können hochauflösend Details, die sonst im Verborgenen blieben, sichtbar gemacht werden. Die innovative Technologie kommt bei der Konservierung, Restaurierung und Erforschung von Kunstwerken und Archivgut zur Anwendung. Das neue Verfahren ermöglicht eine schnellere, kostengünstigere und genauere kunsthistorische Materialanalyse als bisherige multispektrale Bildgebungssysteme.



Neu entwickeltes multispektrales Bildgebungssystem für eine non-invasive, wissenschaftliche Materialanalyse im Einsatz

nagement professionalisieren und Unterstützung bei der Identifizierung von Innovationspotenzialen sowie der Erstellung von Realisierungskonzepten erhalten. Die Autorisierung der Beratungsunternehmen durch das BMWK stellt qualitativ hochwertige Beratungsleistungen sicher. Bis zu 50 % der Nettokosten werden mittels eines sogenannten Innovationsgutscheins übernommen, der einen schnellen und unbürokratischen Ablauf des Beratungsprojekts gewährleistet.

Das BMBF unterstützt mit der Förderinitiative *KMU-innovativ* die Spitzenforschung von insbesondere forschungsstarken, jungen und dynamischen Unternehmen. Im Mittelpunkt stehen risikoreiche FuE-Vorhaben mit hohem Innovationspotenzial in zukunftsweisenden Technologiefeldern. Dazu zählen Bioökonomie, Biomedizin, Elektronik sowie autonomes Fahren und High Performance Computing, Medizintechnik, Informations- und Kommunikationstechnologien, interaktive Technologien für Gesundheit und Lebensqualität, Materialforschung, Photonik und Quantentechnologien, Ressourceneffizienz und Klimaschutz und die Zukunft der Wertschöpfung. Die Förderung ist also themen- und technologiespezifisch, wobei jedes Technologiefeld seine eigenen Ausschreibungen veröffentlicht, für die sich dann Unternehmen mit dem entsprechenden spezifischen Know-how bewerben können. Neben Einzelvorhaben können auch Verbünde aus KMU, Hochschulen, Forschungseinrichtungen, anderen Unternehmen oder Gebietskörperschaften Anträge stellen, sofern die Initialisierung und Koordination von einem KMU oder mittelständischen Unternehmen ausgeht. Die Förderinitiative *KMU-innovativ* zeichnet sich durch ein umfassendes Beratungsangebot sowie durch ein schlankes Antragsverfahren mit zwei Stichtagen pro Jahr aus und soll innovationsstarken KMU so den Einstieg in die Projektförderung erleichtern.

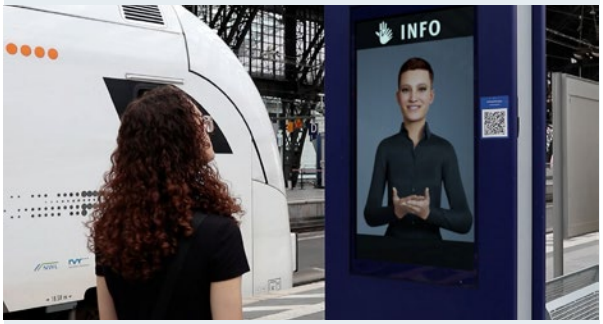
Um den Transfer von Ideen in die marktfähige Umsetzung zu verbessern, hat das BMWK gemeinsam mit Innovationsakteurinnen und -akteuren die partizipatorisch angelegte *Transferinitiative* ins Leben gerufen. Kernelement sind eine Dialogreihe und Roadshows, in denen beispielsweise die Rolle von Normen, Standards und Patenten für den Innovations- und Technologietransfer, die innovative, öffentliche Beschaffung, das Innovationsmanagement in den Unternehmen sowie die Kommunikation zwischen KMU und Hochschulen als Instrument erfolgreichen Technologie- und Wissenstransfers thematisiert wurden. Aufbauend auf den resultierenden Erkenntnissen wird Bestehendes überprüft und Neues entwickelt, um auf diese Weise das Innovationsökosystem zu optimieren und letztlich auch die Innovationstätigkeit zu steigern.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM)
↗ ZIM-Projekt MICROBOX
↗ go-inno
↗ KMU-innovativ
↗ Von der Idee zum Markterfolg

KI für die barrierefreie Kommunikation mit Gehörlosen

Der Projektverbund BIGEKO, der sich aus der Charamel GmbH, zwei weiteren Unternehmen, zwei Universitäten und dem Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz zusammensetzt, entwickelt barrierefreie Kommunikationswege für gehörlose Menschen. Dafür werden Kamerasysteme genutzt und eine KI entwickelt, die Gesten und Emotionen in den Gebärden erfassen und erkennen kann. Diese sollen in Echtzeit übersetzt werden, sodass in einer ersten Anwendung z. B. das Kommunizieren mit einer Rettungsleitstelle im Fall eines Notrufs möglich ist. Auf diese Weise kann die Sicherheit von gehörlosen Menschen gesteigert und ihnen ermöglicht werden, mit weniger Hürden am sozialen Austausch mit anderen teilzunehmen. Das Projekt hat eine Laufzeit von 36 Monaten und wird bis 2026 im Rahmen von *KMU-innovativ* mit mehr als 2,6 Mio. Euro gefördert.



Informationen in Gebärdensprache auf einem Bildschirm im Bahnhof erleichtern gehörlosen Menschen das Reisen.

Digitalisierung des Mittelstandes

Digitale Technologien bieten KMU Möglichkeiten, innovative Geschäftsmodelle zu entwickeln, Prozesse effizienter zu gestalten und neue Märkte zu erschließen. Um dieses Potenzial gewinnbringend zu nutzen, unterstützt die Bundesregierung KMU, Start-ups, Handwerksbetriebe und (Solo-)Selbstständige mithilfe von unterschiedlichen Maßnahmen dabei, den digitalen Wandel umzusetzen. Zu den bedeutendsten Förderprogrammen in diesem Bereich zählt das vom BMWK initiierte *Mittelstand-Digital*, das aktuell auf zwei Säulen beruht.

Die erste Säule von *Mittelstand-Digital* bilden seit Mitte 2023 die 29 *Mittelstand-Digital Zentren*, die seit 2021 aufgebaut wurden und sukzessive weitgehend ihre Vorgänger, die *Mittelstand 4.0-Kompetenzzentren*, ersetzt haben. *Die Mittelstand-Digital Zentren bilden deutschlandweit* ein engmaschiges Netzwerk und bieten kleinen und mittelständischen Unternehmen, Start-ups, Handwerksbetrieben und (Solo-)Selbstständigen kompetente Ansprechpartnerinnen und Ansprechpartner rund um das Thema nachhaltige Digitalisierung. Diese regionalen und thematischen Zentren stellen kostenlose Informationsmöglichkeiten sowie Unterstützung bei der Umsetzung der nachhaltigen Digitalisierung bereit. KMU können konkrete Praxisbeispiele oder Demonstrationen von digitalen Anwendungen erkunden, an Informationsveranstaltungen und Trainings teilnehmen oder die Vernetzungsangebote nutzen, um mit anderen in den Austausch zu gehen. Seit 2019 ist das Angebot des Netzwerks um sogenannte KI-Trainerinnen und -Trainer erweitert worden, die KMU über Chancen und Herausforderungen von KI aufklären und mit ihnen gemeinsam Anwendungen umsetzen. Das Netzwerk wird bis 2026 fortgeführt und wird ab Mitte 2024 stärker auf KI und KI-Readiness fokussieren.

Die zweite Säule von *Mittelstand-Digital* ist die Initiative *IT-Sicherheit in der Wirtschaft, die* das Thema IT-Sicherheit (→ **IV 4.5 IT- und Cybersicherheit)** stärkt. KMU werden mit entsprechenden Maßnahmen zur Prävention, Detektion und Reaktion von Risiken unterstützt. Die seit 2021 bestehende „Transferstelle IT-Sicherheit im Mittelstand“ wurde Anfang Juli 2023 durch die „Transferstelle Cybersicherheit im Mittelstand“ mit einem neu ausgerichteten Profil abgelöst. Sie bündelt als zentrale Plattform für IT-Sicherheitsthemen die vorhandenen Angebote von *Mittelstand-Digital*, deren Anlaufstellen sowie Angebote weiterer Organisationen außerhalb des Netzwerks und unterstützt KMU, Start-ups, Handwerksbetriebe und Selbstständige bei deren Umsetzung. Mit Informations- und Qualifikationsformaten, zahlreichen Veranstaltungen, einer Detektions- und Reaktionsplattform für Cyberangriffe sowie einem breiten Netzwerk an Partnern soll sie dazu beitragen, das Cybersicherheitsniveau im Mittelstand wesentlich zu erhöhen und Unternehmen resilienter zu machen. Die Initiative *IT-Sicherheit in der Wirtschaft* fördert zudem im Rahmen regelmäßiger Förderbekanntmachungen sogenannte Fokusprojekte, d. h. Einzel- oder

Verbundprojekte von Unternehmen, die zur Erhöhung des IT-Sicherheitsniveaus beitragen und Lösungen entwickeln, die transferfähig sind und auch in anderen KMU Anwendungen finden können.

Eine zusätzliche dritte Säule von *Mittelstand-Digital* bildete von 2020 bis 2023 das Investitionszuschussprogramm *Digital Jetzt – Investitionsförderung für KMU*. Dieses unterstützte KMU und Handwerksbetriebe bei Investitionen in digitale Technologien und die Qualifizierung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter zu Digitalthemen. Ziel des Programms war es, die Digitalisierung der Geschäftsprozesse zu fördern, neue Geschäftsmodelle für KMU zu erschließen und die Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit der Unternehmen langfristig zu sichern. Darüber hinaus sollten die Beschäftigten befähigt werden, die Chancen der Digitalisierung zu erkennen, zu bewerten und neue Investitionen im Unternehmen anzustoßen. Gefördert wurde in Form eines nicht rückzahlbaren Zuschusses (je nach Unternehmensgröße 30 bis 40 % der anteiligen Investitionskosten).

Mit dem Programm *go-digital* fördert das BMWK passgenaue Beratungsleistungen und die konkrete Umsetzung von Digitalisierungsmaßnahmen in KMU und Handwerksbetrieben durch autorisierte Beratungsunternehmen. Projekte in den Modulen Digitalisierungsstrategie, IT-Sicherheit, digitalisierte Geschäftsprozesse, Datenkompetenz (go-data) und digitale Markterschließung sind möglich.

Das BMAS unterstützt das Programm *Zukunftszentren*, das aus Mitteln des *Europäischen Sozialfonds Plus (ESF Plus)* sowie Bundes- und ergänzenden Landesmitteln finanziert wird. Dessen Ziel ist es, Unternehmen, insbesondere KMU, ihre Beschäftigten, aber auch (Solo-)Selbstständige bedarfsgerecht im digitalen, demografischen und ökologischen Wandel, der tiefe Veränderungen der Arbeitswelt impliziert, zu unterstützen. Dazu bieten zwölf regionale *Zukunftszentren* ein breites Angebot an Möglichkeiten für Beratung, Information und Vernetzung sowie für die Entwicklung und Erprobung neuer Qualifizierungskonzepte. Im Mittelpunkt stehen die Einführung von Digitalisierung und KI im Betrieb, die Stärkung der Unternehmenskultur sowie Themen der Fachkräftesicherung und -bindung. Das BMAS fördert die Projekte bereits seit 2019, teils durch unterschiedliche Förderstränge. Mit dem *ESF Plus* ist es gelungen,



die ab 2023 gestarteten Projekte in eine einheitliche Förderstruktur zu überführen.

Ebenfalls über *ESF Plus* finanziert wird das übergeordnete Zentrum zum Thema „Zukunft der Arbeitswelt“ sowie das *Haus der Selbstständigen*. Das fungiert als Thinktank, ist für Austausch und Wissenstransfer zuständig und koordiniert die regionalen *Zukunftszentren*. Das *Haus der Selbstständigen* richtet sich an (Solo-)Selbstständige und Plattformbeschäftigte, bietet ihnen Beratung und informiert u. a. zur Bildung von Interessenvertretungen.

Auch die KfW unterstützt die digitale Transformation und die Innovationstätigkeit des Mittelstandes. Mit dem *ERP-Digitalisierungs- und Innovationskredit* und dem Förderprogramm *ERP-Mezzanine für Innovation* aus dem Sondervermögen des *European Recovery Program (ERP)* können Vorhaben wie die marktnahe Forschung und Entwicklung (FuE) bzw. die Digitalisierung von Produkten, Prozessen und Verfahren gefördert werden. Mit dem Kredit können mittelständische Unternehmen zinsgünstige Finanzierungen in Höhe von bis zu 25 Mio. Euro erhalten, während durch das *Mezzanine*-Programm Finanzierungspakete aus Fremd- und Nachrangkapital in Höhe von bis zu 5 Mio. Euro pro Vorhaben gewährt werden können.

Weitere Informationen im Internet:

- Mittelstand-Digital
- Mittelstand-Digital – Mittelstand-Digital Zentren
- IT-Sicherheit in der Wirtschaft
- Digital Jetzt
- go-digital
- Bundesprogramm Zukunftszentren
- Zukunft der Arbeitswelt
- KI Wissens- und Weiterbildungszentrum
- Haus der Selbstständigen



Industrielle Gemeinschaftsforschung

Mit dem Fokus auf Technologietransfer schlägt die *Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF)* eine Brücke zwischen Grundlagenforschung und wirtschaftlicher Anwendung. Als Förderinstrument des BMWK unterstützt die *IGF* vorwettbewerbliche Forschungsprojekte, um Unternehmen, vor allem KMU, den Zugang zu Forschungsergebnissen zu erleichtern und ihr Innovationspotenzial zu steigern.

Die Resultate der Vorhaben stehen allen Unternehmen zu jeweils gleichen Bedingungen zur Verfügung. Wichtige Forschungsergebnisse können somit direkt in Verfahrens- und Produktverbesserungen umgesetzt werden. Durch die Zusammenarbeit bei den Forschungsvorhaben sowie dem anschließenden Transfer der Ergebnisse in die Anwendung entstehen Netzwerke zwischen der mittelständischen Wirtschaft und den Forschungseinrichtungen. Diese Netzwerke bestehen häufig über die Projektdauer hinaus und gehen weitere, auch eigenfinanzierte Forschungsvorhaben an.

Im Rahmen der themen- und technologieoffenen *IGF* können Unternehmen selbst Projektideen einbringen. Die Projekte werden entweder von den Forschungsvereinigungen selbst durchgeführt oder es werden – sofern das nicht möglich ist – externe Forschungseinrichtungen (z. B. Hochschulen oder gemeinnützige Forschungseinrichtungen) mit der Durchführung beauftragt.

In Ergänzung zu dem Standardverfahren bietet die *IGF* drei Fördervarianten, die besonders auf derzeitige Aspekte des Innovationsgeschehens abzielen. *Leittechnologien für KMU*, *PLUS* und *CORNET (Collective Research Networking)* dienen dabei dem Ziel, den Wissenstransfer und die Netzwerkbildung voranzutreiben, Forschungsvorhaben thematisch von der Grundlagenforschung bis zur Anwendung zu verbinden oder international zu verknüpfen.

Weitere Informationen im Internet:

- Industrielle Gemeinschaftsforschung (IGF)
- CORNET

Internationale Innovationspartnerschaften

Die Bundesregierung nimmt auch die grenzüberschreitende Zusammenarbeit von KMU mit europäischen und internationalen Innovatoren in den Blick. Um die Wettbewerbsfähigkeit und die Internationalisierung von KMU zu fördern, können z. B. *ZIM*-Kooperationsprojekte auch in Zusammenarbeit mit ausländischen Partnern durchgeführt werden. Um die internationale Zusammenarbeit zu erleichtern, schließt das BMWK mit einer wachsenden Zahl von Ländern Vereinbarungen zur Verzahnung der Förderungen. Länderspezifische Ausschreibungen im Rahmen von bi- und multilateralen Kooperationen bestehen aktuell mit mehr als 20 Ländern bzw. Regionen. Die Projektpartner werden nach den Förderrichtlinien ihres jeweiligen Landes oder ihrer Region mit nationalen Mitteln unterstützt, die beteiligten deutschen Unternehmen werden entsprechend der *ZIM*-Richtlinie gefördert. Im Rahmen von *ZIM*-Kooperationsprojekten ermöglichen auch *IraSME (International research activities by Small and Medium-sized Enterprises)* und *Eureka* grenzüberschreitende Kooperationen. Neben den vielfältigen Ausschreibungen für transnationale *ZIM*-Kooperationsprojekte wächst auch die Zahl der internationalen *ZIM*-Innovationsnetzwerke an. Seit deren Einführung konnten *ZIM*-Innovationsnetzwerke mit Partnerorganisationen aus mehr als 40 Ländern weltweit gefördert werden.

Zur europäischen Netzwerkinitiative *Eureka* zählen aktuell 43 Länder und die Europäische Kommission als Vollmitglieder sowie drei assoziierte Länder. Im Fokus stehen sogenannte *2+2-Projekte,* innerhalb derer je zwei Unternehmen aus zwei unterschiedlichen *Eureka*-Ländern an innovationsorientierten FuE-Vorhaben für zivile Zwecke arbeiten. *Eureka* hilft bei der Vernetzung finanzieller und fachlicher Ressourcen, um die für die Umsetzung erforderlichen Fördermittel einfacher bereitzustellen. Auf dieser Grundlage können forschende KMU besser an internationalem Know-how und internationalen Wertschöpfungsketten teilhaben (**VI 3.1 Europäischer Forschungsraum**).

Das Netzwerk *IraSME* koordiniert Fördergelder für internationale Projekte und veröffentlicht entsprechende Ausschreibungen, spricht zuständige Ministerien und Behörden in den Partnerländern bzw. -regionen an und vermittelt geeignete Partner.

Auf diese Weise können KMU bei ihren transnationalen Innovationsaktivitäten, dem Aufbau von Wissen sowie der Erweiterung ihrer Netzwerke unterstützt werden. Die Koordination von *IraSME* wird durch das BMWK finanziert.

Eine weitere Möglichkeit der Internationalisierung von FuE-Aktivitäten bietet die in Eureka angesiedelte europäische kofinanzierte Partnerschaft für innovative KMU, an der sich das BMBF beteiligt. Im Rahmen der Partnerschaft werden die beiden Instrumente *Eurostars* und *Innowwide* umgesetzt. *Eurostars* ist das größte multilaterale Förderprogramm in Europa. 37 Länder fördern grenzüberschreitende Forschungs- und Entwicklungsprojekte unter der Federführung innovativer KMU. *Eurostars* ist wie auch *Eureka* technologieoffen, die Projekte zielen auf die Entwicklung innovativer Produkte, Verfahren oder Dienstleistungen.

Weitere Informationen im Internet:

- Internationale ZIM-Fördermöglichkeiten
- Fördernetzwerk IraSME (engl.)
- Eureka

3.3 Partizipation und Dialog mit der Zivilgesellschaft

Die aktive Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern und weiteren Akteurinnen und Akteuren der Zivilgesellschaft in Forschung und Forschungspolitik gewinnt an Bedeutung, denn sie können wichtige Impulse für eine FuI-Politik mit praxisnahen und gesellschaftlich tragfähigen Lösungsansätzen geben. Auch die *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* zielt darauf ab, die Rolle der Zivilgesellschaft als Innovationstreiber und -gestalter zu stärken.

Die Bundesregierung beabsichtigt, ihre bestehenden Bemühungen im Bereich Partizipation fortzusetzen. Um die Qualität der Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern in Forschung und Forschungspolitik weiter zu fördern und die Rahmenbedingungen zu verbessern, hat das BMBF daher im Juni 2023 die *Partizipationsstrategie Forschung* veröffentlicht. Sie benennt konkrete Maßnahmen, um den innovationspolitischen und gesellschaftlichen Mehrwert von Partizipation besser auszuschöpfen und eine Beteiligungskultur zu fördern, in der innovative, partizipative Formate bedarfsgerecht eingesetzt und weiterentwickelt sowie im wissenschaftlichen Reputationssystem verankert werden. Um den Austausch in der Community der Partizipationsforschenden und das Nutzen von Synergien zwischen den vielfältigen partizipativen Forschungsansätzen (z. B. Citizen Science, transdisziplinäre Forschung, Soziale Innovationen, partizipative Technikfolgenabschätzung, Public Engagement) zu unterstützen, wurden 2022 und 2023 erstmals fachwissenschaftliche Partizipationstagungen am Museum für Naturkunde Berlin und an der Technischen Universität Chemnitz gefördert.

Zudem fördert das BMBF Wissenschaftskommunikation und etabliert diese als festen Bestandteil der Forschungs- und Innovationsförderung. Mit ihren verschiedenen Vermittlungs-, Dialog- und Beteiligungsformaten – wie Futurium, Konferenzen und den Wissenschaftsjahren – werden Orte des Austausches zwischen Wissenschaft und der Gesellschaft in ihrer gesamten Breite geschaffen (**IV 6.3 Wissenschaftskommunikation und wissenschaftliche Politikberatung**).

Die Themenbreite von Partizipation in Forschungspolitik und Forschung ist beachtlich: Sie reicht von der Gesundheitsforschung (z. B. Krebs-, Pflege- und Präventionsforschung) über die Elektronik-, Material-, KI- und Sicherheitsforschung bis hin zur Forschung zu Mobilität, Biodiversität, Energiewende und nachhaltiger Stadtentwicklung. Partizipation ist daher ein fester Bestandteil der Umsetzung der Missionen der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation*. Ebenso facettenreich sind die partizipativen Formate: u. a.

Zukunftsstrategie Forschung und Innovation – Indikator 10: Stärkung der Zusammenarbeit von Unternehmen, insbesondere von KMU, zivilgesellschaftlichen Akteurinnen und Akteuren und Forschungseinrichtungen zur Erforschung und Lösungsfindung für Fragestellungen aus der Praxis

Die Bundesregierung nimmt sich mit der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* vor, die wirtschaftliche Innovationsbasis zu verbreitern und die Zusammenarbeit von Unternehmen, insbesondere von KMU, zivilgesellschaftlichen Akteurinnen und Akteuren und Forschungseinrichtungen zur Erforschung und Lösungsfindung für Fragestellungen aus der Praxis weiter voranzutreiben. Denn starke Innovationsnetzwerke sind ein wesentlicher Bestandteil von vitalen regionalen Innovationsökosystemen und eine Voraussetzung für erfolgreiche Innovationsprozesse. Auch offene Innovationsprozesse sollen weiter gestärkt werden.

Online-Konsultationen, Reallabore, Hack- oder Makeathons, „Meet the Scientist"- oder „Book a Scientist"-Formate, Bürgerdialoge und Bürgerräte (**Infobox: Bürgerrat Forschung**). Vertreterinnen und Vertreter der Zivilgesellschaft können darüber hinaus gleichberechtigte Mitglieder in forschungspolitischen Gremien sein.

Bei der Erarbeitung und Umsetzung von FuI-politischen Strategien und Initiativen ist die Einbindung von Stakeholdern unverzichtbar. Bereits bei der Entwicklung des Strategietexts für die *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* wurden mehr als 270 Stakeholder aus den Bereichen Wissenschaft, Wirtschaft und Zivilgesellschaft eingeladen, sich an der Stakeholder-Konsultation zu beteiligen. Insgesamt gingen 109 Rückmeldungen zum Textentwurf der *Zukunftsstrategie* ein und wurden im Strategietext aufgegriffen. Weitere Beispiele für eine aktive Stakeholdereinbindung sind der Stakeholderdialog zur *Deutschen Agentur für Transfer und Innovation (DATI),* eine Stakeholder- und Workshop-Reihe zur *Start-up-Strategie der Bundesregierung* und die vielfältigen Aktivitäten der ressortübergreifenden Initiative *Civic Coding – Innovationsnetz KI für das Gemeinwohl*. Auch bei Fachthemen wie u. a. *Forschung für Nachhaltigkeit (FONA),* der *Datenstrategie der Bundesregierung,* der *Transferinitiative* des BMWK sowie dem Dialogprozess *Neue Arbeit. Neue Sicherheit.* des BMAS haben sich Beteiligungsprozesse bewährt. Relevante gesellschaftliche Akteurinnen und Akteure aus der Praxis einzubinden, stellt einen wichtigen Baustein des Wissenstransfers im Rahmen der Forschungs- und Innovationsförderung der Bundesregierung dar.

Weitere Informationen im Internet:

- Bürgerbeteiligung
- Zukunftsstrategie Forschung und Innovation
- Partizipationsstrategie Forschung
- Wissenschaftskommunikation
- Bürgerrat Forschung
- Start-up-Strategie der Bundesregierung
- Transferinitiative
- Zukunftsdialog

Bürgerrat Forschung

Bei der Erarbeitung der *Partizipationsstrategie Forschung* brachte vor allem der *Bürgerrat Forschung* die gesellschaftliche Perspektive in den Strategieprozess ein. Bei diesem handelt es sich um ein Gremium von rund 50 zufällig ausgewählten Bürgerinnen und Bürgern mit vielfältigen gesellschaftlichen Hintergründen. Sie waren zwischen November 2021 und März 2022 eingeladen, praxisnahe Handlungsempfehlungen für Politik und Wissenschaft zu erarbeiten, mit dem Ziel, künftige Beteiligungsprozesse noch attraktiver und bürgerfreundlicher zu gestalten. Die Ergebnisse wurden in einem Bürgergutachten zusammengefasst und dem BMBF im Rahmen einer öffentlichen Veranstaltung im Mai 2022 übergeben. Die unabhängige Evaluation des Bürgerrates Forschung stellte fest, dass dieses innovative Partizipationsformat für das BMBF ein gut geeignetes Beteiligungsinstrument in der Forschungspolitik bieten kann.



Fünf Teilnehmende des Bürgerrats Forschung bei einer Präsentation im Rahmen der Übergabe des Bürgergutachtens an das BMBF

3.4 Citizen Science

Citizen Science – Bürgerforschung – lädt die Zivilgesellschaft ein, ihr vielfältiges Alltags- und Erfahrungswissen aktiv in die Forschung einzubringen und an neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen mitzuwirken. Durch Citizen Science können wertvolle Impulse in die Wissenschaft getragen werden, auch erhält die Forschung zusätzliche Daten, die sie nicht selbst erheben könnte. Zudem ermöglichen Citizen-Science-Projekte, Wissenschaft für Bürgerinnen und Bürger nachvollziehbar und erlebbar zu machen, und tragen somit auch dazu bei, der in Teilen der Bevölkerung vorhandenen Wissenschaftsskepsis zu begegnen und Vertrauen in die Wissenschaft zu stärken. Citizen-Science-Projekte können auch mit Maßnahmen der Wissenschaftskommunikation verbunden werden (→ **IV 6.3 Wissenschaftskommunikation und wissenschaftliche Politikberatung**).

Seit 2021 unterstützt das BMBF mit der zweiten *Richtlinie zur Förderung von bürgerwissenschaftlichen Vorhaben* 15 Citizen-Science-Projekte über eine Laufzeit von vier Jahren mit einem Fördervolumen von insgesamt ca. 9 Mio. Euro. In den Projekten können Bürgerinnen und Bürger zu einer Vielzahl von Themen und auf unterschiedlichen Beteiligungsstufen mitforschen. Beforscht werden dabei vielfältige Themen wie etwa seltene Erkrankungen, der Permafrost in der kanadischen Arktis anhand von Drohnen-Aufnahmen, die Wohnqualität in Großwohnsiedlungen mit Kindern und Jugendlichen, Geschichtsbilder in den sozialen Medien sowie die Trinkwasserqualität „auf den letzten Metern". Zudem hat das BMBF eine begleitende Evaluation zur zweiten Förderrichtlinie und Bewertung der ersten Förderrichtlinie beauftragt.

Um den Mehrwert von Citizen Science für Forschung noch sichtbarer zu machen und die wissenschaftliche Anerkennung dieses Ansatzes zu stärken, wurde im November 2023 erstmalig der „Wissen der Vielen – Forschungspreis für Citizen Science" von der BMBF-geförderten Plattform „Bürger schaffen Wissen" verliehen. Prämiert wurden Citizen-Science-Projekte, die exzellente und innovative Forschungsleistungen hervorgebracht haben. Die Gewinnerinnen bzw. Gewinner erhielten ein Preisgeld zwischen 5.000 und 20.000 Euro für ihre künftige Forschung. „Bürger schaffen Wissen" bietet zudem als zentrale Anlaufstelle für Citizen Science in Deutschland Möglichkeiten zur Vernetzung und Informationen zu aktuellen Citizen-Science-Projekten sowie Trainingsworkshops an.

FLOW – Fließgewässer erforschen

Wie ist der ökologische Zustand von Bächen und kleinen Flüssen? Wie ist die Gewässerstrukturgüte? Werden die Richtwerte für Nährstoffbelastung überschritten? Kommen sogenannte Zeigerarten – wie z. B. Köcherfliegenlarven – an den Probestellen vor und welche Rückschlüsse ermöglichen sie bezüglich einer eventuellen Pestizidbelastung? Diesen Fragen wurde im Citizen-Science-Projekt „FLOW" gemeinsam mit interessierten Bürgerinnen und Bürgern nachgegangen. Die mit den Freiwilligen erhobenen Gewässerdaten flossen in ökotoxikologische und ökologische Studien ein. Darauf aufbauend sollen lokale und regionale Strategien zum Gewässerschutz abgeleitet werden. Das vom BMBF geförderte Projekt wurde gemeinsam vom Deutschen Zentrum für integrative Biodiversitätsforschung (iDiv), dem Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland (BUND) und dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) von 2021 bis Anfang 2024 durchgeführt.



Freiwillige untersuchen als Bürgerwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler ein kleines Fließgewässer.

Zudem stärkt das BMBF mit dem Wettbewerb *Auf die Plätze! Citizen Science in deiner Stadt* u. a. den Aufbau von lokalen, nachhaltigen Strukturen für Citizen Science. Der Wettbewerb richtet sich an Personen aus der Wissenschaft, Verwaltung und Zivilgesellschaft und fördert Ideen, die Citizen Science vor Ort erlebbar machen und das Potenzial haben, Verbesserungen für die lokale Umgebung in Stadt oder Kommune zu bewirken. In zwei Wettbewerbsrunden 2022/23 und 2023/24 wurden von einer Jury die drei vielversprechendsten Projekte ausgezeichnet, die mit je 50.000 Euro unterstützt werden, ihre Citizen-Science-Idee umzusetzen. Die Projektideen, wie etwa Wohnen und Gesundheit, Heimatgeschichte oder mikrobielle Artenvielfalt – Gewinner der zweiten Runde –, spiegeln die thematische Vielfalt von Citizen Science wider.

Auch der strategische Dialog zur Erarbeitung des Weißbuchs Citizen-Science-Strategie 2030 für Deutschland (2022) wurde vom BMBF unterstützt. Das Weißbuch umfasst Handlungsempfehlungen zur Stärkung von Citizen Science in Deutschland. Mehr als 219 Personen aus 136 Organisationen, wissenschaftlichen Einrichtungen, Fachgesellschaften, Vereinen und Verbänden, Stiftungen und Einzelpersonen waren daran beteiligt.

Weitere Informationen im Internet:

- Citizen Science
- Richtlinie zur Förderung von bürgerwissenschaftlichen Vorhaben
- Plattform„mit:forschen!“
- Wettbewerb „Auf die Plätze!“
- Weißbuch „Citizen-Science-Strategie 2030 für Deutschland“ (2022)
- IMPETUS-Project (engl.)
- European Union Prize for Citizen Science (engl.)
- FLOW – Fließgewässer erforschen!



Weiterführende Verweise zu diesem und anderen Kapiteln finden Sie unter ***BuFI-Online-Angebot: Linkportal***.



Forschende besprechen Proben in einem Labor des Max-Planck-Instituts für biologische Intelligenz.

4 Fachkräfte und Zukunfts-kompetenzen

Die erfolgreiche Gestaltung der anstehenden Transformationsprozesse beruht in hohem Maße auf der Qualifizierung von Fachkräften und ihrer fortwährenden Weiterbildung zur Stärkung ihrer Zukunftskompetenzen. Nur so gelingen exzellente Forschung, die Entwicklung innovativer Lösungen und der Transfer zwischen Forschung und Praxis. Die Bundesregierung stellt sich den bildungspolitischen Herausforderungen und entwickelt Strukturen, Inhalte und Formate der beruflichen Aus- und Weiterbildung kontinuierlich weiter. Sie fördert Nachwuchstalente, nimmt Chancengerechtigkeit, Gleichstellung und Vielfalt in den Blick und stärkt Deutschlands Attraktivität im internationalen Wettbewerb um die besten Talente.



Arbeiten im Labor des Max-Planck-Instituts für molekulare Zellbiologie und Genetik

Transformationsprozesse hin zu einer innovativen, nachhaltigen und resilienten Gesellschaft erfordern gut qualifizierte, kreativ und kritisch denkende Menschen, die über zukunftsorientierte Kompetenzen verfügen. Dies stellt die *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* der Bundesregierung deutlich heraus und benennt die Talentförderung in der Breite und an der Spitze als eines ihrer zentralen Querschnittsthemen.

Gut qualifizierte Fachkräfte in ausreichender Zahl sind Grundlage für die Innovationskraft in Wissenschaft, Wirtschaft und Zivilgesellschaft und somit letztlich für Wettbewerbsfähigkeit und Wohlstand. Daher kommt der Aus- und Weiterbildung eine zentrale Bedeutung zu. Das gilt insbesondere für die Herausforderungen durch die digital geprägten Arbeitswelten mit ihren veränderten Anforderungen an berufliche Kompetenzen, Fähigkeiten und Fertigkeiten sowie den demografischen Wandel. Gleichzeitig eröffnet die Schaffung von Bildungschancen für alle Menschen verbesserte Möglichkeiten der wirtschaftlichen, gesellschaftlichen und politischen Teilhabe und des sozialen Aufstiegs.

Die Bundesregierung hat daher im Oktober 2022 die neue *Fachkräftestrategie* beschlossen. Im Mittelpunkt stehen dabei die fünf Handlungsfelder „Zeitgemäße Ausbildung“, „Gezielte Weiterbildung“, „Arbeitspotenziale wirksamer heben, Erwerbsbeteiligung erhöhen“, „Verbesserung der Arbeitsqualität, Wandel der Arbeitskultur“ sowie „Moderne Einwanderungspolitik“. In Zusammenarbeit mit den Ländern, Sozialpartnern und Wirtschaftsverbänden unterstützt die Bundesregierung damit die zukunftsorientierte Fachkräfteentwicklung. Das Ziel ist es, alle Potenziale unserer vielfältigen Gesellschaft auszuschöpfen und zu fördern. Zudem verstärkt die Bundesregierung ihre Bemühungen, Deutschlands Attraktivität als Einwanderungsland im globalen Wettbewerb um Spitzenkräfte zu verbessern. Die Bedingungen für beruflich und akademisch qualifizierte Fachkräfte in Wissenschaft und Wirtschaft sollen weiter verbessert sowie die Einwanderung von Fachkräften erleichtert werden.

4.1 Zukunftskompetenzen

Bildung spielt eine herausragende Rolle dabei, den aktuellen gesellschaftlichen Herausforderungen zu begegnen, notwendige Transformationsprozesse aktiv zu gestalten und die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit zu stärken. Gut gebildete Individuen und Gemeinschaften können nachhaltige Lösungen für die Herausforderungen unserer Zeit gestalten, die Entwicklung und Nutzung von Schlüsseltechnologien vorantreiben und sich erfolgreich in einem wettbewerbsintensiven globalen Umfeld positionieren. Dabei steht bildungspolitisch die Vermittlung von spezifischen Zukunftskompetenzen im Fokus. Dazu gehören mit Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik die sogenannten MINT-Disziplinen sowie Digital- und Datenkompetenzen. Darüber hinaus treibt die Bundesregierung die Kompetenzentwicklung im Hinblick auf eine Stärkung des kulturellen, demokratischen, sozialen und nachhaltigen Denkens und Handelns voran.

Schlüsseltechnologie-, Digital- und Datenkompetenzen

Das hohe Innovationstempo des technologischen Wandels erhöht in Wirtschaft und Gesellschaft die Nachfrage nach qualifiziertem Fachpersonal und gut ausgebildeten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern. Dabei kommt Fachkräften in digitalen Technologien und Schlüsseltechnologien aufgrund ihres wirtschaftlichen Potenzials eine zentrale Rolle zu. Gleichzeitig sollen alle Menschen auch die Chancen der Digitalisierung nutzen, den digitalen Wandel selbstbestimmt mitgestalten und verantwortungsvoll mit damit einhergehenden Risiken umgehen können. Die Verfügbarkeit von digitalen und Datenkompetenzen sowie die Ausbildung von Fachkräften in diesen Feldern sind entscheidend, um dem digitalen Wandel konstruktiv und produktiv begegnen zu können.

Toolboxen zu Daten- und Digitalkompetenzen

Der Umgang mit Daten, insbesondere mit großen Datenmengen, ist eine zentrale Zukunftskompetenz. Mit dem BMBF-geförderten Projekt „Toolbox Datenkompetenz“ zur Gestaltung des digitalen Bildungsraums soll eine digitale Tool- und Weiterbildungsplattform geschaffen werden, die Datenkompetenz in der Breite der Gesellschaft fördert. Die Toolbox – die kostenlos zur Verfügung gestellt wird – vereint digitale Lerninhalte und Datenwerkzeuge, um anwendungsorientiertes Lernen und den praxisnahen Umgang mit echten Daten zu ermöglichen. Die Toolentwicklung ist nutzerorientiert, partizipativ und offen angelegt. Ziel ist, eine sichere und intuitive digitale Lernumgebung zu schaffen. Die Toolbox wird in Zusammenarbeit des Instituts für Angewandte Informatik (InfAI) an der Universität Leipzig mit dem Unternehmen StackFuel GmbH bis Ende 2024 umgesetzt und langfristig verstetigt werden.

Im Rahmen des vom BMFSFJ geförderten Projekts „Digitales Deutschland – Monitoring zur Digitalkompetenz der Bevölkerung“ werden seit 2020 kontinuierlich Studien und Modelle zur Medien- und Digitalkompetenz gesammelt, ausgewertet und für ausgewählte Fragestellungen aufbereitet. Auf der Projektwebseite digid.jff.de finden sich neben einer Datenbank, einem Rahmenkonzept zu Digitalkompetenzen, themen- und zielgruppenspezifischen Aufbereitungen auch Erhebungsergebnisse zu Digitalkompetenzen in der Bevölkerung mit besonderem Bezug zu Künstlicher Intelligenz.

DLR_School_Labs

Von der Klimaforschung über moderne Antriebe der Luft- und Raumfahrt bis hin zur Energieerzeugung und Mobilität der Zukunft – die DLR_School_Labs ermöglichen es Schülerinnen und Schülern, neueste technische Entwicklungen zu entdecken und zu erkunden sowie selbst zu experimentieren. Die Mitmach-Experimente werden in altersgerechter Form angeboten und decken ein breites Themenspektrum ab. Die Schülerlabore stehen Schulklassen bzw. -kursen zu ein- oder auch mehrtägigen Aufenthalten offen. Die Kinder und Jugendlichen werden in Kleingruppen von geschulten Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern betreut, die auch Auskunft zu Berufsbildern und Ausbildungswegen geben können. Darüber hinaus bietet der Besuch im DLR_School_Lab Lehrkräften wichtige Unterstützung bei der Gestaltung eines modernen und abwechslungsreichen Unterrichts mit einem besonderen MINT-Fokus. Das erste der inzwischen bundesweit 16 DLR_School_Labs wurde 2000 in Göttingen in Betrieb genommen.



Jugendliche können im DLR_School_Lab ein VR-Trainingsgerät selbst ausprobieren.

Daher spielen Qualifizierung und Fachkräftesicherung als Teil des Handlungsfeldes „Innovative Wirtschaft, Arbeitswelt, Wissenschaft und Forschung“ eine wichtige Rolle in der Bundesregierung. Die Strategie erkennt die Herausforderungen des digitalen Strukturwandels in Bezug auf die Verknappung des Fachkräfteangebots insbesondere in den IT-Berufen an und hebt die Bedeutung der Aus-, Fort- und Weiterbildung (**III 4.3 Berufliche Aus- und Weiterbildung)** hervor, damit Beschäftigte digital kompetent die neue Arbeitswelt gestalten können. Zudem sollen die Attraktivität Deutschlands für Fachkräfte, vor allem aus dem IT-Bereich, sowie die durchgängige Beteiligung von Frauen und Menschen mit Einwanderungsgeschichte am Arbeitsmarkt gestärkt werden. Mit der Entwicklung eines Nationalen Onlineportals für berufliche Weiterbildung (**III 4.2 Digitale gestützte Bildung und Bildungsinnovationen)** und des Auslandsportals zur Digitalisierung der Prozesse im Rechts- und Konsularbereich benennt die Digitalstrategie konkrete Maßnahmen.



Im Rahmen des *MINT-Aktionsplans 2.0* bündelt das BMBF seine vielfältigen Maßnahmen zur Fachkräftesicherung und zielt mit neuen Initiativen darauf ab, das Interesse bei Kindern und Jugendlichen an naturwissenschaftlich-technischen Themen zu wecken und die Zugänge zur MINT-Bildung zu stärken. Im Rahmen zahlreicher Vorhaben soll die MINT-Bildung entlang der Bildungskette gestärkt und sollen Jugendliche für eine berufliche bzw. akademische Laufbahn in den MINT-Fachgebieten begeistert werden. Dazu zählen u. a. die Förderung der „Stiftung Kinder forschen“ (vormals Stiftung Haus der kleinen Forscher), die Kommunikationsoffensive *#MINTmagie*, Schülerwettbewerbe wie *Jugend forscht* sowie die bundesweite Vernetzungsstelle *MINTvernetzt*. Der MINT-Campus bietet MINT-Akteurinnen und -Akteuren kostenlose Fort- und Weiterbildungsangebote. Zudem baut das BMBF mit der Förderung regionaler *MINT-Cluster* kooperative, außerschulische MINT-Angebote für Kinder und Jugendliche bundesweit aus.

Das BMWK unterstützt die technologieorientierte Nachwuchsförderung im Rahmen der Schülerlabore des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) (**Infobox: DLR_School_Labs**). Gemeinsam mit dem Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik VDE e. V. fördert das BMBF seit 2002 die Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern im Bereich Mikroelektronik mit dem Nachwuchswettbewerb *INVENT a CHIP*.

Um den grünen und digitalen Wandel auch auf der europäischen Ebene voranzutreiben, hat das European Institute of Innovation and Technology (EIT) 2022 die Initiative *Deep Tech Talent* gestartet. Damit wird das Ziel verfolgt, bis 2025 eine Million Menschen, insbesondere Frauen und junge Menschen, in Deep-Tech-Bereichen zu qualifizieren. Deep-Tech-Innovationen werden dabei als bahnbrechende technologische Lösungen verstanden, die Wissenschaft und Ingenieurwesen im physikalischen, biologischen und digitalen Bereich miteinander verbinden.

Weitere Informationen im Internet:

- MINT-Aktionsplan 2.0
- Stiftung Kinder forschen
- Jugend forscht
- MINT-Vernetzungsstelle
- MINT-Cluster
- MINT-Campus
- MINT-Forschung
- #MINTmagie
- DLR – School Labs
- Projekt Digitales Deutschland
- INVENT a CHIP
- EIT – Deep Tech Talent Initiative (engl.)
- Toolbox Datenkompetenz

Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE)

Auf dem Weg hin zu einer nachhaltigen Gesellschaft befähigt Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) Lernende zu zukunftsfähigem Denken und Handeln. Im Mai 2021 startete die UNESCO mit der Weltkonferenz „Learn for our Planet. Act for sustainability“ in Berlin offiziell ihr neues Programm *Bildung für nachhaltige Entwicklung: die globalen Nachhaltigkeitsziele verwirklichen (BNE 2030)*. Als zentrales Ergebnis der Konferenz verabschiedeten die Mitgliedstaaten die *Berliner Erklärung*, die die herausragende, globale Bedeutung von BNE und die Notwendigkeit zu weiterem, gemeinsamem Handeln hervorhebt. Das Programm *BNE 2030* flankiert die Agenda 2030 der Vereinten Nationen und macht die Schlüsselrolle von Bildung sichtbar, um alle 17 Nachhaltigkeitsziele zu erreichen. Insbesondere mit dem Multi-Stakeholder-Prozess zu BNE und der *Nationalen Plattform BNE* als oberstem Entscheidungsgremium nimmt Deutschland international eine Vorreiterrolle ein.



In Deutschland setzt das BMBF das Programm *BNE 2030* federführend unter Beteiligung zahlreicher Gremienmitglieder um und fördert das nationale BNE-Monitoring (**Infobox: BNE-Monitoring**) sowie die internationale Vernetzung. Zur Umsetzung des *Nationalen Aktionsplans BNE (NAP BNE)* hat die Bundesregierung ihre Aktivitäten entsprechend dem Koalitionsvertrag weiter ausgebaut und an das Programm *BNE 2030* angepasst. Themen wie Digitalisierung, Fort-, Weiter- und Erwachsenenbildung, Gütekriterien für BNE-Materialien und politische Bildung im Kontext von BNE wurden aufgegriffen und von den Gremien in Positionspapieren, Beschlüssen, Veranstaltungen und Publikationen bearbeitet. Die im Jahr 2023 begonnene BNE-Kampagne *Lernen. Handeln. Gemeinsam Zukunft gestalten. Bildung für nachhaltige Entwicklung* trägt dazu bei, das Programm sowie die zahlreichen BNE-Akteurinnen und -Akteure bekannter und sichtbarer zu machen.

BNE-Monitoring

Wie tiefgreifend ist BNE bereits in den verschiedenen Bildungsbereichen verankert? Wie steht es um die praktische Umsetzung? Was sind Faktoren, die eine BNE-Umsetzung unterstützen oder hemmen? Wie wird der Prozess vom Projekt zur Struktur verhandelt und umgesetzt? Welche Empfehlungen für Politik und Praxis lassen sich daraus ableiten?

Im Rahmen des bundesweiten Monitorings veröffentlicht das Institut Futur der Freien Universität Berlin in regelmäßigen Abständen aktuelle Ergebnisse von Analysen und Erhebungen zum Integrationsstand von BNE und Umsetzung in der pädagogischen Praxis. Ziel ist es, durch eine längsschnittlich angelegte Forschung wichtige Impulse für die Entwicklung und Verankerung von Zukunftskompetenzen im Bildungssystem zu setzen und die Umsetzung des *Nationalen Aktionsplans BNE* zu unterstützen. Ziel ist außerdem die Entwicklung von Indikatoren, um den Fortschritt der Verankerung im Rahmen der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie und der Bildungsberichterstattung messbar zu machen.

Das BMBF stärkt im Rahmen der Projektförderung die Verankerung von BNE entlang der Bildungskette. Gefördert werden u. a. die Stärkung von BNE- und Nachhaltigkeitskompetenzen bei Hochschullehrenden, innovative Gründungsideen und Unternehmen von Schülerinnen, Schülern und Azubis, die sich für Nachhaltigkeit einsetzen, und die Umsetzung von BNE auf kommunaler Ebene durch Modellkommunen. Im Bereich des non-formalen und informellen Lernens erhalten Kinder und Jugendliche durch das Programm *youclub2030* die Möglichkeit, Projekte für eine nachhaltige Zukunft in ihren Freizeiteinrichtungen umzusetzen. Ein Selbstlernmodul soll das non-formale und informelle Lernen zusätzlich unterstützen.

Im Bereich der beruflichen Bildung zielen die aktuellen Fördermaßnahmen des BMBF vor allem darauf ab, Ergebnisse vorangegangener Programme in die Umsetzung zu bringen und stärker mit bestehenden Angeboten der Berufsbildung zu verzahnen. Im *ESF-Plus*-kofinanzierten Programm *Nachhaltig im Beruf – zukunftsorientiert ausbilden* wird der Schwerpunkt dabei auf die nachhaltigkeitsbezogene Qualifizierung des ausbildenden Personals gelegt, es verfolgt darüber hinaus auch den Anspruch auf eine nachhaltige Transformation von Lern- und Lehrumgebungen.

Im Rahmen der BMBF-Strategie *Forschung für Nachhaltigkeit (FONA)* werden durch die Initiative *Nachhaltigkeit in der Wissenschaft* studentische Nachhaltigkeitsinitiativen gefördert. Das Peer-to-Peer-Programm Wandercoaching ermöglicht es Studierenden, Handlungskompetenz zu erwerben, um das Thema Nachhaltigkeit in den Strukturen ihrer Hochschulen zu verankern. Mit *Transformationspfade für nachhaltige Hochschulen* werden Forschungsverbünde gefördert, die die Verankerung von BNE an Hochschulen stärken und dabei eine gesamtinstitutionelle Perspektive verfolgen.

Mit dem *Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz (ANK)* will die Bundesregierung den allgemeinen Zustand der Ökosysteme in Deutschland deutlich verbessern und ihre Klimaschutzleistung stärken. Das BMUV fördert verschiedene Bildungsmaßnahmen zum Themenkomplex des natürlichen Klimaschutzes mit Aktivitäten und Projekten in der frühkindlichen Bildung, der schulischen und der beruflichen Bildung und des lebenslangen Lernens. Mit dem Klima Campus entsteht ein digitaler Lernraum für den natürlichen Klimaschutz im Sinne der BNE.

Weitere Informationen im Internet:

- UNESCO-Programm BNE 2030
- Berliner Erklärung für BNE
- Nationaler Aktionsplan BNE
- BNE-Portal
- Nationale Plattform BNE
- BNE-Monitoring
- BNE-Indikatorik
- BNE-Kompetenzzentrum Bildung-Nachhaltigkeit-Kommune
- Jugend-Panel zur Bildung für nachhaltige Entwicklung
- youstartN
- Ideenlabs für Nachhaltigkeit
- youclub2030
- Nachhaltigkeit in der Wissenschaft
- Transformationspfade für nachhaltige Hochschulen
- Klima Campus



Kulturelle Bildung

Kulturelle Bildung trägt wesentlich dazu bei, am gesellschaftlichen Leben teilzuhaben: Sie stärkt kreative und soziale Kompetenzen, fördert die individuelle Persönlichkeitsentwicklung und trägt so zum Erfolg in Schule und Erwachsenenleben bei. Mit dem Programm *Kultur macht stark. Bündnisse für Bildung* fördert das BMBF außerschulische Projekte für Kinder und Jugendliche, deren Zugang zu Bildung erschwert ist. Die Projekte werden von lokalen Bündnissen für Bildung umgesetzt. Hierfür werden seit 2013 pro Jahr bis zu 50 Mio. Euro bereitgestellt. Rund 1,3 Millionen Kinder und Jugendliche wurden in mehr als 45.000 Projekten erreicht. Das Programm wird seit 2023 in einer dritten Förderphase fortgeführt, die insbesondere auf die Themen Ganztag, kulturelle Bildung in ländlichen Räumen, die kommunale Verankerung der Bündnisse sowie Digitalisierung in der kulturellen Bildung eingeht.

Darüber hinaus fördert das BMBF im *Rahmenprogramm empirische Bildungsforschung* Innovationen und qualitätssteigernde Maßnahmen in der kulturellen Bildung. Dazu zählt Forschung zur kulturellen Bildung in ländlichen Räumen und zur kulturellen Bildung vor dem Hintergrund der aktuellen gesellschaftlichen Transformationsprozesse. Zudem fördert das BMBF mit der Wissensplattform „kubi-online“ den Transfer von der Forschung in die Praxis der kulturellen Bildung.

Im Rahmen des *Zukunftspakets für Bewegung, Kultur und Gesundheit* fördert das BMFSFJ seit 2023 die Kampagne „MachMaMit!“, die kulturelle Bildung sichtbarer machen soll. Das BMFSFJ trägt zum Erhalt und Ausbau der vielschichtigen Trägerinfrastruktur der kulturellen Bildung bei und unterstützt damit ein vielfältiges Angebot. Zusammen mit zentralen Fachorganisationen und institutionellen Einrichtungen werden bedeutende bundesweite Wettbewerbe und Preise gefördert, wie etwa der Bundeswettbewerb *Jugend musiziert*, der *Deutsche Jugendliteraturpreis* und der *Deutsche Kinder- und Jugendtheaterpreis*. Das BMBF fördert insgesamt elf kulturelle Bundeswettbewerbe für Kinder und Jugendliche sowie Studierende in den Bereichen Musik, Tanz, Schauspiel, bildende Kunst und Literatur.

Weitere Informationen im Internet:

- Kultur macht stark. Bündnisse für Bildung
- Digitalisierung in der kulturellen Bildung
- Kulturelle Bildung in ländlichen Räumen
- Wissensplattform Kulturelle Bildung Online
- KulturPass
- Zukunftspaket für Bewegung, Kultur und Gesundheit
- MachMaMit!
- Kulturelle Bundeswettbewerbe

KulturPass

Um es jungen Menschen leichter zu machen, ihre Kulturszene vor Ort näher kennenzulernen, hat die Bundesregierung, vertreten durch die Bundesbeauftragte für Kultur und Medien (BKM), im Juni 2023 den *KulturPass* ins Leben gerufen und 285.000 18-Jährige erreicht: Sie erhielten ein Budget in Höhe von 200 Euro, das sie über die KulturPass-App für Kulturangebote mittlerweile bis Ende 2024 einlösen können. Ab März 2024 gilt: Alle Jugendlichen, die in Deutschland leben und im Jahr 2024 18 Jahre alt wurden oder werden, erhalten in der zweiten Auflage des KulturPasses nun ein Budget in Höhe von 100 Euro.

Finanzielle Bildung

Finanzielle Bildung ist ein lebensbegleitendes Thema. Sie erleichtert die Lebensführung und hilft dabei, individuelle Risiken zu meiden und Chancen zu nutzen. Letztendlich bedeutet finanzielle Bildung Chancen für mehr Teilhabe, Wachstum und Wohlstand. Dafür werden Angebote benötigt, die sinnvoll an die Lebenswelten ganz unterschiedlicher Personen anknüpfen.

Mit der gemeinsamen *Initiative Finanzielle Bildung* setzen BMBF und BMF das Thema erstmals prioritär auf die Agenda und bündeln ihre Aktivitäten, um das Themenfeld auch strategisch zu entwickeln. Ziel einer im November 2023 veröffentlichten grundlegenden Förderbekanntmachung ist es, die Forschungs- und Datengrundlage zur finanziellen Bildung und Kompetenz in der Bevölkerung in Deutschland zu verbessern. In einem Folgeschritt sollen im Rahmen anwendungsorientierter Forschung didaktische Instrumente entwickelt werden, die einen Kompetenzrahmen zur finanziellen Bildung aufspannen und ausfüllen. Dazu zählen die didaktische Entwicklung, Erprobung und Evaluation innovativer Lehr-/Lernangebote der finanziellen Bildung für alle Phasen des lebenslangen Lernens sowie Qualifizierungsangebote zum Thema Finanzbildung für Lehrpersonal in der Erwachsenenbildung. Weiterhin soll die Wirksamkeitsforschung zu begünstigenden und hemmenden Faktoren für eine gelingende finanzielle Bildung aller Zielgruppen gestärkt werden.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Initiative Finanzielle Bildung
↗ Finanzbildungsplattform „Mit Geld und Verstand“

4.2 Digital gestützte Bildung und Bildungsinnovationen

Mit den veränderten digitalen Arbeitswelten verändern sich Anforderungen an berufliche Kompetenzen, Fähigkeiten und Fertigkeiten. Mit Bildungsangeboten, die mit der Entwicklung Schritt halten, darunter die berufliche Aus- und Weiterbildung, werden Fachkräfte für die Ausübung ihrer im Wandel befindlichen Tätigkeiten und Aufgaben (weiter-)qualifiziert. Die dualen Berufsbilder werden gemeinsam mit den Ländern, den Sozialpartnern und Wirtschaftsverbänden kontinuierlich modernisiert und die Angebote zur Fort- und Weiterbildung bedarfsorientiert weiterentwickelt.

Die Bundesregierung nimmt den digitalen Wandel in der Bildung in den Blick: Lernen, Lehren und Ausbilden sollen über den gesamten Bildungsweg hinweg an die Herausforderungen angepasst werden, die durch die gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Digitalisierungen entstehen. So können alle Generationen souverän im Kontext digitaler Systeme handeln. Um auf den steigenden Bedarf an digitalen Beratungs- und Bildungsformaten und die veränderten digitalen Anforderungen der Arbeitswelt zu reagieren, baut die Bundesregierung ihre digitalen Beratungsangebote sowie Bildungs- und Weiterbildungsplattformen deutlich aus. Geschaffen wird eine übergreifende digitale Vernetzungsinfrastruktur für Nutzende und Anbieter von Bildung. Zudem stärkt die Bundesregierung die IT-Kompetenzentwicklung in der allgemeinen Bildung sowie der berufsbezogenen Aus- und Weiterbildung (→ **III 4.1 Zukunftskompetenzen**).

Digitaler Bildungsraum und digitale Bildungsangebote

Der *Nationale Digitale Bildungsraum* wird ausgebaut. Die Bundesregierung verfolgt das Ziel, digitales Lernen in allen Bildungsphasen zu fördern. Fünf Handlungsfelder schaffen Grundlagen und eröffnen Möglichkeiten, um sich mit digitalen Medien auseinanderzusetzen: Ausbau der notwendigen digitalen Infrastruktur, Entwicklung von digitalen Lernwerkzeugen, Qualifizierung von pädagogischen Fachkräften, Erstellen von zeitgemäßen (digitalen) Inhalten und Methoden sowie Schaffung der wissenschaftlichen Grundlagen für den digitalen Transformationsprozess.

Zahlreiche Bildungsangebote prägen die digitale Bildungslandschaft und adressieren einzelne Gruppen von Nutzerinnen und Nutzern oder Bildungsbereiche. Die Bundesregierung strebt an, über die Grenzen dieser Plattformen, Portale und Angebote hinweg Nutzerinnen und Nutzern selbstgesteuerte Bildungserlebnisse zu ermöglichen, eigene Daten souverän und datenschutzkonform über die gesamte Bildungsbiografie hinweg steuern zu können und dabei Bildungs- und Verwaltungsprozesse systematisch aufeinander zu beziehen. Damit soll die digitale Vernetzungsinfrastruktur „Mein Bildungsraum“ den Zugang zu Bildungsangeboten erleichtern, digitale Lehr- und Lernmöglichkeiten transparent machen und für alle Bürgerinnen und Bürger die Informationen bereitstellen, die zum individuellen Kompetenzprofil passen, von Kursen bis zu Lehr- und Lernmaterialien.

Die digitale Vernetzungsinfrastruktur stellt zudem Bildungsanbietern eine Komponente zum digitalen Signieren von Bildungsnachweisen bereit. Die Umsetzung der digitalen Vernetzungsinfrastruktur ist im Themenfeld „Bildung“ des *Onlinezugangsgesetzes (OZG)* verankert.

Für den Bereich der arbeitsmarktorientierten, beruflichen Weiterbildung ist seit Januar 2024 das Nationale Onlineportal für berufliche Weiterbildung „mein NOW“ online verfügbar. Es macht die Vielfalt an Weiterbildungsangeboten, Beratungs- und Fördermöglichkeiten im Bereich der beruflichen Weiterbildung sowie Tests zur beruflichen Orientierung transparenter und leichter zugänglich.

Darüber hinaus treiben Bund und Länder mit dem 2019 beschlossenen *DigitalPakt Schule* weiterhin flächendeckend den Ausbau der digitalen Infrastruktur in den Schulen voran. Dafür stellt der Bund ein Finanzvolumen von rund 5 Mrd. Euro bis zum Ende der Laufzeit 2024 bereit, welches die Länder und Kommunen um einen Eigenanteil in Höhe von 10 %

Mit Bildungsarbeit die digitale Gesellschaft gestalten

Digitalisierung und digitale Medien haben inzwischen alle Lebensbereiche erfasst und spielen eine immer wichtigere Rolle für unsere Gesellschaft. Sie ermöglichen Information, Kommunikation und Kooperation. Sie sind aber auch Vehikel für Desinformation, Propaganda und Verschwörungserzählungen. Daher will der Umgang mit digitalen Technologien gelernt und gekonnt sein.

Unterstützt durch das BMFSFJ haben das JFF – Institut für Medienpädagogik in Forschung und Praxis, die Bundeszentrale für politische Bildung, die Universität Siegen und die Pädagogische Hochschule Ludwigsburg ein bundesweites Zukunftsforum initiiert. Im Rahmen einer 2022 ausgerichteten Zukunftskonferenz diskutierten Expertinnen und Experten aus Wissenschaft und Bildungspraxis aus medienpädagogischer und der politischen Bildungsperspektive, welche Kompetenzen wir in der digitalen Gesellschaft brauchen – und wie sie vermittelt werden können. Die gewonnenen Erkenntnisse sind Grundlage und Ziel für Maßnahmen der politischen Bildung und der Förderung von Medienkompetenz. Die Maßnahme ist Teil des Projektes „Digitales Deutschland“.

ergänzen. Länderübergreifende Vorhaben schaffen dabei Grundlagen einer nachhaltigen ländergemeinsamen digitalen Bildungsmedieninfrastruktur. Als Folge der pandemiebedingten bundesweiten Schulschließungen wurde der *DigitalPakt Schule* um drei Zusatzvereinbarungen mit einem Investitionsvolumen von insgesamt 1,5 Mrd. Euro erweitert. Bund und Länder unterstützen so den Einsatz digitaler Medien in allen schulischen Bildungsbereichen.

Im Kontext der *OER-Strategie – Freie Bildungsmaterialien für die Entwicklung digitaler Bildung* fördert das BMBF den Ausbau von Communities, die Qualifizierung von Lehrenden und Lernenden, die Begleitung von Schulträgern bei Organisationsentwicklungs-Prozessen zum digitalen Wandel, die Weiterentwicklung OER-förderlicher Infrastrukturen und die Qualitätssicherung zur Nutzung der Potenziale frei zugänglicher Bildungsmaterialien. Das BMBF fördert weiterhin Open Access, so auch insbesondere die Kompetenz- und Vernetzungsplattform open-access.network für zusätzliche drei Jahre.

Das BMFSFJ hat 2023 mit der *Agenda für smarte Gesellschaftspolitik* eine eigene Digitalstrategie vorgelegt. Innerhalb des Handlungsfeldes „Digitale Teilhabe“ wird die Initiative *YouCodeGirls* gefördert, mit der Mädchen und junge Frauen für das Thema Coding begeistert werden sollen. Über eine Online-Plattform werden Lernangebote für das Programmieren, auch mit beruflicher Perspektive, verfügbar gemacht.

Das Handlungsfeld „Digitale Souveränität“ stellt den Zugang zu digitalen Systemen für alle Generationen in den Mittelpunkt. Um Seniorinnen und Senioren die Chancen der Digitalisierung aufzuzeigen und digitale Kompetenzen auf- und auszubauen, hat das BMFSFJ 2023 den *DigitalPakt Alter* mit allen 16 Bundesländern als Partnern fortgeführt und bislang 200 Internet-Erfahrungsorte in ganz Deutschland gefördert. Auch das Projekt der „Digitalen Engel“, ein deutschlandweites mobiles Ratgeberteam, wurde um drei Jahre verlängert, um älteren Menschen vor Ort digitale Alltagskompetenzen zu vermitteln.

Weitere Informationen im Internet:

- Nationales Onlineportal für berufliche Weiterbildung „mein NOW“
- Agenda für smarte Gesellschaftspolitik
- Digitale Vernetzungsinfrastruktur „Mein Bildungsraum“
- Digitale Engel
- DigitalPakt Alter
- DigitalPakt Schule
- Informationsstelle Open Educational Resources (OER)
- Initiative Digitale Bildung
- MINT-Aktionsplan
- OER-Strategie
- Open Access
- open-access.network
- Qualifizierungsinitiative Digitaler Wandel – Q 4.0
- wissensdurstig.de
- YouCodeGirls
- Mit Bildungsarbeit die digitale Gesellschaft gestalten



Lehrkräftebildung und digitaler Unterricht

Die Lehrkräftebildung entlang der gesamten Berufsbiografie von der Studienentscheidung über die berufliche Einstiegs- bis zur späteren Berufsphase inhaltlich und strukturell zu verbessern, dieses Ziel verfolgten Bund und Länder mit der *Qualitätsoffensive Lehrerbildung*. Auf der Grundlage einer von der Gemeinsamen Wissenschaftskonferenz (GWK) geschlossenen Bund-Länder-Vereinbarung unterstützte das BMBF von 2013 bis Ende 2023 das Programm mit bis zu 500 Mio. Euro. Seit 2020 wurden verstärkt Projekte mit den Schwerpunkten „Digitalisierung in der Lehrerbildung“ und „Lehrerbildung für die beruflichen Schulen“ gefördert. Insgesamt nahmen 72 lehramtsausbildende Hochschulen in 92 Einzel- und Verbundprojekten am Programm teil.

Das Forschungs-, Innovations- und Transferprogramm *Kompetenzzentren für digitales und digital gestütztes Unterrichten in Schule und Weiterbildung* des BMBF nimmt, in Kooperation mit den Ländern, schwerpunktmäßig die dritte Phase der Lehrkräftebildung in den Fokus, also die Fort- und Weiterbildung von Lehrkräften. Seit 2023 fördert das BMBF 24 Projektverbünde an Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen, die sich in vier thematische Kompetenzzentren einteilen: für die MINT-Fächer (Mathematik, Informatik, Biologie, Chemie, Physik, Sachkunde), für Sprachen, Gesellschafts- und Wirtschaftswissenschaften, für musisch-kreative Fächer und Sport sowie für das Thema digitale Schulentwicklung. Unter einem Dach mit einer wissenschaftsgeleiteten Transferstelle bilden sie den „Kompetenzverbund lernen:digital“. Das Ziel des Verbundes ist es, die Kompetenzen von aktiven, aber auch angehenden Lehrkräften in Bezug auf digitales und digital gestütztes Unterrichten zu stärken. Zu diesem Zweck werden evidenzbasierte Konzepte und Materialien für digitalisierungsbezogene Fort- und Weiterbildungen entwickelt und die Akteurinnen und Akteure aus Forschung und Fortbildungspraxis stärker miteinander vernetzt, und nicht zuletzt werden Dialog und Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Praxis gestärkt.

Darüber hinaus ist das Ziel der gemeinsamen Bund-Länder-Initiative *Bildung durch Sprache und Schrift – BiSS-Transfer,* verbesserte Maßnahmen der Sprachbildung, Schreib- und Leseförderung in Bildungseinrichtungen zu verankern. *BiSS-Transfer* wird seit 2020 in einer fünfjährigen Transferphase fortgeführt. Die Initiative bietet Blended-Learning-Kurse für pädagogische Fach- und Lehrkräfte, eine Online-Tooldatenbank mit umfangreichen Informationen und wissenschaftlichen Bewertungen zu Diagnostik, Förderung und Fortbildungsmaßnahmen sowie praxisorientierte Handreichungen und Broschüren an. Transferforschung begleitet dies und generiert Steuerungswissen zur Gestaltung eines erfolgreichen Transfers. Das trägt dazu bei, eine verbesserte sprachliche Bildung nachhaltig in der Fläche zu implementieren.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Qualitätsoffensive Lehrerbildung
↗ Kompetenzverbund lernen:digital
↗ Bildung durch Sprache und Schrift – BiSS-Transfer

4.3 Berufliche Aus- und Weiterbildung

Die Bundesregierung will moderne und attraktive Ausbildungsangebote stärken und die Berufsorientierung für alle Schülerinnen und Schüler ausbauen. Um den Zugang zu Weiterbildung und Qualifizierung für alle Altersgruppen zu erleichtern, wurde durch die Bundesagentur für Arbeit (BA) das Nationale Onlineportal für berufliche Weiterbildung „mein NOW“ aufgebaut, das im Januar 2024 in einer ersten Version online gegangen ist. Es wird sukzessive um weitere Inhalte und Funktionen ausgebaut. Mit dem gemeinsamen Ziel, den lebenslangen Bildungsweg für Bürgerinnen und Bürger zu optimieren, sind „mein NOW“ für den Bereich der beruflichen Weiterbildung sowie „Mein Bildungsraum“ für den Bildungsbereich miteinander verzahnt.

Zudem ist mit dem *Lebenschancen-BAföG* und einer Bildungs-(teil-)zeit die Einrichtung zusätzlicher Förderinstrumente im Koalitionsvertrag verabredet. Durch flexible Arbeitszeitmodelle soll die Erwerbsbeteiligung von Frauen, und durch den Ausbau von Kinderbetreuung insbesondere die von Müttern, gesteigert werden. Zudem unterstützt die Bundesregierung eine mitarbeitendenorientierte Arbeitskultur und Angebote für einen flexiblen Übergang in den Ruhestand, um Fachkräfte länger im Beruf zu halten. Darüber hinaus soll die Einwanderung nach Deutschland für ausländische Fachkräfte u. a. durch einfachere Verwaltungsverfahren erleichtert werden (**III 4.6 Internationale Fachkräftesicherung**).

Mit der Sicherung der Fachkräftebasis in Deutschland befasst sich auch die Allianz für Aus- und Weiterbildung unter Federführung des BMWK. Hier setzen sich Vertreter aus Politik, Wirtschaft und Gewerkschaften dafür ein, die Attraktivität und die Qualität der Ausbildung zu stärken, Matchingprobleme zu lösen und junge Menschen für die duale Ausbildung zu gewinnen und den Übergang von der Schule in die Ausbildung zu verbessern. Die Arbeiten der Allianz werden begleitet von der Öffentlichkeitskampagne „Sommer der Berufsausbildung“.

Die Bundesregierung und ihre Partner haben im September 2022 den Startschuss für die Fortsetzung und Weiterentwicklung der *Nationalen Weiterbildungs-*



strategie (NWS) gegeben, deren Ziel der gemeinsame Aufbruch in die „Weiterbildungsrepublik“ ist. Unter gemeinsamer Federführung von BMAS und BMBF verständigten sich die 17 *NWS*-Partner auf konkrete Maßnahmen und Aktivitäten zur Fortentwicklung des Weiterbildungssystems sowie zur Stärkung der Weiterbildungskultur. Arbeitsmarkt- und bildungspolitische Instrumente werden enger verzahnt – die allgemeine Weiterbildung wird insbesondere mit der Perspektive auf Zukunftskompetenzen in die *NWS* integriert. Die erste Nationale Weiterbildungskonferenz fand im November 2023 statt, die zweite ist für das erste Halbjahr 2025 geplant.

Um die Attraktivität einer dualen Berufsausbildung für alle jungen Menschen zu verbessern, hat das BMBF Ende 2022 die *Exzellenzinitiative Berufliche Bildung gestartet. Mit* einem Mittelvolumen von rund 750 Mio. Euro werden bis 2026 bestehende Aktivitäten zur beruflichen Bildung gezielt weiterentwickelt und mit neuen Initiativen gebündelt. Dabei verfolgt die *Exzellenzinitiative* die Ziele, individuelle Chancen zu fördern, Impulse für innovative und exzellente Berufsbildungsangebote zu setzen sowie die internationale Sichtbarkeit und Mobilität zu erhöhen.

Um individuelle Chancen noch stärker zu fördern, erhöht das BMBF im Zuge der *Exzellenzinitiative* die jährlichen Neuaufnahmen in seine Stipendienprogramme für Begabte in der beruflichen Bildung, das Weiterbildungsstipendium und das Aufstiegsstipendium. Zudem unterstützt es die akademischen Begabtenförderungswerke dabei, ihre Angebote für Begabte in der beruflichen Bildung zu öffnen.

Teil der *Exzellenzinitiative* ist der Ausbau des Innovationswettbewerbs *InnoVET*. Mit *InnoVET* fördert das BMBF hochwertige und attraktive Qualifizierungsangebote für die berufliche Aus- und Weiterbildung, beispielsweise im Bereich der Künstlichen Intelligenz (KI), der Systemvernetzung oder der Mikro- und Nanotechnologie. Der 2023 gestartete Innovationswettbewerb *InnoVET PLUS* zielt auf die Entwicklung und Erprobung von Konzepten für eine exzellente Berufsbildung.

Als weiteren Teil der *Exzellenzinitiative* fördert das BMBF den Aufbau des neuen bundesweiten Portals „Leando“ als zentrale Informations-, Vernetzungs- und Lernwelt für Ausbildungs- und Prüfungspersonal. Es soll einen schnellen Zugang zu Informationen, Lernangeboten und Austauschmöglichkeiten ermöglichen und dazu beitragen, die berufliche Handlungskompetenz des Ausbildungs- und Prüfungspersonals für eine attraktive und zukunftsfähige Ausbildungs- und Prüfungspraxis zu stärken. Im Rahmen des Innovationswettbewerbs *INVITE (Digitale Plattform berufliche Weiterbildung)* fördert das BMBF bis 2025 die Vernetzung und nutzendenzentrierte Weiterentwicklung von Weiterbildungsplattformen sowie KI-unterstützte Weiterbildungsangebote.

Darüber hinaus fördert das BMBF mit dem Netzwerk Q 4.0 und *MIKA – Medien und IT-Kompetenz für Ausbildungspersonal* die Entwicklung und Erprobung neuer Qualifizierungen für das Berufsbildungspersonal mit Fokus auf Medien- und IT-Kenntnissen sowie Fach- und Sozialkompetenzen, um Inhalte und Prozesse der Ausbildung passend zum digitalen Wandel zu gestalten.

Mit vom BMBF geförderten Projekten der Gewerkschaften und Chemie-Sozialpartner werden seit 2020 mithilfe von Weiterbildungsmentorinnen und -mentoren betriebliche Unterstützungsstrukturen zur Etablierung einer nachhaltigen Bildungsberatung und -begleitung ausgebaut, um Beschäftigte besser für Weiterbildung zu sensibilisieren und zu motivieren.

Neben Betrieben und Berufsschulen sind die Überbetrieblichen Berufsbildungsstätten (ÜBS) der dritte Lernort im dualen System. Die ÜBS übernehmen Ausbildungsinhalte, die gerade in kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) nicht oder nicht vollständig abgedeckt werden können. Hier fördert das BMBF im Rahmen der *Exzellenzinitiative* Infrastruktur, Ausstattung und die Durchführung von Projekten. Mit der Richtlinie *INex-ÜBA* sollen auch ÜBS innovative, auf die Ausbildung bezogene Konzepte zur Gestaltung exzellenter Lehr-/Lernorte erproben und umsetzen. Diese sollen insbesondere zur Qualitätssteigerung und -entwicklung der überbetrieblichen Ausbildung (ÜBA) auch unter Anwendung zukunftsorientierter Technologien und innovativer Methoden beitragen, um exzellente Bildungsarbeit in ÜBS zu ermöglichen. Bis Ende 2023 konnten interessierte ÜBS ihre Skizzen einreichen. Die Förderrichtlinie ist auf eine ausgezeichnete Resonanz gestoßen. Ausgewählte Konzepte sollen ab dem dritten Quartal 2024 entwickelt und erprobt werden.

Zukunftsforum Überbetriebliche Bildung

Eine betriebsnahe Ausbildung als echte, attraktive Alternative für junge Menschen beim Einstieg in die Arbeitswelt – das war das Leitmotiv des „Zukunftsforums Überbetriebliche Bildung – Digital. Exzellent. Nachhaltig.“. Im Rahmen der Fachkonferenz haben im Juni 2023 Expertinnen und Experten der überbetrieblichen Ausbildung aus Bildung, Wirtschaft und Politik über Zukunftskonzepte für eine exzellente betriebliche Ausbildung diskutiert. Im Mittelpunkt standen Fragen zu Potenzialen und Herausforderungen für überbetriebliche Bildungsangebote vor dem Hintergrund des demografischen Wandels, der Digitalisierung, der Internationalisierung und der Nachhaltigkeit. Dabei wurden die Ergebnisse der auslaufenden Förderung im *Sonderprogramm Digitalisierung* hervorgehoben und Konzepte für die Überbetrieblichen Berufsbildungsstätten (ÜBS) aufgezeigt.



Das BMBF-Förderprogramm *AusbildungWeltweit* ermöglicht Auszubildenden das Sammeln internationaler Erfahrungen. Über das Netzwerk *Berufsbildung ohne Grenzen* unterstützt auch das BMWK Auszubildende und junge Fachkräfte dabei, einen Auslandsaufenthalt durchzuführen und damit Kompetenzen zu erlangen, die nur im internationalen Austausch erworben werden können. Auf europäischer Ebene stellt *Erasmus+* das mit Abstand bedeutendste Programm zur Unterstützung von Auslandsaufenthalten dar, für das die Nationale Agentur Bildung für Europa im Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) zuständig ist.

Aus- und Fortbildungsordnungen sowie Meisterprüfungsverordnungen werden kontinuierlich entsprechend aktuellen Bedarfen und Entwicklungen angepasst. Dafür geben das *Berufsbildungsgesetz (BBiG)* und die *Handwerksordnung* den rechtlichen Rahmen. Zudem sollen die ehrenamtlichen Prüferinnen und Prüfer ab 2024 ebenfalls gestärkt werden: Hierzu wurde 2023 die Förderrichtlinie zur *Förderung von Projekten zur Unterstützung der Benennungs- und Qualifizierungsprozesse von Mitgliedern in Prüfungs- und Berufsbildungsausschüssen* veröffentlicht.

Mit dem *Gesetz zur Stärkung der Aus- und Weiterbildungsförderung (Aus- und Weiterbildungsgesetz)* wurden die Förderinstrumente der Arbeitsmarktpolitik für Ausbildungsuchende und Beschäftigte weiterentwickelt und um neue Förderoptionen erweitert. Allen jungen Menschen ermöglicht nunmehr die Ausbildungsgarantie den Zugang zu einer voll qualifizierenden Berufsausbildung. Zudem wurde das Basisinstrument der *Beschäftigtenförderung* für alle Beschäftigten und Betriebe geöffnet und die Förderkonditionen insbesondere für KMU verbessert. Mit der Einführung des *Qualifizierungsgeldes* wurde das Förderinstrumentarium ausgebaut, um Betriebe mit starkem Transformationsdruck zu unterstützen, ihre Beschäftigten mittels Weiterbildung im Betrieb zu halten.

Zudem wurden für Arbeitslose und für Beschäftigte, die ergänzend Bürgergeld erhalten, die Weiterbildungsmöglichkeiten mit dem *Bürgergeld-Gesetz* flexibler gestaltet und erweitert. Dabei stärken die Verstetigung der Weiterbildungsprämien und die Einführung eines Weiterbildungsgeldes die finanziellen Anreize zur Aufnahme abschlussorientierter Weiterbildungen.

Mit dem *Aus- und Weiterbildungsgesetz* wurde zudem die Rolle von rechtskreisübergreifenden Kooperationen gestärkt, die vielerorts in Form von Jugendberufsagenturen agieren, in denen Mitarbeitende der Agenturen für Arbeit, der Jobcenter und der Jugendhilfe gemeinsam an dem Ziel, Jugendliche optimal zu begleiten und zu fördern, arbeiten. Eine Jugendberufsagentur ist dabei keine eigenständige Institution – stattdessen bleiben die jeweiligen Träger für ihre eigenen Rechtsgebiete zuständig. Durch die gemeinsame Fallarbeit können Zuständigkeiten jedoch besonders schnell geklärt, Doppelstrukturen vermieden und junge Menschen individuell und zielgerichtet unter-

stützt werden. Die Jugendberufsagenturen bieten daher eine besonders passgenaue und abgestimmte Unterstützung am Übergang von der Schule in den Beruf.

Zur Unterstützung der rechtskreisübergreifenden Kooperationen wurde vom BMAS eine Servicestelle Jugendberufsagenturen beim Bundesinstitut für Berufsbildung eingerichtet. Die Servicestelle agiert als neutrale, fachliche Ansprechpartnerin für die inzwischen 358 Jugendberufsagenturen im Bundesgebiet. Sie fördert den Austausch der Kooperationen/Bündnisse untereinander, macht erfolgreiche Praxisbeispiele in der rechtskreisübergreifenden Zusammenarbeit sichtbar und unterstützt bei der Gründung neuer Jugendberufsagenturen sowie bei Fragen zur qualitativen Weiterentwicklung der Kooperationen/Bündnisse.

Das Bundesprogramm *Aufbau von Weiterbildungsverbünden* schafft mithilfe regionaler Koordinierungsstellen verbindliche Kooperations- und Vernetzungsstrukturen zwischen Unternehmen, Bildungs- und Beratungseinrichtungen sowie weiteren Weiterbildungsakteuren. Hierbei wird u. a. der Weiterbildungsbedarf erhoben, KMU werden beraten sowie Weiterbildungsformate bedarfsgerecht ausgestaltet. Die Projekte der im Jahr 2021 veröffentlichten zweiten Förderbekanntmachung *Aufbau von Weiterbildungsverbünden zur Transformation der Fahrzeugindustrie* fokussieren insbesondere auf die Neuqualifizierung von Beschäftigten der Fahrzeugindustrie für andere Tätigkeitsfelder, Branchen und Wirtschaftszweige. Insgesamt werden 53 Weiterbildungsverbünde gefördert.

Um die berufliche Höherqualifizierung, Fortbildungsmotivation und somit die Aufstiegsmöglichkeiten zu verbessern, unterstützt das BMBF Teilnehmerinnen und Teilnehmer an Maßnahmen der beruflichen Aufstiegsfortbildung finanziell mit dem *Aufstiegs-BAföG*.

Die von BMBF, BMAS, BA und den Ländern getragene Initiative *Bildungsketten* unterstützt Jugendliche beim Übergang von der Schule in die Berufsausbildung. Zudem trägt das BMBF mit dem *Berufsorientierungsprogramm (BOP)* wesentlich zu dieser Initiative bei, indem es Potenzialanalysen und praxisorientierte Berufsorientierungstage für Jugendliche fördert. Mit der Verlängerung der Initiative *Bildungsketten* bis 2026 werden Fördermaßnahmen inhaltlich und strukturell weiterentwickelt, ausgebaut und verstetigt.

Weitere Informationen im Internet:

- Fachkräftestrategie der Bundesregierung
- Nationale Weiterbildungsstrategie
- Nationale Weiterbildungsstrategie (Fortführung und Weiterentwicklung)
- Jugendberufsagenturen
- Allianz für Aus- und Weiterbildung
- Innovationswettbewerb INVITE
- Exzellenzinitiative Berufliche Bildung
- Informationsportal BerufeNavi.de
- Informationen zu Aus- und Fortbildungsberufen
- Innovationswettbewerb InnoVET und InnoVET Plus
- Portal für Ausbildungs- und Prüfungspersonal „Leando“
- Medien und IT-Kompetenz für Ausbildungspersonal (MIKA)
- Netzwerk Q 4.0 – Qualifizierungen für Ausbildungspersonal im digitalen Wandel
- Weiterbildungsmentorinnen und Weiterbildungsmentoren
- AusbildungWeltweit
- Berufsbildung ohne Grenzen
- Aufstiegsfortbildungsförderungsgesetz AFBG
- Begabtenförderung
- Arbeit-von-morgen-Gesetz
- Bildungsketten
- Aus- und Weiterbildungsgesetz
- Bürgergeld-Gesetz
- Berufsorientierungsprogramm
- Aufbau von Weiterbildungsverbünden
- Passgenaue Besetzung
- Kompetenzzentrum Fachkräftesicherung

4.4 Wissenschaftlicher Nachwuchs

Gut qualifizierter wissenschaftlicher Nachwuchs ist eine Voraussetzung, um Forschungskompetenz, Innovationsfähigkeit und die Ausbildung von Akademikerinnen und Akademikern in Deutschland langfristig zu sichern. Die Schaffung guter und wettbewerbsfähiger Beschäftigungs- und Karrierebedingungen von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in der Promotions- und Postdoc-Phase ist ein wesentlicher Schlüssel für den Erhalt und den Ausbau der internationalen Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit Deutschlands.

In Zusammenarbeit mit den Ländern fördert die Bundesregierung den wissenschaftlichen Nachwuchs direkt und indirekt. In erster Linie sind hierbei die institutionelle Förderung der Wissenschafts- und Mittlerorganisationen und große politische Initiativen wie das *Tenure-Track-Programm zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses*, die Gewinnung und Entwicklung von professoralem Personal an Fachhochschulen, die *Exzellenzstrategie* und der *Pakt für Forschung und Innovation* zu nennen (→ **V 2 Bund-Länder-Vereinbarungen**). Damit sollen exzellente wissenschaftliche Leistungen ermöglichende Arbeitsbedingungen sowie attraktive Karriereperspektiven für den wissenschaftlichen Nachwuchs geschaffen und darüber hinaus Geschlechtergerechtigkeit und Vielfalt verwirklicht werden. Zudem soll die internationale Wettbewerbsfähigkeit und Mobilität des wissenschaftlichen Nachwuchses gefördert werden.

Auch die Weiterentwicklung des *Wissenschaftszeitvertragsgesetzes*, welches den Rahmen für die Befristung von Arbeitsverträgen mit wissenschaftlichem und künstlerischem Personal an staatlichen Hochschulen und Forschungseinrichtungen sowie staatlich anerkannten Hochschulen vorgibt, zielt auf die besondere Situation von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in frühen Karrierephasen ab. Insbesondere sollen die Verlässlichkeit, Planbarkeit und Transparenz von Karrierewegen und die Vereinbarkeit von Beruf und Familie verbessert werden.

Das BMBF unterstützt mit den Stipendien der Begabtenförderungswerke sowohl Studierende bei ihrem Studium als auch Promovierende bei ihren Forschungsvorhaben. Um die Promotionsstipendien weiter zu verbessern, wurde zum Wintersemester 2023/2024 die Regelförderungsdauer auf drei Jahre angehoben. Zudem wird die monatliche Stipendienhöhe in drei Schritten bis 2025 um insgesamt 300 Euro erhöht.

Die Unterstützung des wissenschaftlichen Nachwuchses stellt auch in vielen Fachprogrammen des BMBF, insbesondere im Bereich von digitalen Technologien und Schlüsseltechnologien, einen wichtigen Baustein der Förderung dar. Beispiele dafür sind die Förderung der Forschung zu Künstlicher Intelligenz (*KI-Nachwuchsgruppen*) und das Programm *Quantum Futur* zur Förderung der Quantentechnologie u. a. mit den folgenden Bestandteilen: der *Quantum Futur Nachwuchswettbewerb* zur Förderung von akademischen Nachwuchsgruppen, die Förderrichtlinie *Quantum Futur Education,* die u. a. die Entwicklung interdisziplinärer Studienmodule unterstützt, die *Quantum Futur* Akademie für Studierende, der *Quantum Futur Award* als Preis des BMBF für Master- und Doktorarbeiten sowie eine Outreach-Initiative u. a. zur Lehrerfortbildung. Mit dem Nachwuchswettbewerb *NanoMatFutur* und der Initiative *BattFutur* fördert das BMBF zudem gezielt den Aufbau von Forschungsgruppen an Universitäten und Forschungseinrichtungen im Bereich der Materialforschung und der Batterieforschung.

Weitere Informationen im Internet:

- Wissenschaftlicher Nachwuchs
- Tenure-Track-Programm
- Stipendien der Begabtenförderungswerke
- FH-Personal
- Wissenschaftszeitvertragsgesetz
- KI-Nachwuchsgruppen
- Quantum Futur
- Nachwuchsförderung Materialwissenschaften und Batterietechnologie

4.5 Chancengerechtigkeit, Gleichstellung und Vielfalt in Bildung und Forschung

Exzellente Forschung und der Bildungs-, Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort Deutschland insgesamt brauchen herausragende Talente und innovative Persönlichkeiten – unabhängig vom Geschlecht. Dennoch sind Frauen in Führungspositionen in Wissenschaft und Forschung weiterhin unterrepräsentiert (↗ **Zukunftsstrategie – Indikator 13 im Datenband 1.2 FuE-Personal**). Daher fördert die Bundesregierung die Chancengerechtigkeit mit Nachdruck, insbesondere soll der Anteil von Frauen in Spitzenfunktionen von Wissenschaft und Forschung weiter erheblich in Richtung Parität erhöht werden.

Frauen erhalten nach wie vor oftmals weniger Anerkennung für ihre Leistungen in Wissenschaft, Forschung und Innovation als ihre männlichen Kollegen. Hier setzt die BMBF-Förderung *Frauen in Wissenschaft, Forschung und Innovation: Leistungen und Potenziale sichtbar machen, Sichtbarkeit strukturell verankern (Innovative Frauen im Fokus)* an. Forschungs- und Umsetzungsprojekte entwickeln bis 2027 nachhaltige Strategien, um Frauen in den Bereichen Wissenschaft, Forschung und Innovation sichtbarer zu machen und dadurch langfristig ihre Repräsentanz zu verbessern. Ein Metavorhaben vernetzt die Projekte miteinander, fördert den fachlichen Austausch und trägt dazu bei, Transfer- und öffentlichkeitswirksame Maßnahmen zu entwickeln.

Das *Professorinnenprogramm* ist das zentrale Instrument von Bund und Ländern, um die Gleichstellung von Frauen und Männern in Hochschulen zu fördern. Ziel des Förderprogramms ist es, die Anzahl der Wissenschaftlerinnen in Spitzenfunktionen des Wissenschaftsbereichs in Richtung Parität dynamisch zu erhöhen und die Gleichstellungsstrukturen an Hochschulen nachhaltig zu stärken. Im Rahmen des Programms sind bislang 847 Professorinnen gefördert worden. Zu den Neuerungen der vierten Förderphase (*Professorinnenprogramm 2030*) 2023 bis 2030 zählt u. a., dass Hochschulen für die überzeugendsten Gleichstellungskonzepte mit dem Prädikat „Gleichstellungsstarke Hochschule“ ausgezeichnet werden und die zusätzliche Förderung einer Nachwuchswissenschaftlerin beantragen können. Für das *Professorinnenprogramm* 2030 stellen Bund und Länder insgesamt 320 Mio. Euro bereit (→ **V 2 Bund-Länder-Vereinbarungen**).

Wenngleich der Frauenanteil in MINT-Studienfächern insgesamt gestiegen ist, sind Frauen in MINT-Fächern und akademischen MINT-Berufen weiterhin unterrepräsentiert, das gilt besonders in Spitzenpositionen sowie bei Patentanmeldungen, die als Gradmesser von Innovation und Kreativität gelten. Um dies zu ändern, ist es wichtig, junge Frauen insbesondere in den Übergangsphasen von Schule zum Studium und vom Studium zum Beruf für den MINT-Bereich zu begeistern. Vorurteile sollen abgebaut und Möglichkeiten geschaffen werden, sich auszuprobieren und Selbstwirksamkeit zu erleben. Hier setzt die Förderrichtlinie *MissionMINT – Frauen gestalten Zukunft* an, mit der das BMBF die Ziele des Handlungsfeldes 3 „Chancen von Mädchen und Frauen in MINT“ seines *MINT-Aktionsplans* unterstützt. In zwei Ausschreibungen werden innovative und nachhaltig ausgerichtete Praxismaßnahmen und/oder Forschungsvorhaben gefördert, die auf MINT-Studiengänge und akademische MINT-Berufe sowie auf die Karriere von Frauen in Forschung, Entwicklung und Innovation fokussieren.

Das *Bündnis für Frauen in MINT-Berufen* ist ein Zusammenschluss von mehr als 300 Organisationen, die gemeinsam dazu beitragen, dass Mädchen und Frauen stärker für MINT-Themen begeistert und für MINT-Berufe gewonnen werden. Das Bündnis wird vom BMBF gefördert und von der MINT-Vernetzungsstelle *MINTvernetzt* unterstützt. In Summe wird so ein wichtiger Beitrag zu einem geschlechtersensiblen Kulturwandel in Wissenschaft, Hochschulen und Unternehmen geleistet (→ **III 4.1 Zukunftskompetenzen**).

Ein weiterer Ansatzpunkt der Bundesregierung ist die noch immer von geschlechtsspezifischen Rollenbildern und kulturellen Vorstellungen beeinflusste Berufswahl von Jugendlichen. Die *Initiative Klischeefrei* wirbt für einen breiten gesellschaftlichen Ansatz, um Rollenmuster bei der Berufs- und Studienwahl zu überwinden (→ **Infobox: Initiative Klischeefrei**). Auch an den jährlich stattfindenden Aktionstagen

„Girls' Day – Mädchen-Zukunftstag" (gemeinsame Förderung BMFSFJ und BMBF) und „Boys' Day – Jungen-Zukunftstag" (gefördert durch das BMFSFJ) können junge Menschen praxisorientiert Berufe jenseits von Geschlechterstereotypen kennenlernen.

Initiative Klischeefrei

Die *Initiative Klischeefrei* wird durch das BMBF sowie das BMFSFJ gefördert und setzt sich dafür ein, dass junge Menschen ihre Berufs- und Studienwahl unabhängig von Klischees und Geschlechterzuweisungen treffen. Stattdessen werden sie unterstützt, Berufe entsprechend ihren Stärken und Interessen zu wählen, damit alle Menschen ihre Fähigkeiten optimal zum Einsatz bringen können. Die Initiative arbeitet mit aktuell mehr als 600 Partnerorganisationen aus Bildung, Politik, Wirtschaft und Wissenschaft zusammen.

Durch die Bündelung von Informationen, die Vernetzung von Aktiven und Interessengruppen, das Herausstellen relevanter Maßnahmen zur Erweiterung des Berufs- und Studienwahlspektrums junger Menschen sowie die Entwicklung von Arbeitsmaterialien soll Schritt für Schritt die geschlechtliche Konnotation der Berufe abgebaut werden. Die Homepage der Initiative bietet zudem eine Infothek, die eine digitale Sammlung von Studien, Fachartikeln, Praxisbeispielen sowie weiteren Materialien umfasst.



Chancengerechtigkeit im Wissenschaftsbetrieb zu berücksichtigen ist auch eine Priorität des Europäischen Forschungsraums (EFR). Die im EU-Büro des BMBF angesiedelte Kontaktstelle Frauen in die EU-Forschung (FiF) verfolgt das Ziel, Forscherinnen in Deutschland für eine Teilnahme an den europäischen Rahmenprogrammen kompetent und zielführend zu beraten.

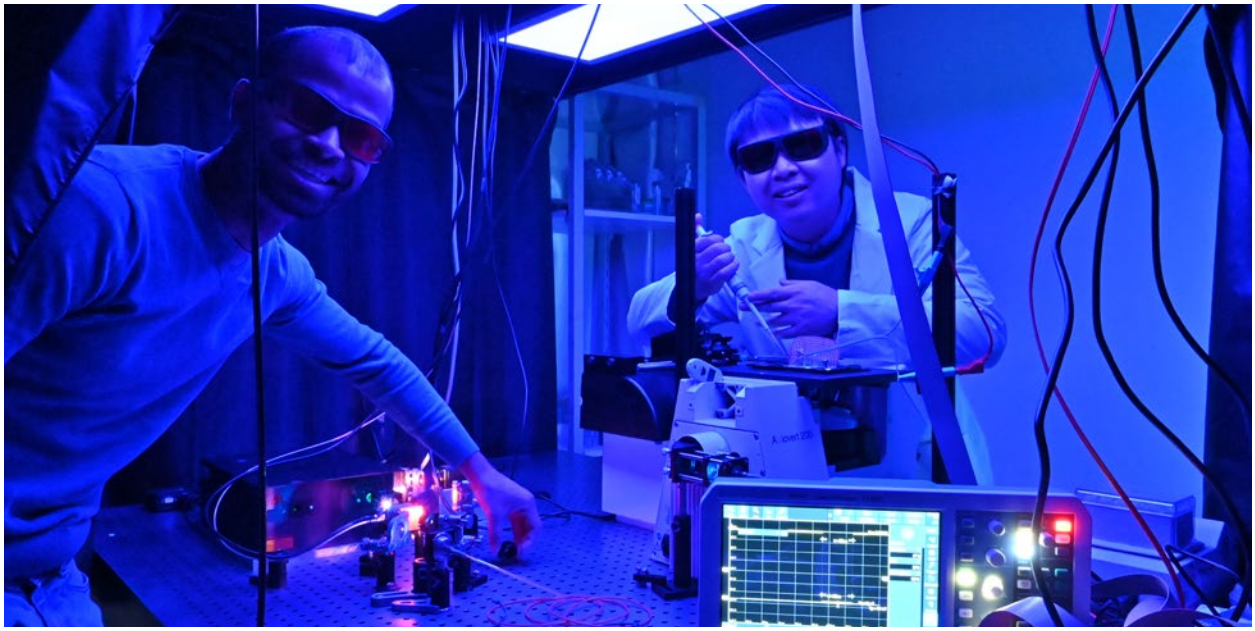
Die inklusive Bildung – also das gemeinsame Lernen von Menschen mit und ohne Behinderung – ist ein wesentliches Anliegen der Bildungspolitik. Mit der Ratifizierung der UN-Behindertenrechtskonvention hat sich Deutschland im Jahr 2009 dazu verpflichtet, Menschen mit Behinderungen die gleichberechtigte Teilhabe an Bildung zu ermöglichen. Dies gilt von der frühkindlichen über die schulische und berufliche Bildung bis hin zur Hochschule und Weiterbildung.

Im Zuständigkeitsrahmen des Bundes setzt die zweite Auflage des *Nationalen Aktionsplans der UN-Behindertenrechtskonvention (NAP 2.0)* seit 2016 deutliche Akzente bei der inklusiven Bildung. So legen die aktuellen Maßnahmen des *NAP* beispielsweise einen Schwerpunkt auf die Förderung der beruflichen Teilhabe. Gemeinsam mit dem Land Hessen wird sich das BMBF darüber hinaus weiterhin aktiv als Mitglied des Representative Board der European Agency for Special Needs and Inclusive Education (EA) in die Diskussion einbringen.

Weitere Informationen im Internet:

- Gleichstellung und Vielfalt im Wissenschaftssystem
- Professorinnenprogramm
- Innovative Frauen im Fokus
- MINT-Aktionsplan
- MINT-Vernetzungsstelle Deutschland MINTvernetzt
- MissionMINT
- Initiative Klischeefrei
- Girls' Day – Mädchen-Zukunftstag
- Boys' Day – Jungen-Zukunftstag
- Frauen in die EU-Forschung
- Nationaler Aktionsplan zur Umsetzung der UN-Behindertenrechtskonvention 2.0
- European Agency for Special Needs and Inclusive Education (engl.)

4.6 Internationale Fachkräftesicherung



Wissenschaftler justieren den Laser an einem Fluoreszenzmikroskop am Max-Planck-Institut für Biophysik.

Um im internationalen Wettbewerb Spitzenkräfte zu gewinnen und Fachkräfte aus dem Ausland anzuwerben und zu halten, müssen die Bedingungen für diese Personen in Wissenschaft und Wirtschaft weiter verbessert sowie die Einwanderung von qualifizierten Fachkräften erleichtert werden. Hierbei gilt es, auch Studierende und Auszubildende – die Fachkräfte von morgen – in den Blick zu nehmen. Auf Grundlage der *Eckpunkte zur Fachkräfteeinwanderung aus Drittstaaten* hat die Bundesregierung das Fachkräfteeinwanderungsgesetz, das seit 2020 in Kraft ist, weiterentwickelt.

Mit der Gesetzesnovelle zur Weiterentwicklung des *Fachkräfteeinwanderungsgesetzes* wird die Einwanderung erleichtert: Fachkräfte mit einem in Deutschland erworbenen oder anerkannten Abschluss können seit November 2023 jede qualifizierte Beschäftigung in Deutschland ausüben. Zudem ist die Blaue Karte EU – ein Aufenthaltstitel insbesondere für Hochschulabsolventinnen und -absolventen – durch Erleichterungen bei der Mobilität in der EU und beim Familiennachzug noch attraktiver und durch Anpassungen bei den Gehaltsuntergrenzen beispielsweise für Berufseinsteigerinnen und -einsteiger für noch mehr Fachkräfte erreichbar geworden.

Durch die Flexibilisierung von Nebenerwerbsmöglichkeiten bei der Bildungsmigration wird die Finanzierung des Lebensunterhaltes während des Aufenthaltes in Deutschland erleichtert. Damit wird es zukünftig noch attraktiver, für eine Berufsausbildung oder ein Studium nach Deutschland zu kommen und im Anschluss daran hier zu bleiben. Fachkräfte mit Berufsabschluss und -erfahrung erhalten die Möglichkeit, nach Deutschland zu kommen, ohne dass ihr Abschluss vor der Einreise nach Deutschland anerkannt werden muss. Ausländerinnen und Ausländer aus Nicht-EU-Ländern sollen zudem ab Juni 2024 mit einer „Chancenkarte“ auf der Basis eines Punktesystems zur Arbeitssuche nach Deutschland kommen können.

Das Informationsportal der Bundesregierung „Make it in Germany“, die Hotline „Arbeit und Leben in Deutschland“ und das Portal „Research in Germany“ werben zudem gezielt um ausländische Fachkräfte. Das Portal „Anerkennung in Deutschland“ informiert über die Möglichkeiten, ausländische Berufsqualifikationen anerkennen zu lassen. Das vom BMBF finanzierte Vorhaben „ProRecognition“ berät an zehn Auslandshandelskammern weltweit Fachkräfte zum Thema Anerkennung schon vor Ort.

Die BMWK-Pilotprojekte „Hand in Hand for International Talents“ und „Handwerk bietet Zukunft“, zukünftig „FIT für climate“, erproben die neuen Regelungen und Wege zur Fachkräftegewinnung. In Zusammenarbeit mit der Deutschen Industrie- und Handelskammer (DIHK), dem Zentralverband des Deutschen Handwerks e. V. (ZDH) und der BA rekrutieren die Projekte berufsspezifisch Fachkräfte in ausgewählten Ländern. Die Zentrale Servicestelle Berufsanerkennung (ZSBA) bei der BA ist ein zentraler Ansprechpartner für Fachkräfte aus dem Ausland zur Anerkennungsberatung und Verfahrensbegleitung. Sie wird mit Mitteln des BMBF bis 2026 fortgeführt.

Das vom BMBF finanzierte Vorhaben „Unternehmen Berufsanerkennung“ unterstützt in Zusammenarbeit mit DIHK und ZDH Arbeitgeber mit Informationen und Angeboten rund um die Themen Berufsanerkennung und Anpassungsqualifizierung, u. a. mit der Plattform „UBA Connect“. Auch das „BQ-Portal“ des BMWK bietet eine umfangreiche Zusammenstellung ausländischer Berufsqualifikationen und hilft zuständigen Stellen dabei, ausländische Berufsabschlüsse einzuschätzen und zu bewerten.

Das BMWK unterstützt weiterhin die Ausbildungsbetriebe durch die Förderung von Beraterinnen und Beratern an den Kammern und Wirtschaftsorganisationen im Rahmen des Anfang Januar 2024 zusammengelegten Programms *Passgenaue Besetzung und Willkommenslotsen*. Dadurch erhalten die Unternehmen Unterstützung bei der Besetzung von Ausbildungsplätzen mit Jugendlichen (*Modul Passgenaue Besetzung*) sowie der Integration von Geflüchteten in Ausbildung und Arbeit und der Ausbildungsstellenbesetzung mit Jugendlichen aus Drittstaaten (*Modul Willkommenslotsen*).

Das BMFSFJ fördert im Rahmen des Bundesprogramms *Garantiefonds Hochschule* studienvorbereitenden Deutschspracherwerb für junge Zuwanderinnen und Zuwanderer mit einem dauerhaften Bleiberecht, die in der Bundesrepublik Deutschland die Hochschulreife erwerben, ein Hochschulstudium anstreben oder fortsetzen möchten. Die Kurse bauen auf den Integrationskursen des Bundesamts für Migration und Flüchtlinge (BAMF) auf und ergänzen die aktuellen Sprachfördermaßnahmen zur Integration von hoch qualifizierten Flüchtlingen.

Das Kompetenzzentrum Fachkräftesicherung (KOFA) unterstützt KMU in allen Phasen der Fachkräftesicherung und Personalarbeit durch ein umfangreiches Informationsangebot auf dem Portal kofa.de.

Weitere Informationen im Internet:

- Fachkräfteeinwanderungsgesetz
- Fachkräfteland Deutschland
- Eckpunkte zur Fachkräfteeinwanderung aus Drittstaaten
- Dachportal der Bundesregierung „Make it in Germany“
- Informationsportal „Research in Germany“
- Informationsportal „Anerkennung in Deutschland“
- ProRecognition
- Unternehmen Berufsanerkennung
- BQ-Portal für ausländische Berufsqualifikationen
- Passgenaue Besetzung und Willkommenslotsen
- Kompetenzzentrum Fachkräftesicherung

4.7 Bildungs-, Wissenschafts- und Hochschulforschung



Mitarbeitende des Max-Planck-Instituts für Bildungsforschung in einer Besprechung

Beste Bildung für alle zu gewährleisten, gelingt nur, wenn die Stärken und Schwächen des Bildungssystems erkannt und Entwicklungen hinterfragt werden. Die Bildungsforschung zeigt Wirkmechanismen auf und kann so das Bildungssystem faktenbasiert weiterentwickeln. Wissenschaftliche Erkenntnisse liefern wichtiges Erklärungs- und Gestaltungswissen und können die pädagogische Arbeit in der Bildungspraxis unmittelbar positiv beeinflussen.

Empirische Bildungsforschung

Mit dem seit 2017 laufenden *Rahmenprogramm empirische Bildungsforschung* trägt die Bundesregierung dazu bei, Herausforderungen im Bildungswesen zu bewältigen. Die zentralen Handlungsfelder sind die Bildungsgerechtigkeit verbessern, mit Vielfalt umgehen, die Qualität im Bildungswesen fördern und technologisch-pädagogische Entwicklungen gestalten. Im Mittelpunkt aktueller Fördervorhaben stehen Themen zur Digitalisierung im Bildungsbereich, zur inklusiven Bildung, zum Abbau von Bildungsbarrieren, zur frühen Bildung, zur kulturellen Bildung, zur sprachlichen Bildung in der Einwanderungsgesellschaft, zur Integration durch Bildung sowie zum Schutz von Kindern und Jugendlichen vor sexualisierter Gewalt in pädagogischen Kontexten.

Das BMBF verfolgt mit dem *Rahmenprogramm empirische Bildungsforschung* auch strukturelle Ziele wie die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses und die Internationalisierung. Beide tragen gleichermaßen dazu bei, die Exzellenz in der Bildungsforschung auszubauen. Das BMBF fördert Nachwuchsforschungsgruppen, die zu gesellschaftlich relevanten Problemlagen und Herausforderungen arbeiten, sowie Nachwuchsveranstaltungsreihen, die die Qualifizierung und Vernetzung unterstützen. Die EFR-Vernetzungsprojekte (Europäischer Forschungsraum) unterstützen zudem deutsche Bildungsforschende darin, europäische und internationale Netzwerke mit verschiedenen Themenschwerpunkten aufzubauen.

Forschung zu Bildung in der frühen Kindheit und Qualität in der pädagogischen Praxis ist wichtig, um allen Kindern gute individuelle Bildungschancen zu ermöglichen. Mit der *Weiterbildungsinitiative Frühpädagogische Fachkräfte (WiFF)* wird das Ziel verfolgt,

Informationsportal zur empirischen Bildungsforschung

Das *Rahmenprogramm empirische Bildungsforschung* macht Forschungserkenntnisse für Bildungspolitik und Bildungspraxis nutzbar. Das BMBF unterstützt dies mit zielgruppengerechten Formaten der Wissenschaftskommunikation wie Interviews, Transfer-Dialoge, Webreportagen, Projektvideos und dem Kompaktformat „Wissen aus der Bildungsforschung“. Diese tragen dazu bei, Ergebnisse der Bildungsforschung niedrigschwellig zu verbreiten. Über das Online-Informationsportal zur empirischen Bildungsforschung werden Ergebnisse und erarbeitete Materialien der Forschungsprojekte zielgerichtet über einen Themenfinder dargestellt und durch eine Infothek und Informationen zu Veranstaltungsformaten ergänzt.

die Kita bzw. die Elementarpädagogik als Basis des Bildungssystems zu stärken. Um den Dialog und den Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und frühpädagogischer Praxis zu intensivieren, wurde 2023 die Aktionslinie *WiFF Transfer* gestartet. Diese dient Fachwissenschaft, Politik und Praxis gleichermaßen als wissenschaftsbasierte Plattform. Seit 2014 bereitet das *Fachkräftebarometer Frühe Bildung* alle zwei Jahre umfassend Datenbestände und Informationen für Wissenschaft, Bildungspraxis und Verwaltung thematisch auf. Damit dokumentiert das Fachkräftebarometer die Entwicklung von Personal, Arbeitsmarkt, Erwerbssituation sowie Ausbildung und Qualifizierung in der Frühpädagogik. Im Herbst 2023 ist die fünfte Ausgabe erschienen.

Bund und Länder engagieren sich auch für das Bildungsmonitoring und wirken im Rahmen der „Gemeinschaftsaufgabe zur Feststellung der Leistungsfähigkeit des Bildungswesens im internationalen Vergleich" gemäß Art. 91b Abs. 2 GG zusammen. Die übergreifende nationale Bildungsberichterstattung bietet, zusammen mit der Teilnahme an den internationalen Bildungsvergleichsstudien PISA, IGLU, TIMSS, ICILS, ICCS und PIAAC, eine umfassende Evidenzbasis. Dies ermöglicht, Entwicklungen und wesentliche Veränderungen in der Kompetenzentwicklung von Schülerinnen und Schülern sowie von Erwachsenen frühzeitig zu erfassen und neue Handlungsbedarfe zu identifizieren. Das Bildungsmonitoring stellt valide Informationen bereit und trägt damit dazu bei, die Leistungsfähigkeit und Qualität des Bildungswesens in Deutschland zu sichern und weiter zu verbessern. Mit dem Zentrum für internationale Bildungsvergleichsstudien (ZIB), welches die PISA-Studie durchführt, fördern Bund und Länder zudem eine wissenschaftliche Einrichtung für Forschung zum international vergleichenden Bildungsmonitoring.

Der Nationale Bildungsbericht „Bildung in Deutschland" dokumentiert mithilfe verschiedener Indikatoren, wie sich die Bildungsbereiche von frühkindlicher bis hin zu hochschulischer Bildung bzw. Weiterbildung entwickeln. Im Fokus stehen dabei insbesondere die Übergänge zwischen Kita, Schule und beruflicher Bildung. Eine unabhängige Gruppe von Autorinnen und Autoren unter Federführung des DIPF – Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation erarbeitet den Bildungsbericht, Bund und Länder unterstützen sie dabei.

Weitere Informationen im Internet:

- Rahmenprogramm empirische Bildungsforschung
- Bildungsforschungstagung
- Weiterbildungsinitiative Frühpädagogische Fachkräfte (WiFF)
- Fachkräftebarometer Frühe Bildung
- Verbund Forschungsdaten-Bildung
- Nationaler Bildungsbericht
- Internationale Grundschul-Lese-Untersuchung (IGLU)

Wissenschafts- und Hochschulforschung

Wie leistungsfähig ist das deutsche Wissenschafts- und Hochschulsystem? Welche Organisations- und Förderansätze erweisen sich als erfolgreich? Wo bestehen Veränderungsbedarfe? Diesen und anderen Fragen geht die Wissenschafts- und Hochschulforschung nach. Sie liefert valide Informationen und Analysen, auf deren Grundlage Wissenschaftspolitik und -management handeln können. Um Forschung und Lehre weiterzuentwickeln, sind eine evidenzbasierte Politikberatung und die Ausbildung von Fachkräften für die Wissenschaftspraxis und das Wissenschafts- und Hochschulmanagement erforderlich.

Das BMBF hat den Förderschwerpunkt *Wissenschafts- und Hochschulforschung* etabliert, um dieses Forschungsfeld systematisch qualitativ zu stärken und quantitativ auszubauen. Jährlich werden Vorhaben zu wissenschafts- und hochschulpolitisch aktuellen Themen gefördert, wie Forschung zur digitalen Hochschulbildung, Forschung über Studienerfolg und Studienabbruch, Qualitätsentwicklungen in der Wissenschaft, Forschung über nicht staatliche Hochschulen und Forschung zum Wissenstransfer. Zu jeder dieser Förderlinien gehören Aktivitäten, die die Projekte untereinander vernetzen und den Transfer von Forschungsergebnissen in die Praxis unterstützen. Die Förderung von Nachwuchsgruppen und des Graduiertenkollegs WiMaKo (Wissenschaftsmanagement und Wissenschaftskommunikation, 2019–2023) trägt zur Stärkung von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern in einer frühen Karrierephase bei.

Als ein nationales Kompetenzzentrum im Kreis der nationalen WiHo-Forschungseinrichtungen führt

Erhebungen zur Wissenschafts- und Hochschulforschung

Die von DZHW durchgeführten Langzeiterhebungen stellen Studierende, Absolventinnen und Absolventen sowie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in einer frühen Karrierephase in den Mittelpunkt. So liefert die „Studierendenbefragung in Deutschland“ zentrale Kennzahlen zu den Bedarfen von Studierenden in Deutschland. Die Befragungsphase im Sommersemester 2021, an der mehr als 180.000 Studierende teilnahmen, integrierte erstmalig mehrere bis dahin separat durchgeführte Erhebungen: „best – beeinträchtigt studieren“, die „Sozialerhebung“ und den „Studierendensurvey“. Die hieraus resultierenden drei Hauptberichte „Die Studierendenbefragung in Deutschland: 22. Sozialerhebung“, „Studiensituation unter Online-Bedingungen“ sowie „best 3 – studieren mit einer gesundheitlichen Beeinträchtigung“ wurden 2023 veröffentlicht.

Die Daten fließen zudem in die internationale Vergleichsuntersuchung „EUROSTUDENT“ ein. Das „Student Life Cycle Panel (SLC)“ macht typische Studienverläufe und die Etablierung von Absolventinnen und Absolventen auf dem Arbeitsmarkt nachvollziehbar. Aus diesen Daten speist sich auch die deutsche Teilnahme an dem durch die EU-Kommission initiierten „European Graduate Survey“. Darüber hinaus zeichnet die National Academics Panel Study (NACAPS) die Karriereverläufe von Promovierenden und Promovierten inner- und außerhalb des Wissenschaftssystems nach. Die „Wissenschaftsbefragung“ und das „prof*panel“ widmen sich den individuellen Bildungswegen sowie den Arbeits- und Forschungsbedingungen an deutschen Hochschulen. Mit diesen Erhebungen entsteht für die Bildungspolitik, die Bildungsberichterstattung und für die Forschung eine umfassende und repräsentative Datengrundlage.



Präsentation der Ergebnisse der National Academics Panel Study

das gemeinsam von Bund und Ländern geförderte Deutsche Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung (DZHW) Langzeiterhebungen durch (→ **Infobox: Erhebungen zur Wissenschafts- und Hochschulforschung**) und macht die daraus entstehenden Forschungsdaten der Wissenschaftsgemeinschaft zugänglich.

Als Teil des DZHW werden durch das Forschungsdatenzentrum für die Hochschul- und Wissenschaftsforschung (FDZ-DZHW) Forschungsdaten aus den eigenen Panel- und Wiederholungsbefragungen der Wissenschaftscommunity zur Nachnutzung strukturiert und niederschwellig zugänglich gemacht. Es stellt darüber hinaus quantitative und qualitative Daten aus der Hochschul- und Wissenschaftsforschung zur Sekundärnutzung bereit. Das von einem breiten Konsortium von WiHo-Forschungseinrichtungen – unter Federführung des DZHW – getragene Kompetenznetzwerk Bibliometrie trägt zur Infrastruktur der Wissenschafts- und Hochschulforschung mit qualitätsgesicherten Daten zur Durchführung bibliometrischer Analysen bei.

Weitere Informationen im Internet:

- ↗ Wissenschafts- und Hochschulforschung
- ↗ Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung (DZHW)
- ↗ Studierendenbefragung
- ↗ Kompetenznetzwerk Bibliometrie
- ↗ Forschungsdatenzentrum für die Hochschul- und Wissenschaftsforschung am DZHW

↗ Weiterführende Verweise zu diesem und anderen Kapiteln finden Sie unter ***BuFI-Online-Angebot: Linkportal***.



5 Agile Forschungs- und Innovationspolitik

Mit einer missionsorientierten Forschungs- und Innovationspolitik eröffnen sich neue Antworten auf die Herausforderungen und Transformationsbedarfe unserer Zeit. Dazu zählen beschleunigte Innovationszyklen, die zunehmende Inter-, Multi- und Transdisziplinarität der Forschung sowie eine komplexe Akteurslandschaft, in der sich Wissenschaft, Wirtschaft und Zivilgesellschaft einbringen. Politische Denk- und Handlungsweisen, die durch Flexibilität, Offenheit und Agilität geprägt sind, bilden den Rahmen für die aktive Gestaltung notwendiger Transformationsprozesse.



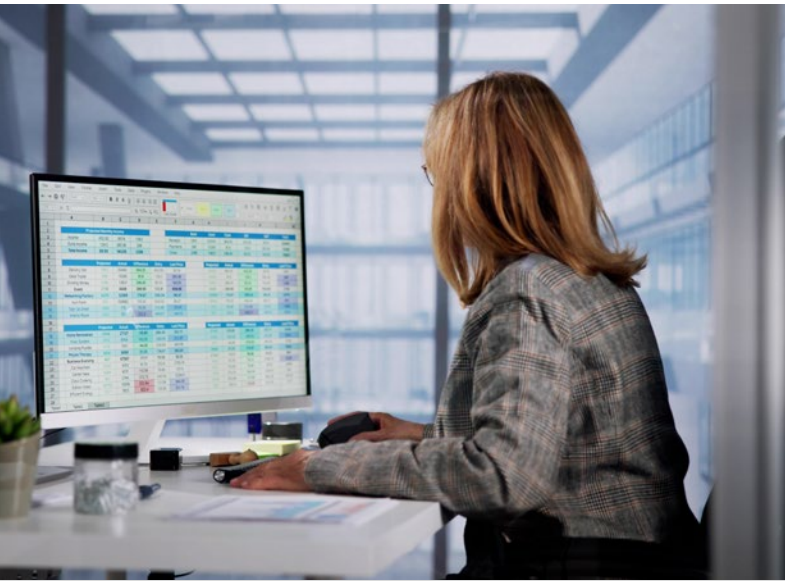
Die Forschungs- und Innovationspolitik (FuI-Politik) selbst muss in den nächsten Jahren noch stärker als bisher zukunftsorientiert aufgestellt werden, um schnell und effektiv auf unvorhergesehene Ereignisse reagieren und sich flexibel an Veränderungen anpassen zu können. Vor diesem Hintergrund stellt die Etablierung einer agilen FuI-Politik ein zentrales Querschnittsthema der *Zukunftsstrategie Forschung* und *Innovation* dar.

Im Zentrum dieser Ausrichtung steht eine politikfeldübergreifend abgestimmte Politikgestaltung, die das Silodenken überwindet und die Zusammenarbeit zwischen Ressorts und Abteilungen fördert. Eine wichtige Prämisse ist dabei ein offenes und modernes Handeln von Regierung und Verwaltung, das im Dialog mit Wissenschaft, Wirtschaft und Zivilgesellschaft entwickelt wird und vorausschauend technologische, gesellschaftliche und soziale Entwicklungen erkennt und mitdenkt.

Die Verwaltungsdigitalisierung, die insbesondere durch das *Onlinezugangsgesetz (OZG)* vorangetrieben wird, unterstützt effizientes und agiles Arbeiten. Sie stärkt die Transparenz und eröffnet Raum für Innovationen und deren Verbreitung in der Verwaltungspraxis. Eine innovative Organisation und eine moderne digitale Arbeits- und Handlungsweise ermöglichen dem Staat, einen wichtigen Beitrag zur digitalen Transformation in Deutschland zu leisten. Auch eine innovationsorientierte Beschaffungspolitik, die digitale Lösungen sowie klima- und nachhaltigkeitspolitische Ziele in den Blick nimmt, setzt starke Anreize für Innovationen.

Zudem treibt die Bundesregierung die weitergehende Öffnung und Flexibilisierung des Systems der FuI-Förderung und die Anwendung moderner und agiler Methoden für deren Gestaltung voran. Durch die Schaffung rechtlicher Rahmenbedingungen für Reallabore und Experimentierklauseln sollen größere Freiräume und Flexibilität bei der Erprobung zukunftsweisender Innovationen unter realen Bedingungen ermöglicht werden.

5.1 Moderner Staat



Um als zuverlässiger Partner für Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft handeln zu können, muss die öffentliche Verwaltung in der Lage sein, komplexen Anforderungen gerecht zu werden und auf Veränderungen flexibel reagieren zu können. Neue Ansätze sollen dabei die Perspektive von Bürgerinnen und Bürgern, Forscherinnen und Forschern sowie von wirtschaftlichen Akteurinnen und Akteuren einbeziehen und einen Beitrag dazu leisten, die Strukturen und Arbeitsprozesse der FuI-Förderung bedarfsorientiert weiterzuentwickeln.

Agile und missionsorientierte Forschungs- und Innovationspolitik

Mit der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* hat die Bundesregierung eine Dachstrategie für die FuI-Politik vorgelegt, die die großen globalen Herausforderungen adressiert, wichtige Weichenstellungen vornimmt und zur Gestaltung notwendiger Transformationsprozesse beiträgt. Dazu wurden sechs Missionen mit konkreten und im Ressortkreis koordinierten Zielen definiert. Zur Umsetzung der *Zukunftsstrategie* bündelt die Bundesregierung ressortübergreifend Anstrengungen und Ressourcen und erprobt neue Formen der interministeriellen Zusammenarbeit. Zum Erfolg der *Zukunftsstrategie* tragen zudem eine agile Gestaltung der Umsetzungsprozesse in den Missionen, eine kontinuierliche Fachbegleitung sowie die aktive Beteiligung vielfältiger Stakeholder und adäquate Kommunikation bei.

Sechs Missionsteams agieren als agile, ressortübergreifende und themenspezifische Koordinierungseinheiten zur kohärenten Ausgestaltung der Einzelmissionen und deren fachlicher Umsetzung. Diese werden durch das *Forum #Zukunftsstrategie* begleitet und beraten. Das im Jahr 2023 von der Bundesministerin für Bildung und Forschung berufene Gremium setzt sich aus Vertreterinnen und Vertretern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Zivilgesellschaft zusammen und gibt wichtige Impulse und Empfehlungen zur Umsetzung und Weiterentwicklung der Missionen sowie zu forschungs- und innovationspolitischen Rahmenbedingungen im Allgemeinen.

Die Fortschritte bei der Umsetzung der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* sind Gegenstand eines ressortübergreifenden Monitorings. Um flexibel auf Veränderungen reagieren zu können, werden die Umsetzung messbar nachverfolgt, Erfahrungen eingebracht und Ziele – im Sinne einer lernenden Strategie – bei Bedarf angepasst. Zudem wurden 17 übergreifende FuI-Indikatoren festgelegt, um (positive) Entwicklungen bei der Weiterentwicklung von FuI in Deutschland zielgerichtet nachvollziehen zu können.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Zukunftsstrategie Forschung und Innovation

Open Government Deutschland

Die Bundesregierung treibt die Öffnung, Digitalisierung und Beteiligung im Regierungs- und Verwaltungshandeln weiter voran. Um in diesem Sinne ein wichtiges Signal zu setzen und den internationalen Erfahrungsaustausch und die Vernetzung zu stärken, ist Deutschland seit 2016 mit „Open Government Deutschland“ Mitglied der „Open Government Partnership“ (OGP) – einer internationalen Initiative, deren Teilnehmerstaaten sich für die Förderung von offenem Regierungs- und Verwaltungshandeln einsetzen. Durch die Umsetzung *Nationaler Aktionspläne (NAP)* werden vielfältige Vorhaben zu Transparenz, Bürgerbeteiligung sowie der Nutzung neuer Technologien zur besseren Regierungsarbeit gefördert und regelmäßig evaluiert. Im April 2023 startete der inzwischen vierte *NAP*, für den mehrere Ressorts Skizzen für potenzielle Vorhaben zusammengestellt haben.

Beispiele für Vorhaben mit Bildungs-, Forschungs- und Innovationsbezug im Rahmen von Open Government Deutschland sind das Nationale Monitoringzentrum zur Biodiversität (**IV 2.3 Biodiversitätsforschung**) und der Konsultationsprozess zum *Nationalen Aktionsplan Bildung für nachhaltige Entwicklung (NAP BNE)* (**III 4.1 Zukunftskompetenzen**). Weitere Vorhaben sind im Bereich Open Data und Open Source im Verwaltungsumfeld angesiedelt.

Um auch auf der kommunalen Ebene Verwaltungshandeln und Kommunalpolitik bewusst und systematisch zu öffnen sowie neue Ansätze zur Stärkung von Transparenz, Beteiligung oder Co-Kreation zu erproben, förderte das BMI bis Ende 2022 mehrere „Regionale Open Government Labore“ im Rahmen des Programms Region gestalten bzw. als Teil des zweiten *NAP* im Rahmen der OGP.

Weitere Informationen im Internet:

- Open Government Deutschland
- Regionale Open Government Labore
- Open Government Partnership (engl.)

Denkfabrik Digitale Arbeitsgesellschaft

Mit der Denkfabrik Digitale Arbeitsgesellschaft hat das BMAS eine Abteilung eingerichtet, die mit modernen Arbeitsmethoden hierarchie- und strukturübergreifend Veränderungen in der Arbeitswelt analysiert und sowohl gesetzgeberisch als auch untergesetzlich aktiv mitgestaltet. Ziel ist es, arbeits-, sozial- und gesellschaftspolitische Handlungsfelder, die durch die Digitalisierung und andere Transformationsprozesse entstehen, frühzeitig zu identifizieren, interdisziplinär zu analysieren und konkrete politische Gestaltungsansätze für die Arbeitsgesellschaft der Zukunft zu entwickeln. Aktuelle Schwerpunkte umfassen den Schutz personenbezogener Daten von Beschäftigten, mögliche Entwicklungspfade der Arbeitsgesellschaft bis zum Jahr 2040, die Vermittlung von Arbeits- und Dienstleistungen über digitale Plattformen sowie die gemeinwohlorientierte und menschenzentrierte Gestaltung und Regulierung Künstlicher Intelligenz (KI). Mit der ressortübergreifenden Initiative *Civic Coding – Innovationsnetz KI für das Gemeinwohl* und der *„Civic Innovation Platform (CIP)“* unterstützt das BMAS Projekte bei der Entwicklung innovativer KI-Anwendungen, die konkrete Lösungen für bestehende Herausforderungen des gesellschaftlichen Zusammenlebens und der Arbeitswelt entwickeln.

Weitere Informationen im Internet:

- Denkfabrik Digitale Arbeitsgesellschaft
- Civic Coding – Innovationsnetz KI für das Gemeinwohl
- Civic Innovation Platform
- Förderrichtlinie der Civic Innovation Platform

5.2 Digitaler Staat und Verwaltung

In einer zunehmend digitalisierten Welt ist es unerlässlich, dass auch die Verwaltung ihre Prozesse und Dienstleistungen an die Bedürfnisse der Bürgerinnen und Bürger sowie weiterer Nutzerinnen und Nutzer, etwa aus der Wirtschaft, anpasst. Verwaltungsdigitalisierung unterstützt effizientes und agiles Arbeiten, stärkt Transparenz und eröffnet Raum für Innovationen und deren Verbreitung in der Verwaltungspraxis. Mit dem 2017 in Kraft getretenen *Onlinezugangsgesetz (OZG)* fiel der Startschuss für die Digitalisierung der Verwaltung bei Bund, Ländern und Kommunen. Verwaltungsdienstleistungen sollen digital und dabei einfach, nutzerfreundlich und effizient angeboten werden und einen Innovations- und Transformationsprozess in der Verwaltungsorganisation, den Verwaltungsverfahren und im Verwaltungshandeln anstoßen.

Onlinezugangsgesetz (OZG)

Im Mai 2023 hat die Bundesregierung den Entwurf des *OZG-Änderungsgesetzes (OZG 2.0)* sowie weitere Eckpunkte für eine moderne und zukunftsgerichtete Verwaltung beschlossen. Neben der Weiterentwicklung eines breiten Online-Angebotes an Verwaltungsdienstleistungen stehen die Schaffung von Nutzerkonten und digitalen Identitäten, die Entwicklung und Fortentwicklung verbindlicher Standards, Schnittstellen und Basisdienste, die digitale Verzahnung des *OZG* mit der Registermodernisierung sowie begleitende Maßnahmen zur Umsetzung im Mittelpunkt. Die Digitalisierung der *OZG*-Leistungen wird im Rahmen der *Digitalisierungsprogramme Bund* sowie *Föderal* vorangetrieben. Im Sinne der Nutzerzentrierung kommen dabei auch agile und kooperative Entwicklungsmethoden zum Einsatz (→ **Infobox: Digitalisierungslabore**).

Weitere Informationen im Internet:

- Onlinezugangsgesetz
- Dashboard Digitale Verwaltung
- OZG Digitalisierungslabore
- Digitalisierungsprogramm Bund

Digitalisierungslabore

Nutzerzentrierung ist entscheidend, um digitale Lösungen auf die Bedarfe und Anforderungen der Nutzerinnen und Nutzer zuzuschneiden. Daher müssen diese in den Mittelpunkt gestellt werden und im Entwicklungsprozess von Anfang an mitgedacht werden – dies gilt insbesondere für die Digitalisierung von Verwaltungsdienstleistungen. Im Rahmen von 30 Digitalisierungslaboren erarbeiten Beschäftigte aller Verwaltungsebenen in interaktiven Teams gemeinsam mit Nutzerinnen und Nutzern sowie User-Experience-Designerinnen und -Designern maßgeschneiderte digitale Lösungen für priorisierte *OZG*-Leistungen. Die Digitalisierungslabore nutzen dafür moderne und agile Methoden, wie Design Thinking sowie Rapid Prototyping (die schnelle Entwicklung und das Testen von Prototypen), um digitale Lösungen kooperativ und ergebnisoffen zu entwickeln.



Unter anderem im Rahmen eines Digitalisierungslabors wurde 2022 das digitale Hilfe-Portal „Germany4Ukraine“ entwickelt.

Umsetzung der Verwaltungsdigitalisierung

Damit Bund, Länder und Kommunen koordiniert arbeiten können, wurde vom IT-Planungsrat die Föderale IT-Kooperation (FITKO) etabliert. Als agile Organisation bündelt die FITKO Kompetenzen und Ressourcen, um die Digitalisierungsvorhaben in der öffentlichen Verwaltung gezielt voranzutreiben. Dazu gehören die Bereitstellung von Architekturvorgaben und Standards, die Beratung bei strategischen und rechtlichen Fragestellungen sowie die Verbreitung zentraler Produkte, z. B. werden im FIT-Store für Verwaltungseinheiten entwickelte, betriebsbereite digitalisierte Verwaltungsleistungen anderen Kommunen etc. zur Nach- bzw. Mitnutzung bereitgestellt.

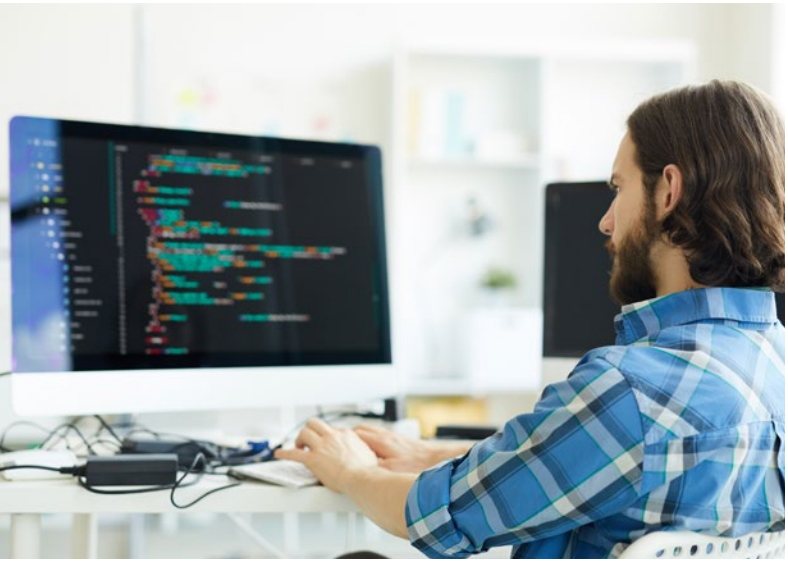
Um die Herausforderungen auf der Bundesebene ressortübergreifend anzugehen, kommt dem Beauftragten für die IT-Steuerung des Bundes, dem sogenannten CIO Bund (engl. Chief Information Officer; CIO), beim federführenden BMI sowie der dazugehörigen Gremienstruktur eine koordinierende Rolle zu. Ziel ist es, klare Verantwortlichkeiten zu schaffen, Kompetenzen zu bündeln bzw. neu zu ordnen sowie Prozesse zu verschlanken, um damit die Umsetzung von Entscheidungen zu beschleunigen. Mit der Anfang 2023 vorgelegten *IT-Strategie Bund* wurden ressortübergreifend Leitbild und Ziele für die Gestaltung der IT der Bundesverwaltung definiert sowie zehn aktuelle Handlungsfelder festgelegt, die diese Ziele prioritär adressieren. Dazu zählen u. a. digitale Souveränität, Resilienz und Sicherheit, digitale Infrastrukturen, Cloud Computing, Datennutzung und Informationsfreiheit sowie technologischer Wandel und digitale Kompetenzen (→ **IV 4 Digitale und technologische Souveränität**). Zu den darin verankerten Projekten zählt z. B. Open CoDE (→ **Infobox: Open CoDE**).

Digitale Kompetenzen sowie moderne Arbeitsweisen sind notwendig, um die Bundesbehörden bei der komplexen Herausforderung der Verwaltungsdigitalisierung zu unterstützen. Die Digitalakademie der Bundesakademie für öffentliche Verwaltung (BAköV) bietet ein umfangreiches Angebot an Lernformaten zur Fort- und Weiterbildung. Sie konzentriert sich dabei nicht allein auf die Vermittlung von technischem Wissen, sondern legt einen Fokus auch auf die Kompetenzvermittlung im Bereich der neuen Arbeitsweisen.

Open CoDE

Im Juni 2022 offiziell gestartet, bietet Open CoDE einen Ort für den Austausch von Open-Source-Software in der öffentlichen Verwaltung. Initiiert durch das BMI sowie die Länder Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen, ist das Projekt Teil der Umsetzung der Deutschen Verwaltungscloud. Ziel ist es, Einstiegshürden zu reduzieren, Kooperationen zu fördern und die gemeinsame Arbeit an Software-Lösungen zu ermöglichen. Mit definierten klaren Regeln für die Nutzung stellt Open CoDE die dazu notwendige Rechtssicherheit her. Open CoDE umfasst ein Verzeichnis von Softwareprojekten, eine GitLab-Instanz, Bewertungsmechanismen zu IT-Security und ein Diskussionsforum. Es bietet Trägern der öffentlichen Hand sowie möglichen weiteren Akteuren wie Auftragnehmern aus der Wirtschaft die Möglichkeit, Open-Source-Projekte auf der Plattform zu veröffentlichen. Die Besonderheit: Auch Einzelpersonen können sich registrieren und zur Verbesserung der Software beitragen. Open CoDE ist unter https://opencode.de erreichbar.

Mit dem Programm *Unterstützung bei der Projektorganisation (UPO)* werden Bundesbehörden bei der Umsetzung der *OZG*-Anforderungen begleitet. Auf dem Weg vom analogen Prozess zum digitalen Fachverfahren bringen *UPO*-Berater insbesondere IT- und Projektmanagementwissen ein. Die Ende 2022 durch das BMI gestartete Initiative *GovLabDE* bietet als Zusammenarbeitsplattform der Bundesregierung vor allem ressortübergreifenden Vorhaben Unterstützung in Form von Personal, digitaler Infrastruktur und Räumlichkeiten sowie Methoden- und Fachexpertise. Im Vordergrund stehen dabei kollaborative Arbeitsweisen, agile Arbeitsmethoden und organisationsübergreifende Wissensnetzwerke. Die Digital Service GmbH unterstützt mit den Fellowship-Programmen *Tech4Germany* und *Work4Germany* den digitalen Wandel in der Verwaltung. In deren Rahmen arbeiten Nachwuchstalente für drei bzw. sechs Monate als Fellows an konkreten Digitalisierungsprojekten der Bundesministerien und -behörden. Nach einem Jahr der Weiterentwicklung nimmt *Tech4Germany* 2024 das Programm in neuer Form wieder auf.



Governance Technology – oder GovTech – beschreibt in erster Linie Technologien und Unternehmen, die zur Digitalisierung von Dienstleistungen und Prozessen im öffentlichen Sektor beitragen. An den Standorten Frankfurt/Main und Hamburg wird der *GovTech Campus Deutschland e. V.* als Innovationsplattform für Staat und Verwaltung aufgebaut, in Berlin hat der Campus den Betrieb bereits aufgenommen. Ziel des Vereins ist es, die Zusammenarbeit von Verwaltung, Wissenschaft und wirtschaftlicher wie zivilgesellschaftlicher Technologie-Szene zu befördern. GovTech-Lösungen sollen entwickelt, erprobt und in der Verwaltung zur Anwendung gebracht werden.

Zukunftsstrategie Forschung und Innovation – Indikator 16: Bewilligungsprozesse von Forschungs- und Entwicklungsvorhaben

Mit der *Zukunftsstrategie Forschung* und *Innovation* will die Bundesregierung die Forschungsförderung weiter flexibilisieren, konsequent digitalisieren und ihre Instrumente weiter differenzieren. Rechtsvorgaben für die Projektförderung sollen – wo nötig und sinnvoll – vereinfacht und so ausgestaltet werden, dass Fördervorhaben schneller und unkomplizierter auf den Weg gebracht werden können.

Die zunehmende Digitalisierung der Verwaltung braucht sichere und leistungsstarke Kommunikations- und Informationssysteme. Im Sinne der *Netzstrategie 2030 für die öffentliche Verwaltung* werden die IT-Infrastrukturen daher zu einem Informationsverbund der öffentlichen Verwaltung (IVÖV) für Bund, Länder und Kommunen weiterentwickelt. Zudem werden die Verwaltungsportale von Bund, Ländern und Kommunen unter Berücksichtigung der föderalen Strukturen zu einem Portalverbund verknüpft. Das Kompetenzzentrum Öffentliche IT (ÖFIT) des BMI fördert interdisziplinär und anwendungsorientiert die Weiterentwicklung der öffentlichen IT.

Weitere Informationen im Internet:

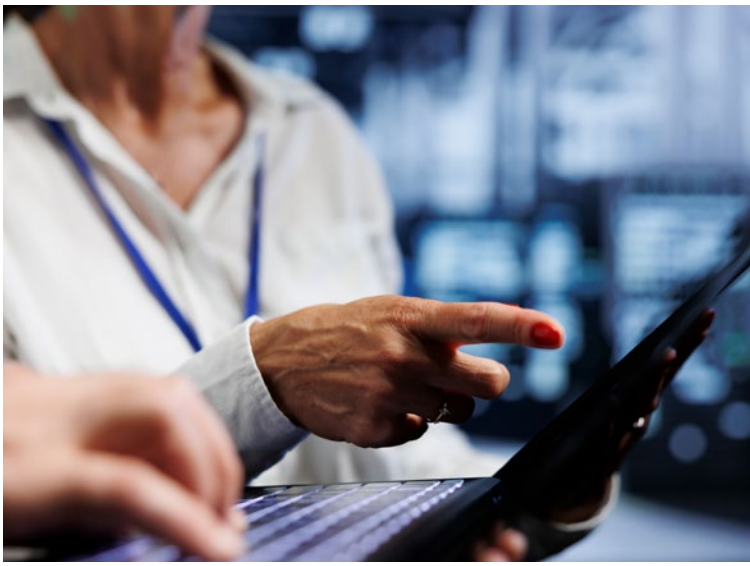
- IT-Planungsrat
- Föderale IT-Kooperation (FITKO)
- FIT-Store
- Der Beauftragte der Bundesregierung für Informationstechnik CIO Bund
- IT-Strategie Bund
- Open CoDE
- Digitalakademie des Bundes
- GovLabDE – Zusammenarbeitsplattform der Bundesregierung
- Digital Service GmbH
- GovTech Campus
- Netzstrategie 2030 für die öffentliche Verwaltung
- Kompetenzzentrum Öffentliche IT

5.3 Innovationsorientierte öffentliche Beschaffung

Öffentliche Einrichtungen geben beträchtliche Finanzmittel für den Einkauf von Gütern und Dienstleistungen sowie die Vergabe von Aufträgen aus. Der Staat ist damit ein bedeutender Marktakteur, der strategische Einkäufe zur Förderung von Innovationen nutzen kann. Durch die gezielte Beschaffung von innovativen Produkten, Technologien und Dienstleistungen kann die Nachfrage nach Innovationen stimuliert werden und können somit Anreize für die Entwicklung von Innovationen geschaffen werden. Mögliche Beispiele für innovationsorientierte Beschaffung sind z. B. der Einkauf von E-Bussen für den öffentlichen Nahverkehr, die Einführung von Telemedizin-Konzepten im Gesundheitswesen oder die Einrichtung von KI-gestützten digitalen Verwaltungsdienstleistungen für Bürgerinnen und Bürger.

Innovationen nicht nur durch finanzielle Anreize zu fördern, sondern auch über flexible und strategisch gesetzte Rahmenbedingungen im öffentlichen Beschaffungswesen, bietet viel – bislang noch nicht vollständig genutztes – Potenzial. Dementsprechend soll die strategische Ausrichtung der öffentlichen Beschaffung als wirksames Politikinstrument zur Erreichung von innovationspolitischen Zielen verstärkt ausgebaut werden. Neben der Innovationsorientierung können darüber hinaus Umwelt- und Klimaaspekte als relevante Kriterien bei Beschaffungsentscheidungen berücksichtigt werden.

Das BMWK hat die Einrichtung des Kompetenzzentrums innovative Beschaffung (KOINNO) initiiert, um die Innovationsorientierung der öffentlichen Beschaffung zu stärken und den Anteil innovativer Beschaffungen am Gesamtvolumen des öffentlichen Einkaufs zu erhöhen. KOINNO bietet Beratung und Weiterbildungen an, richtet Veranstaltungen aus und stellt Informationsmaterial bereit. Auf diese Weise soll Wissen über Vergaberecht und moderne Vergabeverfahren vermittelt werden. Zudem sollen Beschaffungsstellen befähigt werden, erforderliche organisatorische Umstrukturierungen vorzunehmen bzw. etablierte Verfahren auf die Beschaffung neuer Produkte, Dienstleistungen und Systemlösungen auszurichten. Ein Beispiel für die Vergabe öffentlicher Aufträge für Forschungs- und Entwicklungs-Dienstleistungen ist die sogenannte vorkommerzielle Auftragsvergabe (engl. Pre-Commercial Procurement; PCP). Dabei sind die Ergebnisse nicht ausschließlich Eigentum des öffentlichen Auftraggebers. Voraussetzung ist, dass die FuE-Leistung nicht vollständig durch den öffentlichen Auftraggeber finanziert wird und dass die Aufträge keine unzulässige staatliche Beihilfe darstellen (**Infobox: Innovative Vergabe DATEN:RAUM:FREIBURG**).



Darüber hinaus hat das BMWK für öffentliche Auftraggeber und innovative Anbieter die Informationsplattform KOINNOvationsplatz geschaffen, die beide Seiten zusammenbringt, um in den Austausch zu gehen und voneinander zu lernen. Sie bietet einerseits Unternehmen die Gelegenheit, ihre innovativen Lösungen auf einem „Marktplatz der Innovationen“ zu präsentieren; andererseits können öffentliche Auftraggeber ihre Bedarfe im Rahmen von „Challenges“ sichtbar machen und das Spektrum potenzieller innovativer Lösungen schon vor der Auftragsvergabe erkunden. Öffentliche Auftraggeber können die auf der Plattform aktiven Unternehmen zu einer Angebotsabgabe bei laufenden oder geplanten Ausschreibungen auffordern. Die Einrichtung des KOINNO-

Innovative Vergabe DATEN:RAUM:FREIBURG

Im Rahmen des Smart-City-Modellprojektes DATEN:RAUM:FREIBURG hat die Stadt Freiburg die Prototypenentwicklung eines städtischen Datenraums ausgeschrieben, innerhalb dessen Daten aus verschiedenen Quellen in einer Infrastruktur bereitgestellt und analysiert werden. Darauf aufbauend werden neue Anwendungen ermöglicht, die die Aufgabe einer integrierten Stadtentwicklung unterstützen. Da die Anforderungen an Technologien und die Software-Architektur seitens der Stadt Freiburg zu Beginn des Vorhabens nicht präzise definiert werden konnten, wurde statt einer klassischen Ausschreibung das Verfahren der vorkommerziellen Auftragsvergabe gewählt. Hierin liefern die beteiligten Unternehmen jeweils Teilergebnisse, die noch keine marktgängigen Lösungen sein müssen. Nach jedem Zwischenschritt hat die Stadt die Möglichkeit – nach Beurteilung der Teilergebnisse – die Beauftragung nachzusteuern oder ggf. zu stoppen. Dieses Vorgehen ist für digitale Projekte geeigneter, da sich Anforderungen dynamisch ändern und somit ein flexibles Agieren erfordern. Im August 2023 präsentierte der DATEN:RAUM:FREIBURG in einem Pop-up-Store seine ersten Anwendungen.

vationsplatzes hilft zudem, die Zusammenarbeit mit Start-ups und KMU zu stärken und sie bei der öffentlichen Auftragsvergabe stärker zu berücksichtigen. Dies steht im Einklang mit dem in der Start-up-Strategie der Bundesregierung formulierten Ziel, die innovativen Angebote von Start-ups für öffentliche Aufträge stärker zu nutzen und sie zugleich mit der Vergabe von Aufträgen zu fördern.

Die Kompetenzstelle für nachhaltige Beschaffung beim Beschaffungsamt des BMI (KNB) unterstützt öffentliche Auftraggeber bei der Berücksichtigung von Kriterien der Nachhaltigkeit bei Beschaffungsvorhaben durch Informationsangebote und bei der konkreten Ideenentwicklung. Schwerpunkte sind z. B. die öffentliche Verpflegung sowie nachhaltige und energieeffiziente Informations- und Kommunikationstechnik.

Mit der Einrichtung eines Bekanntmachungsservice im Datenservice Öffentlicher Einkauf soll die öffentliche Auftragsvergabe selbst digitalisiert und der Datenstandard von Auftrags- und Vergabebekanntmachungen vereinheitlicht werden. Im Sinne des Open-Data-Ansatzes werden so individualisierbare Recherchen durch Unternehmen oder Bürgerinnen und Bürger ermöglicht.

Weitere Informationen im Internet:

- Kompetenzzentrum innovative Beschaffung (KOINNO)
- KOINNOvationsplatz
- Kompetenzstelle für nachhaltige Beschaffung
- Datenservice Öffentlicher Einkauf
- DATEN:RAUM:FREIBURG

5.4 Reallabore und Experimentierklauseln



Die Entwicklung neuer Technologien, Produkte, Dienstleistungen oder Ansätze ist eine wichtige Grundlage für die notwendigen Transformationsprozesse – wie beispielsweise im Bereich der Kreislaufwirtschaft, Mobilität und Logistik, des autonomen Fahrens auf der Straße, der Schiene, in der Luft oder zu Wasser, der Künstlichen Intelligenz (KI) sowie zum Umbau der Energiesysteme, bei der Quartiers- und Stadtentwicklung oder im Bereich Sozialer Innovationen. Diese sind zum Teil nur bedingt mit dem bestehenden Rechts- und Regulierungsrahmen vereinbar. Teilweise muss dieser zusammen mit der Innovation überhaupt erst entwickelt werden. Reallabore dienen als Testumgebungen und bieten die Möglichkeit, unter realen Bedingungen Innovationen zu entwickeln und zeitlich begrenzt zu erproben. Sie erlauben dem Gesetzgeber, schon im frühen Stadium Erkenntnisse über die Wirkungen der Innovationen zu gewinnen, um so den Rechtsrahmen evidenzbasiert weiterzuentwickeln. Gleichzeitig tragen sie dazu bei, Innovationsanreize zu setzen und Innovationshemmnisse abzubauen. Indem sie Raum für Partizipation schaffen, stärken Reallabore die gesellschaftliche Akzeptanz für Innovationen.

Zukunftsstrategie Forschung und Innovation – Indikator 17: Rahmenbedingungen für Reallabore/Beitrag der Erprobung von Innovationen unter realen Bedingungen zum digitalen und nachhaltigen Wandel

Im Einklang mit der *Reallabore-Strategie* des BMWK ist auch in der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* das Ziel verankert, rechtliche Rahmenbedingungen für Reallabore zu schaffen. Der rechtliche Rahmen für Reallabore soll einheitlich und innovationsfreundlich gestaltet werden, um neue Freiräume zur Erprobung von Innovationen zu ermöglichen. Indem zukunftsweisende Innovationen unter realen Bedingungen erprobt werden, soll ihr Weg in die Anwendung beschleunigt werden. Dies gilt insbesondere für Innovationen, die zur Twin Transition, also dem digitalen und nachhaltigen Wandel, beitragen.

Um regulatorisches Lernen zu ermöglichen, erfordern Reallabore jedoch rechtliche Instrumente, wie Experimentierklauseln, die befristete und kontrollierte Abweichungen von allgemeinen rechtlichen Vorgaben ermöglichen. Die Bundesregierung verfolgt das Ziel, die Nutzung von Reallaboren als wirtschafts- und innovationspolitisches Instrument zu stärken. Im Rahmen der *Reallabore-Strategie* des BMWK wurden in der Vergangenheit u. a. eine Formulierungshilfe für Experimentierklauseln, ein Handbuch für Reallabore und weitere Praxishilfen entwickelt. Mit dem *Innovationspreis Reallabore* werden innovative Ideen gewürdigt und mit dem ca. 1.000 Mitglieder umfassenden Netzwerk Reallabore des BMWK wird der Erfahrungsaustausch zwischen Wirtschaft, Wissenschaft, Verwaltung und Zivilgesellschaft verbessert. Außerdem wurden und werden bereits neue rechtliche Möglichkeiten für Reallabore geschaffen, beispielsweise im Bereich des autonomen Fahrens auf nationaler oder mit KI-Reallaboren auf europäischer Ebene.

Derzeit erarbeitet die Bundesregierung im Rahmen einer interministeriellen Arbeitsgruppe unter Federführung des BMWK ein *Reallabore-Gesetz* und begleitende Maßnahmen, um einheitliche und innovationsfreundliche Rahmenbedingungen für Reallabore zu schaffen und neue Freiräume zur Erprobung von Innovationen zu ermöglichen. Mit dem *Reallabore-Gesetz* sollen übergreifende Standards für Reallabore verankert sowie im Rahmen eines Artikelgesetzes relevante Fachgesetze um neue oder überarbeitete Experimentierklauseln ergänzt werden, um neue Reallabore in wichtigen Innovationsbereichen zu ermöglichen. Zudem soll mit der systematischen Berücksichtigung von Experimentierklauseln im Gesetzgebungsprozess sichergestellt werden, dass Erprobungsmöglichkeiten für Innovationen auch künftig bei der Formulierung von Gesetzen mitgedacht werden. Ein One-Stop-Shop für Reallabore wird geschaffen, der als zentrale Stelle für Beratung, Information und Netzwerk für Wirtschaft, Wissenschaft und Verwaltung dient und den Wissenstransfer in die Gesetzgebung unterstützt. Zu diesen Maßnahmen hat die Bundesregierung ein Grünbuch Reallabore erarbeitet und von Juli bis September 2023 zur Konsultation gestellt und Vorschläge gesammelt. Auf Basis der Ergebnisse werden die entsprechenden Maßnahmen derzeit weiterentwickelt und auf den Weg gebracht.

Weitere Informationen im Internet:

- Reallabore – Testräume für Innovation und Regulierung
- Grünbuch Reallabore
- Arbeitshilfe zur Formulierung von Experimentierklauseln
- Innovationspreis Reallabore
- Handbuch Reallabore
- Reallabore-Strategie

5.5 Strategische Vorausschau



Eine zukunftsorientierte FuI-Politik, die die Transformation für eine Welt von morgen in den Blick nimmt, benötigt Orientierungswissen über zukünftige technologische und gesellschaftliche Trends und Wertvorstellungen zur Abschätzung möglicher Entwicklungspfade sowie zu potenziellen Risiken und Chancen. Um frühzeitig auf zukünftige Entwicklungen vorbereitet zu sein und diese aktiv zu gestalten, setzt die Bundesregierung auf Strategische Vorausschau durch die systematische Analyse potenzieller Szenarien. Mit *Foresight* und *INSIGHT*, den zentralen Instrumenten des BMBF zur Strategischen Vorausschau und Innovationsfolgenabschätzung, werden systematisch potenzielle Entwicklungen der nächsten 5 bis 15 Jahre betrachtet, mögliche Zukunftspfade exploriert und neue Themen identifiziert.

In Rahmen des *Foresight*-Prozesses des BMBF werden langfristige technologische Trends und gesellschaftliche Veränderungen untersucht und beschrieben. In einer ersten Phase des aktuellen *Foresight*-Prozesses identifizierten das Zukunftsbüro des BMBF sowie der Zukunftskreis – ein Gremium aus 17 Expertinnen und Experten unterschiedlicher Disziplinen – Trends und Themen mit einem langen Zeithorizont, die für Zukunftsszenarien von Bedeutung sein können. Vertiefende Studien beleuchten Themen wie Wertvorstellungen und Wertewandel in Deutschland, die zunehmende Entgrenzung von Technologie und Biologie sowie Vertrauen in einer digitalisierten Welt. Seit 2022 wurde eine Neuausrichtung des *Foresight*-Prozesses vorgenommen mit einem Fokus auf das Monitoring und die Identifikation von zukunftsweisenden Schlüsseltechnologien.

Gemeinsam mit *Foresight* bildet *INSIGHT – interdisziplinäre Perspektiven des gesellschaftlichen und technologischen Wandels* die Strategische Vorausschau des BMBF. Das Ziel von *INSIGHT* ist es, die Chancen und Herausforderungen neuer gesellschaftlicher und technologischer Entwicklungen über einen Zeithorizont von etwa fünf Jahren zu analysieren und zu bewerten. Um Forschungsergebnisse zu liefern, die unterstützend für die Politikgestaltung genutzt werden können, werden mit *INSIGHT* insbesondere multiperspektivische und wissenschaftlich interdisziplinäre Forschungsprojekte gefördert. In der aktuellen Förderperiode (2021–2024) werden Projekte aus den Themenfeldern digitale Bildung, Wasserstoff, Soziale Innovationen sowie aus einem themenoffenen Feld gefördert.

INSIGHT Forum

Das *INSIGHT* Forum stellt die zentrale Austauschplattform zwischen der Wissenschaft und Politik zu Fragen der Folgenabschätzung dar. Beim ersten *INSIGHT* Forum im Dezember 2022 wurden geförderte Forschungsprojekte vorgestellt und Ergebnisse mit Vertreterinnen und Vertretern aus der Politik, den Mitgliedern des *INSIGHT*-Beratungskreises sowie mit der weiteren Community der Innovationsfolgenabschätzung diskutiert. Im Vordergrund standen u. a. Fragen der Wirkungsmessung Sozialer Innovationen, Chancen und Herausforderungen digitaler Bildung sowie mögliche Rahmenbedingungen und Folgewirkungen einer Wasserstoffwirtschaft.



Eine Präsentation beim INSIGHT Forum 2022

Darüber hinaus betreiben auch andere Ressorts eigene Strategische Vorausschauprozesse – sowohl breit gefächert in die Zukunft schauend, wie z. B. BMAS und BMUV mit dem Horizon Scanning, als auch spezifischer wie u. a. Szenarienentwicklung und Tiefenanalysen zur Zukunft der digitalen Arbeitsgesellschaft (BMAS), Krisenfrüherkennung (AA) oder zum Klimascan (BMWK). Auch im Rat für technologische Souveränität des BMBF können Instrumente der Strategischen Vorausschau genutzt werden und dazu beitragen, künftige Schlüsseltechnologien frühzeitig zu identifizieren und das Handeln der Bundesregierung auf die effiziente und effektive Entwicklung dieser Technologien in Deutschland entsprechend auszurichten.

Das ressortübergreifende Austauschformat im Bereich der Strategischen Vorausschau ist der Ressortkreis Strategische Vorausschau, in dem alle Ressorts vertreten sind. Um das Instrument der Strategischen Vorausschau stärker zu institutionalisieren, baut die Bundesregierung seit 2020 ein Kompetenzzentrum Strategische Vorausschau bei der Bundesakademie für Sicherheitspolitik auf.

Zur Auseinandersetzung mit möglichen Zukunftsszenarien wird darüber hinaus auch auf EU-Ebene Strategische Vorausschau betrieben. Die Kommission gewinnt auf diese Weise nützliche Erkenntnisse, die dann in die strategische Planung, Politikgestaltung und Erstellung von Arbeitsprogrammen einfließen. Um die Expertise der EU-Länder sowie der Kommission zu nutzen, wurde ein EU-Netz für strategische Vorausschau initiiert. Die von den EU-Ländern benannten „Minister für die Zukunft“ treffen mindestens einmal pro Jahr zusammen und werden durch hochrangige Beamte der nationalen Verwaltungen unterstützt. Deutschland wird durch die Staatsministerin für Europa und Klima im Auswärtigen Amt vertreten.

Weitere Informationen im Internet:

- Foresight (BMBF)
- Ergebnisse des Foresight-Prozesses (2019–2023)
- INSIGHT
- UBA Zukunftsthemen
- Strategische Vorausschau (BMAS)
- Denkfabrik Digitale Arbeitsgesellschaft
- Projekt Klimascan
- Kompetenzzentrum Strategische Vorausschau
- Europäische Kommission: Strategische Vorausschau

Weiterführende Verweise zu diesem und anderen Kapiteln finden Sie unter ***BuFI-Online-Angebot: Linkportal***.

Blick in das Innere der Fusionsanlage Wendelstein 7-X
am Max-Planck-Institut für Plasmaphysik

IV Zukunftsfelder der Transformation

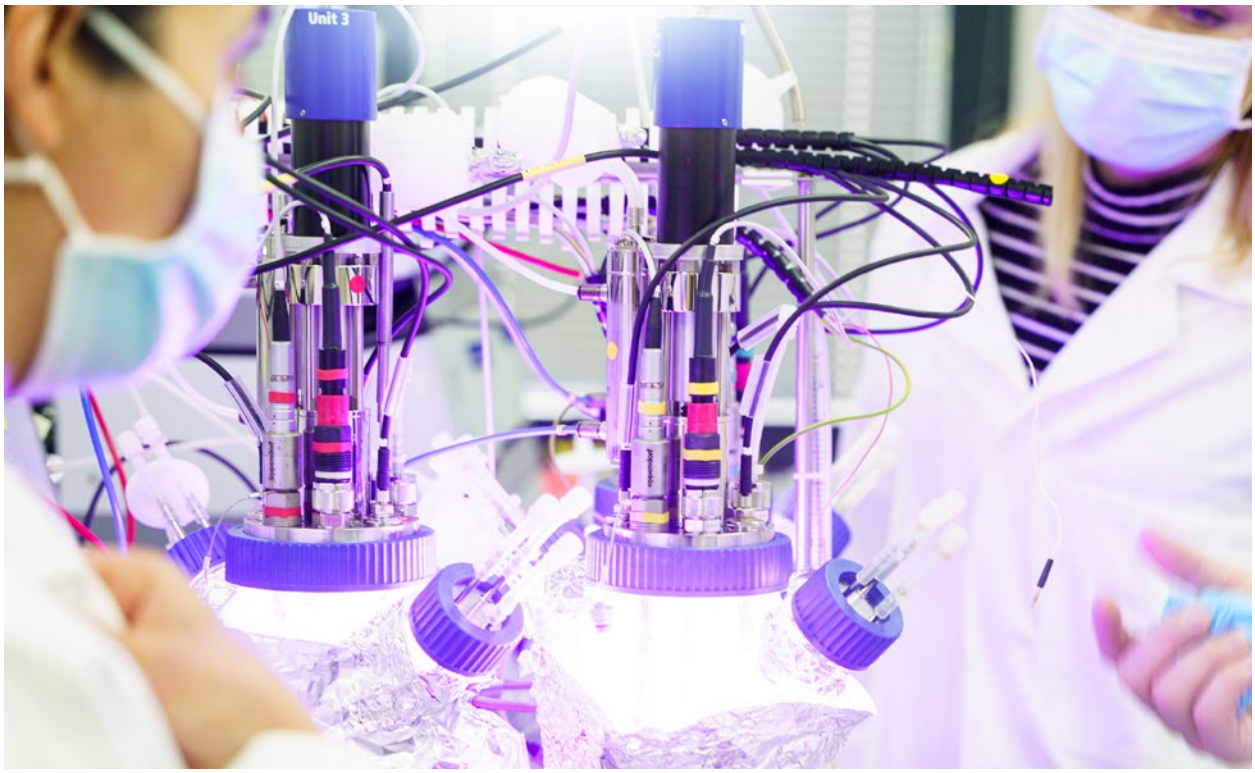
1 Industrie, Energie, Mobilität und Kreislaufwirtschaft 165
2 Klima, Biodiversität und Ernährungssicherheit 210
3 Gesundheit 242
4 Digitale und technologische Souveränität 277
5 Weltraum und Meere 314
6 Gesellschaftliche Resilienz, Vielfalt und Zusammenhalt 333



An der Schalttafel der Testtankstelle auf dem Wasserstoff-Testfeld im Zentrum für BrennstoffzellenTechnik

1 Industrie, Energie, Mobilität und Kreislaufwirtschaft

Die Bundesregierung hat mit ihren klima- und nachhaltigkeitspolitischen Weichenstellungen die Richtung klar vorgegeben: Deutschland soll bis 2045 klimaneutral werden. Ferner gilt es, zukünftig die planetaren Grenzen insgesamt einzuhalten und ein Leben in Würde für alle Menschen weltweit zu ermöglichen. Ob in der Industrie, in der Energie- und Wärmeversorgung, im Verkehrssystem oder in der Stadtentwicklung – Forschung und Innovation legen die Grundlagen für die aktive Gestaltung der Transformationsprozesse. Entscheidend wird sein, zukunftsfähige Technologien und Lösungen schnell in die Praxis zu überführen und für Wirtschaft, Kommunen und Zivilgesellschaft nutzbar zu machen.



Arbeiten mit Synthetischer Biologie an einem Bioreaktor am Max-Planck-Institut für terrestrische Mikrobiologie

Die *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* hat die Ermöglichung einer ressourceneffizienten und auf kreislauffähiges Wirtschaften ausgelegten wettbewerbsfähigen Industrie und nachhaltigen Mobilität als eine ihrer sechs zentralen Missionen definiert. Die Transformation betrifft neben der Industrie und Mobilität auch weitere zentrale Bereiche wie Energieversorgung, Bauen und Wohnen. Sie verändert die Lebens- und Wirtschaftsweise in Deutschland tiefgreifend. Der notwendige Wandel lässt sich, begleitet von Sozialen Innovationen und strukturellen Veränderungen, nur mit Forschung und Innovation (FuI) realisieren. Auf diese Weise werden Fortschritte im Bereich digitaler Technologie und anderer Schlüsseltechnologien in konkrete Lösungen, wirtschaftliche Applikationen und neue Geschäftsmodelle überführt.

Um die Wertschöpfungsprozesse für einen klimaneutralen, nachhaltigen und wettbewerbsfähigen Industriestandort Deutschland zu transformieren, stehen insbesondere die Dekarbonisierung, die Nutzung von Wasserstoff, die Energie-, Material- und Ressourceneffizienz, die Kreislaufwirtschaft und die Nutzung biobasierter Rohstoffe im Vordergrund. Für ein zukunftsfähiges Verkehrssystem setzt die Bundesregierung auf Innovationen im Bereich klimaschonender, umweltverträglicher, barrierefreier und sozial gerechter Mobilitätslösungen, die durch einen hohen Grad an Elektrifizierung, Digitalisierung und Datennutzung, Automatisierung und Vernetzung sowie durch neue Geschäftsmodelle geprägt sind. Diese sollen in Modellregionen und urbanen Reallaboren umgesetzt und so vorangetrieben werden.

Eine treibhausgasneutrale, sichere und bezahlbare Energieerzeugung und -versorgung bildet die Grundlage der Transformation und das notwendige Bindeglied zwischen den Sektoren. Im Mittelpunkt steht die Nutzung erneuerbarer Energien. Benötigt werden auch innovative technische Lösungen, um diese Energien ins Stromnetz zu integrieren, zu übertragen, umzuwandeln und zu speichern. Insbesondere Schnittstellen zwischen Energie- und Wärmeversorgung sowie zur Kopplung von Verkehrs- und Energiesystemen werden dabei verstärkt in den Blick genommen.

1.1 Zukunftsorientierte Wirtschaft und Industrie

Nachhaltigkeit und Resilienz, Klimaneutralität, Energie- und Ressourceneffizienz sowie die Sicherung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit – das sind die Grundlagen einer zukunftsfähigen Wirtschaft und Industrie in Deutschland. Die Entwicklung moderner Technologien und Verfahren sowie die Verankerung sozialer und unternehmerischer Innovationsprozesse spielen eine zentrale Rolle dabei, eine nachhaltige und klimaneutrale Wirtschaftsweise zu verwirklichen. Es gilt, die eingesetzte Energie und Ressourcen sparsam, effizient und möglichst lange zu nutzen und Industrieprozesse zu dekarbonisieren. Zudem müssen Rohstoffe – im Sinne eines zirkulären Denkens – wiederaufbereitet und wiederverwendet werden und, wenn möglich, die Nutzung nichterneuerbarer Rohstoffe durch biobasierte und vermehrt klimaneutrale bioökonomische Alternativen ersetzt werden.

Klimaneutrale Industrie

Die Industrie war 2021 mit 181 Mio. Tonnen CO_2-Äquivalent für knapp ein Viertel (24 %) der Treibhausgasemissionen in Deutschland verantwortlich. Um – gemäß des *Bundes-Klimaschutzgesetzes* – die Emissionen bis 2030 auf 118 Mio. Tonnen zu senken, muss die Dekarbonisierung der Industrie konsequent vorangetrieben werden – auch im Sinne des *Industrieplans* zum Green-Deal der Europäischen Kommission. Dies soll vor allem durch neue Technologien, innovative industrielle Prozesse und Verfahrenskombinationen sowie digitale und vernetzte Wertschöpfungsprozesse und -netzwerke erreicht werden. Neben umfangreicher Investitionsförderung spielen dafür die Förderung von Forschung und Entwicklung (FuE) sowie des Technologietransfers und der modellhaften Umsetzung eine entscheidende Rolle.

Mit dem Ziel, prozessbedingte Treibhausgasemissionen, welche nach heutigem Stand der Technik nicht oder nur schwer vermeidbar sind, möglichst weitgehend und dauerhaft zu reduzieren, fördert das BMWK in Zusammenarbeit mit dem Kompetenzzentrum Klimaschutz in energieintensiven Industrien (KEI) mit dem von 2021 bis 2023 laufenden Programm *Dekarbonisierung in der Industrie* Projekte in der energieintensiven Industrie. Diese umfassen industrielle Forschung und experimentelle Entwicklung, die Erprobung in Versuchs- und Pilotanlagen sowie Investitionen in Anlagen im industriellen Maßstab.

Projekt „Carbon2Chem“

Wie kann in industriellen Produktionsprozessen entstehendes CO_2 abgeschieden, gespeichert und als Vorprodukt in der Industrie genutzt werden? Dieser Frage geht das BMBF-geförderte Projekt „Carbon2Chem“ nach. Durch die branchenübergreifende Zusammenarbeit von Stahl-, Chemie- und Energieindustrie – bedeutende CO_2-Emittenten – werden im Rahmen des bis 2024 laufenden Großprojekts bei der Stahlerzeugung anfallende Hüttengase mit Hilfe von Wasserstoff in wirtschaftlich verwertbare Vorprodukte für die chemische Industrie umgewandelt.

Beteiligt sind neben mehreren deutschen Industrieunternehmen die RWTH Aachen, die Ruhr-Universität Bochum, die Technischen Universitäten Dresden und München sowie die Max-Planck- und die Fraunhofer-Gesellschaft. In der ersten Projektphase konnte der „Carbon2Chem“-Ansatz an einer am Thyssenkrupp-Standort in Duisburg eingerichteten Versuchsanlage erfolgreich getestet werden. Dieser wird in der zweiten Phase – unter Einbeziehung der Zement- und der Müllverbrennungsindustrie – auf weitere bedeutende CO_2-Emittenten ausgeweitet. Zudem werden weitere Verwertungsoptionen für das Hauptprodukt Methanol untersucht. Gefördert wird das Projekt vom BMBF mit insgesamt 174 Mio. Euro. Für die kommerzielle Realisierung haben die beteiligten Partner ebenfalls substanzielle eigene Investitionen vorgesehen.

In Reaktion auf neue beihilferechtliche Möglichkeiten ging das Programm ab April 20234 in der zukünftigen *Bundesförderung Industrie und Klimaschutz (BIK)* auf. Neben FuE- und Investitionsförderung in der Dekarbonisierung der Industrie ermöglicht die *BIK* die Förderung für FuE- und Investitionsprojekte im Bereich CCU und CCS.

Das BMWK fördert im Rahmen der *Bundesförderung Industrie und Klimaschutz (BIK)* FuE-Projekte zur CO_2-Abscheidung – sowohl zur Nutzung (engl. Carbon Capture and Utilization; CCU) als auch zur Speicherung (engl. Carbon Capture and Storage; CCS) – in Sektoren, in denen entweder überwiegend schwer vermeidbare CO_2-Emissionen anfallen oder die zur Erzielung von Negativemissionen dienen. Dadurch soll ein Beitrag zur Schaffung von CCU/S-Clustern und gemeinsamer Nutzung von CO_2-Infrastruktur geschaffen werden, Potenziale der Technologie aufgezeigt, Anwendungsmethoden entwickelt sowie auch Politik- und Entscheidungswissen bereitgestellt werden (→ **IV 2.1 Klimaforschung für Klimaschutz**). Diese Förderung orientiert sich an der *Carbon Management Strategie,* zu der das BMWK im Februar 2024 ein Eckpunkte-Papier veröffentlicht hat. Hier werden die möglichen Anwendungsgebiete für CCU/S-Technologien genannt und die Rahmenbedingungen sowohl für CO_2-Transport als auch für CO_2-Speicherung skizziert. Das BMBF fördert zudem im Rahmen der *Wasserstoff-Leitprojekte,* der *Kopernikus-Projekte* für die Energiewende sowie dem Vorhaben „Carbon2Chem“ (→ **Infobox: Projekt „Carbon2Chem“** und → **Infobox Kopernikus-Projekte)** umfangreich CCU-Technologien in Form von Abgas-Recycling und Power-to-X (eFuel-Vorläufer, Heizgas und Chemikalien aus CO_2 und H_2).



Das „Carbon2Chem“-Technikum am ThyssenKrupp-Standort in Duisburg

Im Rahmen der *Kopernikus-Projekte* werden zudem Lösungen entwickelt, mit denen energieintensive Branchen Produktionsprozesse flexibel an die Erzeugung erneuerbarer Energien anpassen können. Um innovative und klimafreundliche Produktionsprozesse in den emissionsintensiven Industriebranchen zu fördern, deren Marktfähigkeit voranzutreiben und so letztendlich eine Innovationsdynamik für den Klimaschutz anzustoßen, hat das BMWK 2023 das neuartige Förderinstrument *Klimaschutzverträge* aufgelegt. Über die Risikoabsicherung für Investitionen in klimafreundliche Produktionsverfahren und den Ausgleich an Mehrkosten gegenüber konventionellen Verfahren soll die finanzielle Planungssicherheit für Unternehmen verbessert und so Investitionsanreize für klimafreundliche Produktionsverfahren gesetzt werden.

Center for the Transformation of Chemistry (CTC)

Wichtige Industriezweige wie Gesundheit, Verkehr, Energie, Landwirtschaft und Konsumgüter sind auf verlässlichen Zugang zu chemisch erzeugten Stoffen angewiesen. Doch aktuell basiert ein Großteil der Rohstoffe für die chemische Produktion auf Erdöl und die Produkte werden nach Gebrauch entsorgt. Mit dem Center for the Transformation of Chemistry (CTC) werden im mitteldeutschen Revier wichtige Grundlagen für die Entwicklung einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft geschaffen, um Deutschland und die EU mit wichtigen chemischen Erzeugnissen zu versorgen. Das CTC bündelt Grundlagenforschung und anwendungsnahe Forschung in Zusammenarbeit mit Industriepartnern. So soll ein international sichtbares Aushängeschild der Spitzenforschung und ein Kristallisationspunkt für Ausgründungen, für Ansiedlungen und für eine neue und nachhaltige Chemieproduktion entstehen.

Plattform Chemistry4Climate

Um Wege und Lösungen zu einer Treibhausgasneutralität der chemisch-pharmazeutischen Industrie zu finden, haben der Verein Deutscher Ingenieure (VDI) und der Verband der Chemischen Industrie (VCI) im Mai 2021 die Plattform Chemistry4Climate (C4C) ins Leben gerufen. Gefördert wird diese durch das BMWK aus Mitteln des *Klimaschutzsofortprogramms*. 80 Stakeholder, Expertinnen und Experten aus der Industrie, Politik und Zivilgesellschaft haben sowohl zu zentralen Themen, wie Energieversorgung und -infrastruktur, Kreislaufwirtschaft und Rohstoffversorgung, als auch zu den notwendigen regulatorischen Rahmenbedingungen für das Gelingen der Transformation konkrete Handlungsempfehlungen für die Politik erarbeitet und diese in einem Abschlussbericht 2023 vorgelegt.



Im Rahmen des *Strukturstärkungsgesetzes* haben der Bund, der Freistaat Sachsen und das Land Sachsen-Anhalt 2023 begonnen, das Center for the Transformation of Chemistry (CTC) aufzubauen und stellen dafür bis 2038 mindestens 1,1 Mrd. Euro zur Verfügung (**Infobox: Center for the Transformation of Chemistry (CTC)** und **III 2.2 Innovationsförderung in strukturschwachen Regionen**).

In aktuell laufenden Fördermaßnahmen des BMBF werden zudem FuE-Projekte zur Entwicklung und kleinskaligen Erprobung von Verfahrensinnovationen in der Industrie (*KlimPro-Industrie;* 2019–2029), zur Entwicklung innovativer Energieeffizienztechnologien (*KMU-innovativ: Ressourceneffizienz und Klimaschutz;* seit 2019) sowie zur Ausrichtung der Finanzwirtschaft auf Klimaschutzziele (*KlimFi;* 2021–2025) gefördert.

Das BMWK unterstützt speziell auch die mittelständische Wirtschaft beim Angehen der Herausforderungen der Klimatransformation. Dazu wurde Ende 2022 der *Aktionsplan zum Dialog- und Arbeitsprozess Mittelstand, Klimaschutz und Transformation* vorgelegt, in dem konkrete Fördermaßnahmen, die in Zusammenarbeit mit Verbänden und Unternehmen erarbeitet wurden, gebündelt sind. Besonderes Augenmerk wird daher auf die Belange von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) bei bestehenden FuE-Förderungen, wie dem *Energieforschungsprogramm* und dem *Förderprogramm Industrielle Bioökonomie* und dem Technologietransfer-Programm *Leichtbau,* gelegt.

Leichtbau und neue Materialien stellen Schlüsseltechnologien für eine klimaneutrale und nachhaltige Industrie dar. Mit dem Technologietransfer-Programm *Leichtbau* förderte das BMWK von 2020 bis 2023 den Transfer von Forschungsergebnissen in die wirtschaftliche Anwendung. In zwei Programmlinien wurde dabei die CO_2-Einsparung oder CO_2-Bindung direkt adressiert – durch den Einsatz neuer Konstruktionstechniken und Materialien sowie durch Ressourceneffizienz und -substitution (**IV 4.8 Neue Materialien und Werkstoffe**).

Mit ihrem Leitbild 2030 nimmt auch die Plattform Industrie 4.0 das Thema Nachhaltigkeit als zentrales Handlungsfeld in den Blick und beschreibt u. a. den Weg zu einer ressourceneffizienten, CO_2-neutralen und digitalisierten Produktion der Zukunft (**IV 4.10 Wertschöpfungsforschung und Industrie 4.0**). Zu den FuI-politischen Maßnahmen zum Beitrag von Digitalisierung zu Klimaschutz und Nachhaltigkeit u. a. in industriellen Anwendungsfeldern (**IV 2.6 Nachhaltigkeit und Digitalisierung**).

Weitere Informationen im Internet:

- Europäische Kommission: Industrieplan zum Grünen Deal
- Kompetenzzentrum Klimaschutz in energieintensiven Industrien (KEI)
- Dekarbonisierung in der Industrie
- Eckpunkte für eine Carbon Management Strategie
- Förderprogramm für Klimaschutzverträge
- KlimPro-Industrie
- KMU-innovativ: Ressourceneffizienz und Klimaschutz
- FONA: KlimFi
- Kopernikus-Projekte für die Energiewende
- Aktionsplan Mittelstand, Klimaschutz und Transformation
- Technologietransfer-Programm Leichtbau
- Plattform Industrie 4.0 – Nachhaltige Produktion
- Carbon2Chem
- Center for the Transformation of Chemistry (CTC)
- Chemistry4Climate

Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft

Angesichts begrenzter Verfügbarkeit bei gleichzeitiger zunehmender Nutzungskonkurrenz und eines weltweit wachsenden Bedarfs an Rohstoffen stehen Deutschland und die EU vor den Herausforderungen hoher Kosten und Versorgungsrisiken. Gleichzeitig wird für die Transformation der Energie- und Mobilitätssysteme – ebenso wie die Digitalisierung – eine sichere Versorgung mit großen Mengen unterschiedlicher Rohstoffe benötigt. Für Deutschland hängt diese stark von Importen ab, darunter von kritischen Rohstoffen wie z. B. Kobalt, Lithium, Nickel und Seltenen Erden.

Eine ressourceneffiziente und kreislauffähige Wertschöpfung trägt vor diesem Hintergrund dazu bei, die Rohstoffversorgung zu sichern sowie Klima und Umwelt zu schützen, da eine energieintensive Rohstoffgewinnung und die damit verbundenen negativen Auswirkungen vermieden werden. Mithin ebnet sie einem nachhaltigen und ganzheitlich klimaneutralen Umgang mit Materialien und Produkten den Weg und sorgt für eine nachhaltige Wirtschaftsentwicklung.

Daher will die Bundesregierung die Kreislaufwirtschaft zu einem Treiber für Klimaneutralität und Dekarbonisierung machen. In Zusammenarbeit mit allen wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Akteuren wird darauf hingearbeitet, mehr Stoffkreisläufe zu verzahnen und zu schließen. Durch die FuE-Förderung von technischen Lösungen und Sozialen Innovationen und des Transfers neuer Ansätze der ressourceneffizienten Kreislaufwirtschaft in die industrielle Anwendung schafft die Bundesregierung wichtige Voraussetzungen für den wirtschaftlichen Transformationsprozess.

Es ist das Ziel der Bundesregierung, die Gesamtrohstoffproduktivität bis 2030 gegenüber 2010 um 30 % zu steigern. Um dies zu erreichen, bedarf es einer Transformation des linearen Wirtschaftens hin zu einer ressourceneffizienten, ökologisch sinnvollen Kreislaufwirtschaft. Diese Zielstellung ist bereits im *Deutschen Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess)* verankert. Es trägt mit einem breiten Instrumentenmix dazu bei, die Entnahme und Nutzung natürlicher Ressourcen nachhaltiger zu gestalten und unsere natürlichen Lebensgrundlagen dauerhaft zu sichern.

Die aktuelle Fassung *ProgRess III* betont dabei den Beitrag der Ressourceneffizienz zur Erreichung der Klimaschutzziele sowie die Potenziale und Risiken der Digitalisierung für die Ressourceneffizienz. Avisierte FuI-Maßnahmen umfassen ein Forschungsprogramm zum Nexus Ressourcenschonung und Klimaschutz, die Weiterentwicklung von Bewertungsmethoden für Treibhausgasemissionen der primären Rohstoffgewinnung sowie die Stärkung von FuI im Bereich der ressourceneffizienten Kreislaufwirtschaft. Zudem soll Ressourceneffizienz als Kriterium in Programmen zur Förderung von Innovationen verankert werden.

Die Nationale Plattform Ressourceneffizienz (NaRess), das Netzwerk Ressourceneffizienz und die acatech-Initiative *Circular Economy* binden die Wirtschaft, zivilgesellschaftliche Gruppen und weitere Stakeholder in FuE-Prozesse ein.

Um Ziele und Maßnahmen zum zirkulären Wirtschaften und zur Ressourcenschonung aus allen relevanten Strategien zusammenzuführen, erarbeitet die Bundesregierung eine ressortübergreifende *Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie (NKWS).* Im Vorfeld wird dafür erstmalig eine breit angelegte

Stakeholderbeteiligung durchgeführt. Die *NKWS* soll 2024 beschlossen werden. Diese soll den Rahmen dafür schaffen, dass die Chancen der Digitalisierung für umweltfreundliche Produktion, neue Geschäftsmodelle und nachhaltigen Konsum genutzt werden, digitale Marktplätze für Sekundärmaterialien entstehen und technologische wie Soziale Innovationen angereizt werden. Die wissenschaftliche Begleitung und Unterstützung der *NKWS* ist im Ressortforschungsplan 2023 des BMUV verankert.

Im Rahmen des Forschungskonzepts *Ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft* fördert das BMBF die Schließung von Stoffkreisläufen durch das Recycling ausgewählter Abfallströme sowie digitale Technologien, neue Geschäftsmodelle und Ansätze zur Verlängerung und Intensivierung der Produktnutzung. Laufende BMBF-Fördermaßnahmen im Rahmen der Strategie *Forschung für Nachhaltigkeit (FONA)* zu Rohstoffeffizienz und Kreislaufwirtschaft umfassen die Themen CO_2 als nachhaltige Kohlenstoffquelle, Kunststoffrecyclingtechnologien, regionales Phosphor-Recycling, nachhaltige Kreislaufwirtschaft durch KI-Anwendungen bei Kunststoffverpackungen sowie ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft im Bereich Bauen und mineralische Stoffkreisläufe sowie Textilien.

Auch forciert das BMBF die Verbesserung von Ressourcen- und Materialeffizienz durch die Förderung von Materialinnovationen im Rahmen des *MaterialHubs MaterialNeutral*. Durch geeignete Substitutionsstrategien, die Reduzierung von Rohstoffmengen sowie die Nutzung von Sekundärrohstoffen werden Materialinnovationen entwickelt, um Primärrohstoffe zu schonen und die Abhängigkeit von Rohstoffimporten, Treibhausgasemissionen sowie Kosten zu verringern (→ **IV 4.8 Neue Materialien und Werkstoffe**).

Als eines von drei Handlungsfeldern für Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten spielt die kreislauffähige Wertschöpfung im BMBF-Forschungsprogramm *Zukunft der Wertschöpfung – Forschung zur Produktion, Dienstleistung und Arbeit* eine zentrale Rolle. Im Mittelpunkt stehen Fragen der kreislauffähigen Produktgestaltung, der Nachverfolgbarkeit der Ressourcen über den kompletten Lebenszyklus hinweg sowie zu neuen Geschäftsmodellen und die Rolle technischer und Sozialer Innovationen. Derzeit werden in geförderten Projekten neuartige Lösungen für eine kreislauffähige und nachhaltige Mobilität entwickelt, um Handlungsspielräume zur Kreislauffähigkeit in den Unternehmen zu eröffnen, Kreisläufe zu verengen, zu verlangsamen und zu schließen sowie eine digitale Durchgängigkeit für eine kreislauffähige Wertschöpfung zu ermöglichen.

Die *Rohstoffstrategie* der Bundesregierung wurde 2020 unter Federführung des BMWK in erneuerter Form aufgelegt, um insbesondere den aufgrund der Energiewende und des Klimaschutzes neu entstandenen technologischen Herausforderungen gerecht zu werden. Um die Sicherung einer nachhaltigen und langfristigen Rohstoffversorgung stärker zu unterstützen, hat das BMWK Anfang 2023 ein *Eckpunktepapier zu einer nachhaltigen und resilienten Rohstoffversorgung* in Ergänzung zur Rohstoffstrategie vorgelegt. Insbesondere der Schwerpunkt Kreislaufwirtschaft, Ressourceneffizienz und Recycling soll durch den Ausbau der Forschungsanstrengungen – z. B. durch ein neues Forschungsprogramm *Rohstoffe für die Transformation* – gestärkt werden. Durch eine aktivere Sicherung einer nachhaltigen und langfristigen Rohstoffversorgung will die Bundesregierung die Voraussetzungen insbesondere der grünen Transformation verbessern.

Mit dem Förderaufruf *Ressourceneffizienz und Circular Economy* im Rahmen des *7. Energieforschungsprogramms* fördert das BMBF FuE-Projekte zu



Rapsöl: Grundstoff für Lebensmittel und technisch-energetische Anwendungen



Hydrothermale Verarbeitung von biogenen Reststoffen am Deutschen Biomasseforschungszentrum

Ressourceneffizienz im Kontext der Energiewende – u. a. zur Entwicklung und Erprobung von Energiedienstleistungen oder Geschäftsmodellen im Sinne einer zirkulären Wirtschaft.

Transnationale Kooperationsprojekte zur ressourceneffizienten Kreislaufwirtschaft fördert das BMBF gemeinsam mit europäischen Partnern des *ERA-NET Cofund on Raw Materials ERA-MIN3*.

Weitere Informationen im Internet:

- Deutsches Ressourceneffizienzprogramm (ProgRess III)
- Nationale Plattform Ressourceneffizienz
- Netzwerk Ressourceneffizienz
- acatech: Initiative Circular Economy
- Nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie (NKWS)
- BMUV-Ressortforschung
- Forschung zur Kreislaufwirtschaft
- FONA: Rohstoffeffizienz und Kreislaufwirtschaft
- FONA: Regionales Phosphor-Recycling
- Forschungsprogramm Zukunft der Wertschöpfung
- Rohstoffstrategie der Bundesregierung
- Nachhaltige und resiliente Rohstoffversorgung (Eckpunktepapier)
- Ressourceneffizienz und Circular Economy
- ERA-NET Cofund on Raw Materials (engl.)

Bioökonomie

Bioökonomie bezeichnet die Erzeugung, Erschließung und Nutzung biogener Ressourcen, Prozesse und Systeme, um Produkte, Verfahren und Dienstleistungen bereitzustellen. Bioökonomische Innovationen vereinen biologisches Wissen mit technologischen Lösungen und nutzen die natürlichen Eigenschaften biogener Rohstoffe hinsichtlich ihrer Kreislauffähigkeit, Erneuerbarkeit und Anpassungsfähigkeit. Eine nachhaltige Bioökonomie birgt das Potenzial, neuartige Produkte und Verfahren hervorzubringen, um Ressourcen zu schonen und Wohlstand zu schaffen. Daher zielt die Bioökonomiepolitik in Deutschland auf eine effiziente Nutzung nachhaltig erzeugter biologischer Ressourcen ab.

Mit der *Nationalen Bioökonomiestrategie* hat die Bundesregierung die strategischen Vorgaben und Umsetzungsziele für die Forschungsförderung und die politische Rahmensetzung festgelegt. Die Leitlinien der Strategie verweisen einerseits auf biologisches Wissen und fortschrittliche Technologien und andererseits auf eine biogene Rohstoffbasis für eine nachhaltige und kreislauforientierte Wirtschaft. Der Bioökonomierat unterstützte bislang die Bundesregierung bei der Umsetzung und Fortschreibung der *Nationalen Bioökonomiestrategie*.

Ergänzend zur *Bioökonomiestrategie* entwickelt die Bundesregierung eine *Nationale Biomassestrategie* und hat dafür Ende 2022 ein Eckpunktepapier vorgelegt. Dieses stellt als Leitprinzip die konsequente Kaskaden- und Mehrfachnutzung von Biomasse heraus. Im Hinblick auf die verstärkte stoffliche Nutzung von Biomasse wird die *Nationale Biomassestrategie* auch einen Beitrag zur Umsetzung der *Bioökonomiestrategie* leisten. Das Deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ) begleitet den Förderbereich wissenschaftlich als Ressortforschungseinrichtung des BMEL.

Mit dem Förderprogramm *Industrielle Bioökonomie* unterstützt das BMWK zum einen die Nutzung und vorbereitende Tätigkeiten für den Bau von Demonstrationsanlagen. Insbesondere KMU sollen so besseren Zugang zu Mehrzweckdemonstrationsanlagen erhalten, um ihre innovativen Entwicklungen in größerem Maßstab testen zu können. Zum anderen unterstützt das BMWK mit diesem Förderprogramm die Integration hochskalierter biobasierter Produkte und Verfahren in industrielle Wertschöpfungsketten sowie den Transfer in Form von Innovationsclustern der industriellen Bioökonomie.

Das BMBF fördert FuE zu *Zukunftstechnologien für die industrielle Bioökonomie* und sorgt damit für biobasierte Innovationen für eine ressourceneffiziente und kreislauffähige Bioökonomie. Mit der Maßnahme *Klimaneutrale Produkte durch Biotechnologie – CO_2 und C1-Verbindungen als nachhaltige Rohstoffe für die industrielle Bioökonomie (CO_2BioTech)* sollen neue Verfahren zur Nutzung von CO_2 als Rohstoff entwickelt werden. Zudem ist mit *Kreativer Nachwuchs forscht für die Bioökonomie* eine weitere Runde zur Förderung von Nachwuchsgruppen aus den Natur-, Informationstechnologie- und Ingenieurwissenschaften gestartet worden.



Dünger als Gärprodukt einer Biogasanlage

Das BMEL unterstützt in Zusammenarbeit mit der Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe FuE-Vorhaben zur effizienten Ressourcennutzung über das Förderprogramm *Nachwachsende Rohstoffe*. Dazu werden auch im Jahr 2024 wieder ca. 80 Mio. Euro für Forschungsansätze zu innovativen, international wettbewerbsfähigen biobasierten Produkten und Energieträgern sowie für innovative Verfahren und Technologien zu deren Herstellung zur Verfügung gestellt.

Bundeswettbewerb HolzbauPlus

Eine klimafreundliche, nachhaltige Baukultur trägt dazu bei, die Treibhausgasemissionen zu senken. Im Bundeswettbewerb *HolzbauPlus* zeichnet das BMEL bereits seit 2012 Bauherrinnen und Bauherren aus, die die Vorzüge des Holzbaus mit dem Einsatz von Naturbaustoffen, intelligenten Wärmekonzepten und erneuerbaren Energien verbinden. Damit sollen besondere Leistungen des Bauens mit nachwachsenden Rohstoffen als Beitrag zur klimaschonenden, nachhaltigen Baukultur gefördert und anerkannt werden.



Haus St. Wunibald des Benediktinerklosters Plankstetten, Preisträger HolzbauPlus 2022/2023, Kategorie Recyclingkonzepte mit Naturbaustoffen

Treibhausgase entstehen nicht nur beim Heizen, sondern im großen Umfang auch beim Bau von Gebäuden. Die Bundesregierung will Holz als klimafreundlichen Baustoff fördern, da dieser der Atmosphäre CO_2 entzieht und den darin enthaltenen Kohlenstoff langfristig speichert. Dafür hat sie 2023 die *Holzbauinitiative* beschlossen. Damit sollen u. a. Forschung und Innovation gestärkt sowie Bildung, Information, Beratung, Wissenstransfer und Fachkräftesicherung ausgebaut werden (**Infobox: Bundeswettbewerb HolzbauPlus**).

Forschung und Entwicklung stellt auch ein Querschnittsthema der *Charta für Holz 2.0* dar. Das bezieht die „klassische" Forst- bzw. Holzforschung genauso ein wie Forschung zu sozial-empirischen und sozioökonomischen Fragestellungen im Kontext nachhaltiger Waldbewirtschaftung und Holznutzung. Zudem fördert das BMBF bis 2028 *Regionale Innovationsgruppen für eine klimaschützende Wald- und Holzwirtschaft (REGULUS)*.

Mit dem Ziel, die internationale Kooperation zu intensivieren, führt das BMBF im Rahmen der Fördermaßnahme *Bioökonomie International* jährliche Ausschreibungsrunden zum Themenfeld der industriellen Bioökonomie durch. Dadurch konnten bereits 112 Kooperationsprojekte mit 19 Ländern und einem Fördervolumen von etwa 70 Mio. Euro realisiert werden – 2023 z. B. mit dem australischen Bundesstaat Queensland.

Weitere Informationen im Internet:

- Informationsplattform Bioökonomie
- Bioökonomie
- Nationale Bioökonomiestrategie
- Bioökonomierat
- Nationale Biomassestrategie
- Biomasseforschungszentrum (DBFZ)
- Industrielle Bioökonomie
- Zukunftstechnologien für die industrielle Bioökonomie
- Klimaneutrale Produkte durch Biotechnologie
- Bioökonomie-Forschungsgruppen
- Nachwachsende Rohstoffe
- Holzbauinitiative
- Charta für Holz 2.0
- Regionale Innovationsgruppen für eine klimaschützende Wald- und Holzwirtschaft
- ERA-NET Cofund on Biotechnologies (engl.)
- ERA-NET Cofund on Blue Bioeconomy (engl.)

Weiterführende Verweise zu diesem und anderen Kapiteln finden Sie unter ***BuFI-Online-Angebot: Linkportal***.

1.2 Erneuerbare und sichere Energieversorgung



Die Energiewende – der tiefgreifende Umbau hin zu einer verlässlichen und klimaneutralen Energieversorgung zu bezahlbaren Preisen – zählt zu den größten gesellschaftlichen Herausforderungen unserer Zeit und ist als zentraler Transformationsbereich in der *Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie (DNS)* verankert. Bei der Dekarbonisierung der Energieerzeugung setzt die Bundesregierung vor allem auf den Einsatz regenerativer Energien wie Sonnen- und Windenergie, Wasserkraft, Geothermie und Biomasse. Damit der steigende Anteil erneuerbarer Energien optimal in das bestehende System integriert und genutzt werden kann, müssen weitere Elemente zusammengedacht und technologisch weiterentwickelt werden: Stromnetze und -speicher, Energieeffizienz, Sektorkopplung zwischen den Bereichen Strom, Wärme, Mobilität und Industrie sowie übergreifende gesellschaftliche Aspekte und Digitalisierungsfragen.

Forschung zur Energiewende

Die Förderung der Forschung zur Energiewende deckt das gesamte Energiesystem von der Erzeugung über den Transport und die Verteilung bis hin zur Speicherung und der hocheffizienten Nutzung in den Nachfragesektoren ab. Die Aktivitäten umfassen das Stromsystem und Energieträger wie z. B. Wasserstoff. Die FuE-Projektförderung adressiert dabei Fragen der Energiewende in den unterschiedlichen Verbrauchssektoren, zu den erneuerbaren Energiequellen Photovoltaik, Windenergie, Wasserstoff, Bioenergie, Geothermie, Wasserkraft und Meeresenergie sowie zur Rolle thermischer Kraftwerke und der Energiespeicherung. Darüber hinaus stehen die Systemintegration und systemübergreifende Forschungsfragen, wie Digitalisierung, Ressourceneffizienz und gesellschaftsbezogene Fragestellungen, im Mittelpunkt der Förderung. Die Energieforschung wird als strategisches Element der Energiepolitik konsequent auf die Vollendung der Energiewende und – im Sinne der Zukunftsvorsorge – darüber hinaus ausgerichtet.

Mit dem ressortübergreifenden *7. Energieforschungsprogramm „Innovationen für die Energiewende“* fördert die Bundesregierung die Energieforschung 2023 in allen Bereichen – von der Grundlagenforschung bis zur angewandten Forschung und dem Technologietransfer in die praktische Anwendung. Damit verfolgt die Bundesregierung das Ziel, die FuI-politischen Rahmenbedingungen im Energiebereich so zu setzen, dass der Prozess der Energiewende zum Treiber für



Messtechnik zur Erfassung der solaren Einstrahlung an einem Fassadenteststand des Instituts für Solarenergieforschung GmbH

Energieeffizienz, Modernisierung, Innovationen und Digitalisierung in allen Sektoren des Energiesystems wird. Ressortübergreifend ist die Verbundforschung zwischen Hochschulen, außeruniversitären Forschungseinrichtungen und der Industrie das Hauptinstrument der Projektförderung. Gefördert werden, von den Grundlagen bis in die praktische Anwendung, unterschiedliche Energie- und Wasserstofftechnologien, Nachwuchsförderung sowie Querschnittsaktivitäten. Auch die institutionelle Förderung ist ein wichtiges Element. Das BMBF finanziert den überwiegenden Teil der institutionellen geförderten Forschungseinrichtungen.

Die institutionell durch das BMWK geförderte Energieforschung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) trägt durch ihre wissenschaftlichen und technologischen Beiträge zur Lösungsentwicklung für die Energiewende bei. Insbesondere durch seine Großforschungsanlagen wird der Transfer aus der Forschung in die industrielle Anwendung vorangetrieben.

Die ressortübergreifende Forschungsförderung für die Energiewende nimmt auch die Sicherung von Wertschöpfung, Arbeitsplätzen und Wohlstand in Deutschland sowie die Stärkung der führenden Position deutscher Unternehmen auf dem Gebiet der modernen Energietechnologien im internationalen Wettbewerb in den Blick. Auf diese Ziele ist auch das neue *8. Energieforschungsprogramm zur angewandten Energieforschung – Forschungsmissionen für die*

Kopernikus-Projekte

Die *Kopernikus-Projekte* des BMBF zählen zu den größten Forschungsinitiativen der Bundesregierung zum Thema Energiewende. 140 Partner erforschen, wie ein klimaneutrales Deutschland möglich ist. Sie legen die Grundlage für technische, ökonomische und Soziale Innovationen in vier Schlüsselthemen der Energiewende: Technologien für das Stromnetz der Zukunft (Projekt ENSURE), Technologien zur Umwandlung von Strom in andere Energieträger durch Power-to-X (Projekt P2X), Technologien für die Industrie zur Anpassung der Stromnachfrage an das Angebot (Projekt SynErgie) und Politikinstrumente zum Erreichen der deutschen Klimaschutzziele (Projekt Ariadne). In allen *Kopernikus-Projekten* arbeiten Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft gemeinsam an Lösungen, die systemische Relevanz besitzen. Die *Kopernikus-Projekte* sind langfristig auf



Paneldiskussion auf dem Kopernikus-Symposium 2022

eine Projektlaufzeit von zehn Jahren angelegt, die in drei Förderphasen eingeteilt sind. Das Fördervolumen bis 2025 beträgt bis zu 400 Mio. Euro. Damit werden Ergebnisse aus der Grundlagenforschung gezielt in die Anwendung geführt.

Energiewende des BMWK ausgerichtet. Damit hat das BMWK 2023 die Grundlinien und Schwerpunkte seiner Förderpolitik für die angewandte Energieforschung festgelegt und verfolgt dafür einen missionsorientierten Ansatz. Entsprechend ist die Forschungsförderung sektor- und fachthemenübergreifend an konkreten, ambitionierten Zielen für jede der Missionen „Energiesystem", „Wärmewende", „Stromwende", „Wasserstoff" und „Transfer" ausgerichtet.

Im Rahmen der Missionen sollen durch die FuE-Förderung innovative Lösungen für ein resilientes und effizientes Energiesystem, eine klimaneutrale Wärme- und Kälteversorgung, die Umstellung der Stromversorgung auf erneuerbare Energien, eine nachhaltige Wasserstoffwirtschaft sowie einen schnellen Transfer von Forschungsergebnissen in die Praxis vorangebracht werden. Das 2020 als neues Förderinstrument durch das BMWK etablierte Format *Reallabore der Energiewende* wird im *8. Energieforschungsprogramm* des BMWK fortgeführt. Mit den Reallaboren werden innovative Technologien in der praktischen Anwendung unter realen Bedingungen und im industriellen Maßstab getestet, insbesondere zu den Themen Wasserstoff und Sektorkopplung sowie zu energieoptimierten Quartieren (→ **III 5.4 Reallabore und Experimentierklauseln**).

Neben der allgemeinen Forschungsförderung zu angewandter nichtnuklearer Forschung adressieren aktuelle Förderaufrufe des BMWK im Rahmen des *Energieforschungsprogramms* Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft im Kontext der Energiewende sowie die Modernisierung der Stromverteilnetze *(OptiNetD)*.

Das BMEL unterstützt die anwendungsorientierte Forschung auf dem Gebiet der Bioenergie. Mit dem Forschungsprogramm *Strahlenschutz beim Stromnetzausbau* nimmt das BMUV mögliche gesundheitliche Wirkungen der mit dem Netzausbau verbundenen elektrischen und magnetischen Felder in den Blick.

Als dialogorientierte Foren für den Austausch zwischen Forschung, Politik und Wirtschaft haben sich die „Forschungsnetzwerke Energie" etabliert. Die neun Netzwerke zu den Themen Bioenergie, Energiewendebauen, erneuerbare Energien, flexible Energieumwandlung, Industrie und Gewerbe, Stromnetze, Start-ups, Systemanalyse und Wasserstoff werden vom BMWK gefördert.

Auf europäischer Ebene definiert der *Strategic Energy Technology Plan (SET-Plan)* Maßnahmen für energietechnische Innovationen. Zur Umsetzung des *SET-Plans* koordinieren die EU-Mitgliedstaaten und assoziierte Länder ihre nationalen und regionalen Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsprogramme im Bereich der Energiewende im Rahmen der Partnerschaft *Clean Energy Transition (CET)*. Deren Ziele sind in einer *Strategischen Forschungs- und Innovationsagenda* (engl. *Strategic Research and Innovation Agenda*; *SRIA*) verankert. Der aktuelle Förderaufruf ist 2023 veröffentlicht worden. Deutschland ist zudem an der Initiative *ERA-Net Smart Energy Systems (ERA-NET SES)* beteiligt. FuE-Projekte im aktuellen Aufruf *EnerDigit* setzen sich dabei in realen Umgebungen (Living Labs) mit Digitalisierungsfragen im Bereich erneuerbarer Energien auseinander.

Auf internationaler Ebene wirkt Deutschland im Bereich der Energieforschung am *Technologie-Kooperationsprogramm* (engl. *Technology Collaboration Programme*; *TCP*) der Internationalen Energieagentur (engl. International Energy Agency; IEA) mit und ist Mitglied der internationalen Initiative *Mission Innovation (MI)* zur Forschungsförderung zum Thema erneuerbarer Energie.

Weitere Informationen im Internet:

- 8. Energieforschungsprogramm
- DLR-Energieforschung
- Reallabore der Energiewende
- Ressourceneffizienz und Circular Economy
- OptiNetD
- Kopernikus-Projekte für die Energiewende
- Forschungsnetzwerke Energie
- Europäische Kommission: Strategic Energy Technology Plan (engl.)
- Clean Energy Transition (CET) Partnership (engl.)
- International Energy Agency – Technology Collaboration Programme (engl.)
- Mission Innovation (engl.)



Ein Mitarbeiter am Teststand für Brennstoffzellen des Zentrums für BrennstoffzellenTechnik GmbH

Wasserstofftechnologien

Wasserstoff, Wasserstofffolgeprodukten und Wasserstoffanwendungstechnologien fallen gemeinsam eine zentrale Rolle bei der Energiewende zu: als Kernelement der Sektorenkopplung, als Rohstoff für zahlreiche industrielle Prozesse, als Energiespeicher zum flexiblen Ausgleich von Lastspitzen im Stromnetz, im Verkehr bei schweren Nutzfahrzeugen sowie zunehmend im Luft- und Schiffsverkehr. Insbesondere Grüner Wasserstoff – Wasserstoff aus erneuerbaren Energiequellen – ist dabei entscheidend zur Erreichung der Treibhausgasneutralität. Ziel der Bundesregierung ist es daher, eine zuverlässige Versorgung Deutschlands mit Grünem, auf Dauer nachhaltigem Wasserstoff zu erreichen. Bis 2030 soll eine Elektrolysekapazität in Deutschland von zehn Gigawatt aufgebaut werden – nach aktuellem Stand schätzungsweise 30 bis 50 % des deutschen Wasserstoffbedarfs. Deutschland soll dabei durch den schnellen Hochlauf einer Wasserstoffwirtschaft zugleich Leitmarkt und Leitanbieter von Wasserstofftechnologien werden.

Mit der Verabschiedung der *Nationalen Wasserstoffstrategie (NWS)* im Juni 2020 sowie deren Fortschreibung im Juli 2023 hat die Bundesregierung einen kohärenten Handlungsrahmen für die gesamte mit Wasserstoff verbundene Wertschöpfungskette – von der Erzeugung über Transport und Infrastruktur bis zur Nutzung sowie Weiterverwendung – geschaffen und diesen mit konkreten Maßnahmen unterlegt. Insbesondere Forschung, Innovation und die Fachkräfteausbildung sollen dabei gestärkt sowie bestehende FuI-politische Initiativen verstetigt und weiterentwickelt werden. Neben der Technologie- und Innovationsförderung liegt ein wichtiges Element der *NWS* in der nationalen und internationalen Zusammenarbeit von Wissenschaft und Industrie.

Als Impulsgeber für die Forschungs- und Innovationspolitik sowie als unabhängiges Beratungsgremium stehen der Nationale Wasserstoffrat mit der Leitstelle Wasserstoff und das Forschungsnetzwerk Wasserstoff der Bundesregierung unterstützend zur Seite.

Das BMBF fördert drei *Wasserstoff-Leitprojekte* zu Kernfragen der Wasserstoffwirtschaft mit mehr als 700 Mio. Euro: *H_2Giga* bringt die Herstellung von großskaligen Elektrolyseuren in die Serienfertigung, *H_2Mare* entwickelt Technologien zur Herstellung von Wasserstoff und H_2-Folgeprodukten auf hoher See und *TransHyDE* entwickelt marktrelevante Transporttechnologien für Wasserstoff weiter und testet diese. Daneben adressieren 36 geförderte Grundlagenforschungsprojekte zukünftige Technologiegenerationen entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Unterstützt mit einer Förderung von rund 104 Mio. Euro sollen sie dazu beitragen, Antworten auf grundlegende Fragen der Wasserstoffwirtschaft zu finden und so die wissenschaftliche Basis für neue Produkte und Anwendungen legen. Mit dem Ziel einer nationalen Wasserstoff-Roadmap stellte das Projekt H_2-Kompass Ende 2023 Handlungsoptionen vor und betrachtete diese hinsichtlich ökologischer, ökonomischer und gesellschaftlicher Effekte.

Das BMBF fördert zusammen mit dem Land Nordrhein-Westfalen bis 2038 im Rheinischen Kohlerevier das Helmholtz-Cluster für nachhaltige und infrastrukturkompatible Wasserstoffwirtschaft (HC·H_2). Dafür werden innerhalb von 16 Jahren insgesamt 860 Mio. Euro zur Verfügung gestellt. Neben Entwicklung einer lokalen Wasserstoffinfrastruktur durch die Förderung von Demonstrationsvorhaben steht vor allem der Aufbau des Instituts für nachhaltige Wasserstoffwirtschaft (INW) am Forschungszentrum Jülich im Mittelpunkt.



Wasserstofftankstelle in der Hamburger HafenCity

Die *NWS* hat wesentliche Grundsteine für den Markthochlauf der Wasserstofftechnologien gelegt. Das BMWK treibt diesen gemeinsam mit dem BMDV im Rahmen europäischer Großprojekte (engl. *Important Projects of Common European Interest*; *IPCEI*) federführend voran. Diese unterstützen die gemeinsamen Investitionsanstrengungen kooperierender europäischer Unternehmen, die privatwirtschaftlichen Investitionen werden durch staatliche Förderung flankiert. Mit diesem Instrument werden integrierte Projekte entlang der gesamten Wasserstoffwertschöpfungskette gefördert. Das thematische Spektrum umfasst Investitionen in Fertigungskapazitäten von Schlüsselkomponenten und in den Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur, die Nutzung von Wasserstoff in der Industrie sowie Mobilitätsprojekte.

Die Realisierungsphase des ersten *IPCEI Wasserstoff* startete im Mai 2021. Das *IPCEI Wasserstoff* wurde aufgrund der Vielzahl von über 400 Vorhaben der mehr als 20 teilnehmenden EU-Mitglied- und EFTA-Staaten in Teilbereiche, sogenannte Wellen mit unterschiedlichen thematischen Schwerpunkten untergliedert, um separat notifiziert zu werden. Die erste Welle des *IPCEI Hy2Tech* mit Fokus auf technologische Entwicklungen wurde von der EU-Kommission im Juli 2022 beihilferechtlich genehmigt. Drei der vier deutschen Projekte haben bereits einen Förderbescheid erhalten. Darauf folgte die Genehmigung der Vorhaben der *Hy2Use*-Welle (ohne deutsche Beteiligung) im September 2022. Im Februar 2024 wurde die *Hy2Infra*-Welle mit 24 deutschen Projekten genehmigt, die ein zentrales Element für das Wasserstoff-Kernnetz und für die inländische Erzeugung von Grünem Wasserstoff darstellen. Die Genehmigung der vierten Welle *Hy2Move* mit dem Fokus auf Verkehrsanwendungen ist im ersten Halbjahr 2024 vorgesehen. Weitere Projekte werden mittlerweile auf anderen Notifizierungsgrundlagen weiterverfolgt, u. a. vier große Dekarbonisierungsprojekte der Stahlindustrie.

Im Verkehrsbereich sollen unter BMDV-Federführung Projekte zur Entwicklung von Brennstoffzellen-Stackmodulen, zur Entwicklung und Erprobung von Wasserstoff-Lkw, zur Entwicklung eines Mittelstreckenflugzeugs für 100 Passagiere mit Wasserstoff-Brennstoffzellenantrieb sowie zur Entwicklung eines Wasserstoff-Brennstoffzellen-Antriebssystems für eine bestehende batterieelektrische Pkw-Architektur gefördert werden. Das Investitionsvolumen für diese Projekte beträgt zusammen über 800 Mio. Euro an Bundes- und Landesmitteln. Per *IPCEI*-Anforderungen der EU-Kommission bereiten alle Projekte planmäßig eine großskalige Serienfertigung vor, um eine wirtschaftliche Verwertung und gleichzeitig Refinanzierung der getätigten Investitionen zu ermöglichen. Ein sogenannter „Claw-Back"-(Rückzahlungs-)Mechanismus sieht vor, dass sich die Zuwendungsgeber an einem etwa entstehenden Überschuss eines Projekts durch Rückzahlungen stärker an den Investitionskosten beteiligen, wenn sich die Verwertung erfolgreicher zeigt als ursprünglich prognostiziert.

Das BMDV fördert im Rahmen des *Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie Phase II* (2016–2026) u. a. FuE-Vorhaben zur Etablierung von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie im Verkehrssektor, insbesondere im Straßen-, Schienen-, Wasser- und Luftverkehr sowie in Sonderanwendungen. Die FuE-Förderung konzentriert sich dabei auf Maßnahmen der Demonstration, Innovation und Marktvorbereitung und legt den Fokus insbesondere auf die Schnittstelle zwischen anwendungsorientierter Forschung und Markteinführung im Bereich der Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie im Verkehr.

Mit dem Innovations- und Technologiezentrum für Wasserstoff (ITZ) sollen künftig Unternehmen bei ihren Entwicklungsaktivitäten im Verkehrsbereich unterstützt werden. Insbesondere für KMU soll so eine geeignete Entwicklungsumgebung geschaffen werden. Im Mittelpunkt stehen dabei Angebote im Bereich der Prüfung und Zertifizierung sowie die internationale Zusammenarbeit zur Setzung von Standards. Das BMDV unterstützt den Aufbau des ITZ an den vier Standorten Chemnitz, Duisburg, Pfeffenhausen (Bayern) sowie im Nord-Cluster Bremen/Bremerhaven, Hamburg und Stade mit bis zu 290 Mio. Euro.

Als ein wichtiges Anwendungsfeld treibt das BMWK mit dem *Maritimen Forschungsprogramm* die Erforschung, Entwicklung und den Markthochlauf von alternativen, klimaneutralen Kraftstoffen und Antriebssystemen in der Schifffahrt – insbesondere von Wasserstoff – voran (→ **IV 5.4 Forschung für die maritime Wirtschaft und Schifffahrt**).

Damit der Wasserstoff die erhoffte Wirkung für die Dekarbonisierung von Industrie, Verkehr und Wärmeversorgung entfalten kann, sind Innovationen bei der Nutzung in diesen Sektoren sowie deren Kopplung untereinander ebenso entscheidend wie die Bereitstellung einer ausreichend großen Menge Grünen Wasserstoffs. Um dies unter realen Bedingungen zu erproben, hat das BMWK seit 2020 sechs *Reallabore der Energiewende* zu Wasserstofftechnologien und Sektorkopplung gestartet. Diesen ist gemein, dass integrierte Ansätze im Mittelpunkt stehen, die gesamte Wertschöpfungsketten von Wasserstoff – von der Erzeugung, lokalen Verteilung bis zur Nutzung in den verschiedenen Verbrauchssektoren – betrachten.

Neben Forschung und Entwicklung sowie Marktaktivierung treibt das BMDV seit 2019 im Rahmen der *HyLand*-Initiative die regionale Verankerung der Wasserstoffnutzung voran und fördert den Aufbau sogenannter Wasserstoffregionen, um die Einsatzmöglichkeiten der Wasserstofftechnologien in der Praxis vor Ort zu erproben. Im Rahmen der zweiten Förderrunde wurden Wasserstoffkonzepte von 33 Regionen in den Kategorien *HyStarter*, *HyExperts* und *HyPerformer* ausgewählt. Als Teil des *HyLand*-Netzwerks werden die Regionen bei der Erstellung von regional integrierten Konzepten zur Einführung von Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien im Verkehr unterstützt und begleitet.

Das BMUV fördert mit seiner *Exportinitiative Umweltschutz* Maßnahmen im Bereich des Exports von grüner und nachhaltiger (Umwelt-) Infrastruktur. Dadurch soll Wissen und Anwendung von innovativen Klimaschutztechnologien international zugänglich gemacht werden. Seit 2021 werden darüber explizit Projekte im Bereich Grüne Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologien zur netzfernen und dezentralen Stromversorgung gefördert.

Internationales Zukunftslabor „REDEFINE Hydrogen Economy“

Wissenschaftliche und technologische Grundlagen für eine zukünftige Kreislauf-Wasserstoffwirtschaft schaffen – dazu trägt das Internationale Zukunftslabor „REDEFINE Hydrogen Economy“ bei, das seit 2021 vom BMBF gefördert wird. Das Team von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus 13 Ländern entwickelt an der Technischen Universität München neuartige Technologien mit dem Ziel, Grünen Wasserstoff aus biogenen Reststoffen in einem Gesamtsystem für die Stromversorgung zu erzeugen und zu nutzen. Dabei werden die Entwicklungen neuer Technologieansätze für die Hochtemperatur-Elektrolyse, für die Vergasung von Biomasse sowie für die biokatalytische Synthese von Grundchemikalien miteinander verzahnt.

Auf Initiative der Bundesregierung wurde gemeinsam mit der Europäischen Kommission sowie Vertreterinnen und Vertretern aus Wissenschaft, Industrie und Zivilgesellschaft zahlreicher europäischer Länder ein Agendaprozess zu Grünem Wasserstoff durchgeführt. Im Ergebnis wurde 2022 eine *Strategische Forschungs- und Innovationsagenda* (engl. *Strategic Research and Innovation Agenda; SRIA*) gestartet, die die Errichtung einer wettbewerbsfähigen europäischen Wasserstoffwirtschaft beschleunigen soll.

Deutschland wird neben der eigenen Erzeugung zukünftig auch auf den Import großer Mengen von Wasserstoff angewiesen sein. Damit dies gelingen kann, sind strategische Energiepartnerschaften mit möglichen Erzeugerländern weltweit genauso notwendig wie geeignete Transportmöglichkeiten (**Infobox: Wasserstoff – Internationale Kooperation in Forschung und Innovation in: VI Europäische und internationale Zusammenarbeit**).

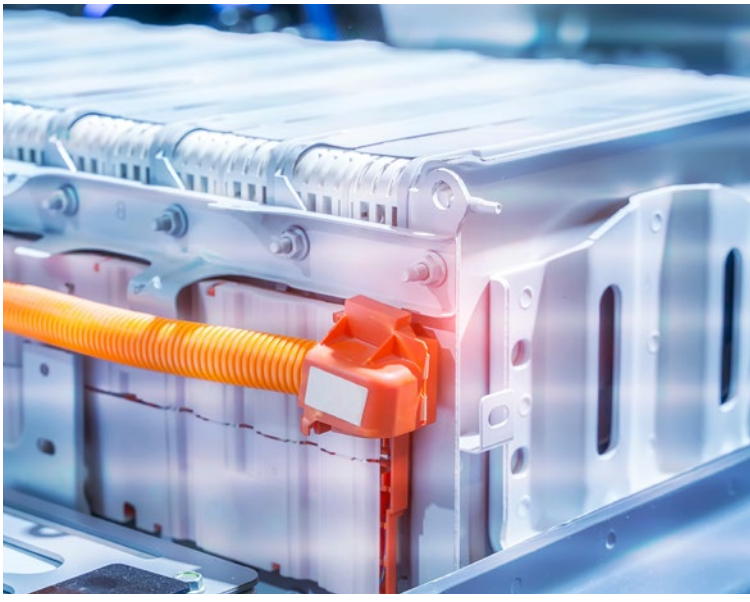
Weitere Informationen im Internet:

- Nationale Wasserstoffstrategie
- Forschungsnetzwerk Wasserstoff
- Nationaler Wasserstoffrat
- Nationale Wasserstoffprojekte
- Wasserstoff-Leitprojekte
- Wasserstoff-Kompass
- Helmholtz-Cluster HC·H_2
- Institut für nachhaltige Wasserstoffwirtschaft
- IPCEI Wasserstoff
- Energiesystemforschung – Sektorkopplung
- Energiesystemforschung – Labore der Energiewende
- Exportinitiative Umweltschutz
- Strategische Forschungs- und Innovationsagenda Grüner Wasserstoff
- Internationale Wasserstoff-Kooperationen
- Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
- HyLand – Wasserstoffregionen in Deutschland
- Innovations- und Technologiezentrum für Wasserstoff
- Internationales Zukunftslabor „REDEFINE Hydrogen Economy“

Batterieforschung

Batterien sind als Schlüsseltechnologie ein Baustein für die Energiewende und die Dekarbonisierung des Verkehrssektors. Von der Unterhaltungselektronik und mobilen Endgeräten über stationäre Energiespeicher und das Elektroauto bis zu industriellen Anwendungen – Batteriespeicher und Batteriezellen spielen in vielen Anwendungen und insbesondere bei der Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft in Richtung Netto-Null-Emission eine zentrale Rolle. So ist davon auszugehen, dass sich die Nachfrage nach Lithium-Ionen-Batterien bis 2030 von heute jährlich 200 GWh auf mehr als 2.000 GWh verzehnfachen wird. Auf die Herstellung von Batterien verlagert sich damit zukünftig ein großer Anteil der Wertschöpfung in Branchen, wie beispielsweise der Automobilindustrie, die eine großen Stellenwert in Deutschland besitzen.

Um den aktuellen Entwicklungen der Technologie und des Marktes begegnen zu können und Deutschland zu einem Zentrum für Forschung, Fertigung und Recycling von Batteriezellen zu machen, hat das BMBF mit dem *Dachkonzept Batterieforschung* die strategische und förderpolitische Grundlage weiterentwickelt. Ziel ist es, eine technologisch souveräne, wettbewerbsfähige und nachhaltige Batteriewertschöpfungskette in Deutschland und Europa aufzubauen und so Deutschlands technologische Souveränität in diesem



Lithiumbatterie für Elektroautos



Forschung für eine automatisierte intelligente und nachhaltige Produktion von Energiespeichersystemen am Fraunhofer-Institut für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik

Bereich zu sichern. Bestehende Batteriekompetenzen an Batteriezentren und in Clusterstrukturen sowie neue Forschungs- und Förderansätze werden hierbei auf eine effiziente und zukunftsgewandte Innovationspipeline ausgerichtet. Die Umsetzung des *Dachkonzepts Batterieforschung* erfolgt in fünf Handlungsfeldern: Forschung zu Material- und Produktionsprozessen, Skalierungsforschung und Digitalisierung, ressourcenschonende Batteriekreisläufe, Technologievarianten der Zukunft sowie die Weiterentwicklung des Batterieforschungsökosystems.

Damit schlägt das BMBF den Bogen von der Erforschung neuer Batteriekonzepte hin zur Industrialisierung – insbesondere mit Hilfe der im Aufbau befindlichen Fraunhofer-Forschungseinrichtung Forschungsfertigung Batteriezelle (FFB). Im Rahmen der FFB lassen sich Technologien mit mittleren bis hohen Technologiereifegraden validieren sowie Prozesse und Prozessschritte auf höchster Skalierungsstufe in einem industrienahen Umfeld untersuchen. Zudem wird die FFB auch als Technologieanbieter für bestehende und kommende Batteriefabriken auftreten und kann durch ihre flexible Ausgestaltung an der Schnittstelle von Forschung und industrieller Fertigung auf aktuelle Technologie und Marktentwicklungen reagieren.

Die FFB wird durch ein umfangreiches Portfolio an FuI-politischen Maßnahmen ergänzt. Um großen und komplexen Forschungsaufgaben in diesem Bereich erfolgreich zu begegnen, fördert das BMBF zudem die Bündelung der bundesweiten akademischen Kompetenzen und Forschungsinfrastrukturen im Rahmen vom Batteriekompetenzclustern. Deren Themenspektren umfassen flüssigelektrolytbasierte Batteriesysteme *(ExcellBattMat)*, Festkörperbatterien (*FestBatt)*, Prozessketten der Batteriezellproduktion *(ProZell)*, intelligente Batteriezellproduktion *(InZePro)*, Analytik und Qualitätssicherung *(AQua)*, Recycling und „grüne“ Batterien *(greenBatt)* sowie Batterienutzungskonzepte *(BattNutzung)*. Ergänzend sollen zudem industriegeführte Verbundprojekte initiiert werden. Um an dem in den Clustern erarbeiteten Know-how anzuknüpfen und erfolgreiche Forschungsaktivitäten zu verstetigen, fördert das BMBF seit 2023 mit *Clusters Go Industry* den Transfer wissenschaftsbasierter, anwendungsnaher Batterieforschung in die industrielle Praxis. Zudem widmet sich die Förderrichtlinie *Forschung und Entwicklung an Batterietechnologien für technologisch souveräne, wettbewerbsfähige und nachhaltige Batteriewertschöpfungsketten (B@TS)* der industrienahen, anwendungsorientierten Grundlagenforschung zu Batterietechnologien.

Unter dem *Dachkonzept Batterieforschung* werden schließlich der Ausbau der nationalen Forschungsinfrastruktur *(ForBatt)* und von Forschungsverbünden im Bereich der Batteriematerialien und -technologien *(Batterie 2020 Transfer)* inklusive des Wissenstransfers in die industrielle Praxis gefördert. Darüber hinaus wird durch Aus- und Weiterbildung die Fachkräftebasis gestärkt und der wissenschaftliche Nachwuchs *(BattFutur)* gefördert. Der Aufbau der European Learning Lab Battery (ELLB) als „Lernfabrik" an der FFB ergänzt diese Aktivitäten. Auch über das Dachkonzept hinaus adressiert das BMBF Themen der Batterieforschung im Förderbereich Energie mit Fokus auf Konzepten für die übernächsten Batteriegenerationen.

Mit dem Förderaufruf *Forschung in der Schwerpunktförderung Batteriezellfertigung* wird seit 2021 die Innovationsbasis entlang der Batterie-Wertschöpfungskette gefördert, um die industrielle Produktion von Batteriezellen zu unterstützen. Zudem fördert das BMWK die Fachkräftesicherung für die wachsende Batterieindustrie mit den sogenannten Batterie-Kompetenz-Trios aus Unternehmen/Innovationsclustern, Bildungsträgern und Forschungseinrichtungen.

Neben der nationalen soll vor allem auch die europäische und internationale Zusammenarbeit vorangetrieben werden. In den Jahren 2019 und 2021 starteten zwei *IPCEI* zur Batterieforschung. Sie sollen in Deutschland und Europa eine eigenständige, geschlossene und nachhaltige Wertschöpfungskette für Batteriezellen aufbauen, die von der Aufbereitung der Rohstoffe über die Batteriezellfertigung bis hin zum Recycling den vollständigen Lebenszyklus einer Batteriezelle abdeckt. Für beide *IPCEI* hat das BMWK bislang annähernd 1,5 Mrd. Euro zur Verfügung gestellt. Zur weiteren Stärkung einer innovativen Batteriewertschöpfungskette in Deutschland hat die Bundesregierung 2023 unter dem neuen *Temporary Crisis and Transition Framework (TCTF)* eine investive Fördermaßnahme mit FuE-Elementen gestartet. Sie stellt dafür zusätzlich ca. 1 Mrd. Euro zur Verfügung. Der Fokus soll noch mal stärker auf großen strategischen Innovationsprojekten liegen, die die komplette europäische Batterie-Wertschöpfungskette in den Blick nehmen.

Mit der Europäischen Batterieallianz (engl. European Battery Alliance; EBA250) ist eine zentrale Plattform zur Abstimmung zwischen den europäischen Mitgliedstaaten, der Europäischen Kommission und europäischen Industrieunternehmen geschaffen worden. Ihr Ziel ist es, eine wettbewerbsfähige, innovative und ressourcenschonende Zellfertigung in Europa anzusiedeln.

Der Aufbau einer wettbewerbsfähigen und nachhaltigen europäischen industriellen Wertschöpfungskette für Elektromobilität und stationäre Anwendungen ist auch Ziel der europäischen Partnerschaft *BATT4EU*, die im EU-Forschungsrahmenprogramm *Horizont Europa* eingerichtet wurde und die 2024 ihre neue *SRIA* veröffentlicht hat.

Die Bundesregierung beteiligt sich zudem im europäischen Forschungsnetzwerk *M-RA.NET* zum Thema Material- und Batterietechnologien zur Koordination von nationalen Forschungsprogrammen und kooperiert in der Batterieforschung auf bilateraler Ebene, u. a. mit Frankreich, Israel, Taiwan und den USA.

Weitere Informationen im Internet:

- Batterieforschung
- Dachkonzept Batterieforschung
- Forschungsfertigung Batteriezelle (FFB)
- Clusters Go Industry
- ForBatt
- Batterie 2000 Transfer
- BattFutur
- Schwerpunktförderung Batteriezellfertigung
- Batteriezellfertigung
- Batterien „made in Germany"
- IPCEI Batteries (engl.)
- European Battery Alliance (engl.)
- BATT4EU (engl.)
- M-ERA.NET (engl.)



Blick in die Experimentierhalle und auf die Fusionsanlage Wendelstein 7-X

Fusionsforschung

Die technische Nutzung von Fusionsenergie bietet die Chance, einen Beitrag zur Energiesouveränität und zur technologischen Souveränität nach 2050 zu leisten. International ist der Wettbewerb um das erste wirtschaftliche Fusionskraftwerk bereits im Gange. Daher hat das federführende BMBF – aufbauend auf den Ergebnissen der Expertenkommission zur laserbasierten Trägheitsfusion ein Positionspapier erarbeitet, welches Handlungsfelder und mögliche, strategisch ausgerichtete Maßnahmen in der Magnet- und Laserfusionsforschung technologieoffen skizziert.

Anders als in der Magnetfusion gibt es in der Trägheits- und insbesondere in der Laserfusion derzeit in Deutschland keine vergleichbare Forschungslandschaft. Dennoch verfügt Deutschland mit Forschungszentren, die im Bereich der Grundlagenforschung mit Hochenergielasern aktiv sind, über exzellente Ausgangsbedingungen. Mit Blick auf die Industrielandschaft gehört Deutschland in relevanten Technologiezweigen und benötigten Systemkomponenten (Lasertechnik, optische Komponenten, spezialisierte Sensorik) zu den führenden Nationen. Daraus ergeben sich Chancen für die Laserfusion in Deutschland.

Hier setzt das Förderprogramm *Fusion 2040 – Forschung auf dem Weg zum Fusionskraftwerk* des BMBF an, dessen wesentliches Ziel die Beschleunigung der Technologieentwicklung auf dem Weg zur Errichtung eines Fusionskraftwerks ist. Das Förderprogramm, für das bis 2028 ein Mittelvolumen von zunächst 370 Mio. Euro vorgesehen ist, ergänzt die bestehende institutionelle Förderung der Fusionsforschung von derzeit ca. 150 Mio. Euro jährlich um eine anwendungsorientierte Projektförderung mit Industriebeteiligung. Damit sollen die technologische Reife relevanter Technologien vorangebracht sowie benötigte Infrastrukturen, internationale Kooperationen, wissenschaftlicher Nachwuchs und ein Fusionsökosystem auf- und ausgebaut werden.

Die drei deutschen Forschungszentren, an denen bereits in der Vergangenheit über die institutionelle Förderung Fusionsforschung betrieben wurde, sind das Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP), das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) und das Forschungszentrum Jülich (FZJ). Sie stehen in engem Austausch und leisten wichtige Beiträge für die nationale sowie internationale Fusionsforschung. Die Förderung des KIT und des FZJ erfolgt durch die programmorientierte Förderung der HGF. Die institutionelle Förderung des IPP erfolgt seit Anfang 2021 über die MPG.

Mit Großgeräten wie dem Tokamak ASDEX Upgrade und dem Stellarator Wendelstein 7-X (→ **Infobox: Fusionsanlage Wendelstein 7-X)**, beide am IPP, sowie dem Hochtemperatur-Helium-Kreislauf (HELOKA)

und dem Tritiumlabor Karlsruhe (TLK), beide am KIT, steht eine weltweit einmalige Infrastruktur zur Verfügung. Die Arbeiten an den deutschen Forschungszentren sind eingebunden in das Fusionsforschungsprogramm der Europäischen Atomgemeinschaft Euratom. Das IPP koordiniert das 2014 gegründete Konsortium EUROfusion, ein Zusammenschluss aus 28 nationalen Fusionsforschungseinrichtungen in 26 Ländern der Europäischen Union und der Schweiz, dem Vereinigten Königreich sowie der Ukraine als assoziierten Mitgliedern, welches die zentrale Struktur der europäischen Fusionsforschung darstellt.

Fusionsanlage Wendelstein 7-X

Das Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) in Greifswald betreibt mit dem Wendelstein 7-X den weltweit größten und fortschrittlichsten Stellarator-Fusionsreaktor. Dessen einzigartiges Magnetfeld-Design – das technische Kernstück besteht aus 50 speziell geformten, supraleitenden Magnetspulen – stabilisiert das Fusions-Plasma mit bis zu 30 Minuten langen Entladungen bei Temperaturen von bis zu 100 Mio. Grad. Damit bietet Wendelstein 7-X eine vielversprechende Alternative zu herkömmlichen Fusionsansätzen. Die Hauptmontage wurde im Jahr 2014 abgeschlossen. Das erste Plasma wurde im Dezember 2015 erzeugt. Dem schlossen sich weitere Ausbau- und Experimentierphasen an, um die grundsätzliche Eignung von Fusionsreaktoren dieses Bautyps für einen Einsatz als Kraftwerk zu untersuchen. Seit Anfang 2022 ist die Endausbaustufe erreicht.



Montage der Grafitkacheln im Plasmagefäß von Wendelstein 7-X

Deutschland ist als Mitglied von Euratom auf europäischer Ebene zusammen mit den anderen EU-Mitgliedstaaten mittelbar am Bau des International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER) in Südfrankreich beteiligt. Die EU ist einer von sieben Partnern im Projekt, neben Japan, den USA, Russland, China, Südkorea und Indien. Sie wird im ITER-Rat von Euratom vertreten. ITER soll die grundlegende Machbarkeit der Aufrechterhaltung einer kontrollierten terrestrischen Fusionsreaktion und der technischen Nutzbarmachung der dabei freiwerdenden Energie demonstrieren und dafür – erstmals – mit einem Fusionsplasma im 500-Megawatt-Bereich zehnmal mehr thermische Energie liefern als zur Aufheizung des Plasmas benötigt wird. Plasma bezeichnet hierbei ein auf 100 bis 150 Mio. Kelvin erhitztes Gasgemisch aus Deuterium und Tritium, bei dem Elektronen und Atomkerne voneinander getrennt sind. Langfristig soll ITER damit ein wichtiger Zwischenschritt auf dem Weg zu einem ersten Demonstrationskraftwerk (DEMO) sein, das Strom ins Netz einspeisen kann. 2010 wurde mit dem Bau des ITER-Gebäudes, 2020 mit der Konstruktion des Fusionsreaktors begonnen. Bedingt durch die große technologische, aber auch strukturelle Komplexität des Projekts mit vielen „First of a kind"-Komponenten und einigen technischen Rückschlägen wird die Zeit- und Kostenplanung derzeit grundlegend durch die ITER-Organisation überarbeitet. Es ist beabsichtigt, diesen Mitte 2024 den Partnern im ITER-Rat vorzustellen. Gemäß EUROFusion Roadmap müsste DEMO in den frühen 2040 Jahren beginnen, um den Betriebsbeginn in den 2050er Jahren zu ermöglichen.

Weitere Informationen im Internet:

- Positionspapier Fusionsforschung
- Helmholtz-Gemeinschaft: Nuclear Fusion
- Max-Planck-IPP: Tokamak ASDEX Upgrade
- Max-Planck-IPP: Wendelstein 7-X
- EUROfusion (engl.)
- ITER (engl.)



Kontrollraum in einem Kernkraftwerk

Forschung für kerntechnische Sicherheit und Strahlenforschung

Die Berechtigungen zum Leistungsbetrieb der letzten drei damals im Leistungsbetrieb befindlichen Atomkraftwerke Emsland, Isar 2 und Neckarwestheim 2 sind mit Ablauf des 15. April 2023 erloschen. Damit endet die Nutzung der Kernenergie zur gewerblichen Erzeugung von Elektrizität in Deutschland und es gilt, Stilllegung und Abbau der Atomkraftwerke sicher zu vollenden und Lösungen für die Endlagerung hochradioaktiver Abfälle voranzubringen. Die Förderung der nuklearen Sicherheitsforschung der Bundesregierung liefert hier wichtige wissenschaftliche Grundlagen. Zudem liegt auch der sichere Betrieb kerntechnischer Anlagen im Ausland im unmittelbaren deutschen Sicherheitsinteresse. Daher wird sich Deutschland weiterhin aktiv in die internationale Diskussion kerntechnischer Sicherheitsfragen sowie die Weiterentwicklung des Standes von Wissenschaft und Technik einbringen. Das Konzept zur Kompetenz- und Nachwuchsentwicklung für die nukleare Sicherheit der Bundesregierung bildet in diesen Bereichen die Basis für konkrete Maßnahmen, die den Kompetenzerhalt und die Kompetenzentwicklung stärken.

Eine leistungsfähige Strahlenforschung liefert die wissenschaftlichen Grundlagen, um das von Strahlung ausgehende Risiko für die Gesundheit sowie den Nutzen für den technischen und medizinischen Fortschritt bewerten zu können. Die Forschungsförderung der Bundesregierung stellt sicher, dass das hohe wissenschaftliche Niveau der Strahlenforschung und die auch in Zukunft dringend benötigten Kompetenzen auf allen Gebieten der Strahlenforschung in Deutschland langfristig gewahrt bleiben und weiter ausgebaut werden.

Die Ressortforschung des BMUV, insbesondere das Bundesamt für Strahlenschutz (BfS) und das Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE), hat zum Ziel, wissenschaftliche Erkenntnisse für die sachgerechte Erfüllung der Ressortaufgaben zu gewinnen. Mit dem Projektförderprogramm zur Sicherheitsforschung für kerntechnische Anlagen (2021–2025) fördert das BMUV die anwendungsorientierte Grundlagenforschung in den Forschungsgebieten Reaktorsicherheit, verlängerte Zwischenlagerung und Behandlung hochradioaktiver Abfälle, Endlagerung sowie Querschnittsthemen zu diesen Forschungsgebieten.

Im Geschäftsbereich des BMWK forschen die Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) auf dem Gebiet der Endlagerung sowie die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) zur Sicherheit von Transport- und von Transport- und Lagerbehältern für radioaktives Material. Im Rahmen des BMBF-Förderkonzepts *FORKA – Forschung für den Rückbau kerntechnischer Anlagen* wird bis 2027 FuE für anwendungsorientierte Technologien und Verfahren unterstützt. Mit der Förderrichtlinie zur *Nuklearen Sicherheits- und Strahlenforschung* stärkt das BMBF den Kompetenzerhalt und die Nachwuchsförderung auf diesem Gebiet, um die Sprechfähigkeit Deutschlands zur Sicherheit kerntechnischer Anlagen im Ausland sicherzustellen und den diesbezüglichen Stand von Wissenschaft und Technik weiter zu erhöhen.

Darüber hinaus beteiligt sich Deutschland an der europäischen und internationalen Zusammenarbeit zur nuklearen Sicherheitsforschung, z. B. im Rahmen der Europäischen Atomgemeinschaft (Euratom) und der OECD Nuclear Energy Agency (NEA) sowie der Internationalen Atomenergie-Organisation (engl. International Atomic Energy Agency; IAEA). So legt beispielsweise das Euratom-Forschungs- und Ausbildungsprogramm (2021–2025) einen Schwerpunkt auf die kontinuierliche Verbesserung der nuklearen Sicherheit und des Strahlenschutzes. Es ist Teil der Bemühungen der EU, die Technologieführerschaft weiter auszubauen und Spitzenleistungen in der Nuklearforschung und -innovation zu fördern, insbesondere bei der Gewährleistung höchster Sicherheitsstandards, Schutzmaßnahmen, Strahlenschutz, sicherer abgebrannter Brennelemente, Entsorgung radioaktiver Abfälle und Stilllegung kerntechnischer Anlagen.

Weitere Informationen im Internet:

- Nukleare Sicherheit
- Strahlenschutz
- Forschungsförderung zur nuklearen Sicherheit
- Bundesamt für die Sicherheit der nuklearen Entsorgung (BASE)
- Bundesamt für Strahlenschutz (BfS)
- Endlagerung radioaktiver Abfälle, Geotechnische Sicherheit
- Kerntechnische Entsorgung
- Forschung für den Rückbau kerntechnischer Anlagen
- Projektförderung in der Nuklearen Sicherheits- und Strahlenforschung
- Euratom
- Nuclear Energy Agency (engl.)
- International Atomic Energy Agency (engl.)



Weiterführende Verweise zu diesem und anderen Kapiteln finden Sie unter ***BuFI-Online-Angebot: Linkportal***.

1.3 Transformation des Mobilitätssystems



Radfahrer, Fußgänger, Bus und Autos auf der Kennedybrücke in Bonn

Eine nachhaltige Mobilität der Zukunft vereint Klimaneutralität, positive ökonomische und ökologische Impulse und eine breite soziale Teilhabe. Ziel ist es, die Leistungsfähigkeit der Verkehrsinfrastrukturen in allen Regionen, in der Stadt und auf dem Land, verlässlich sicherzustellen. Klimawandel und Wetterextreme sind zunehmende Herausforderungen der Verkehrsinfrastruktur, die der Forschung und Entwicklung von Anpassungsmaßnahmen und robuster Infrastrukturgestaltung bedürfen. Das Verkehrssystem ist somit insgesamt physisch, digital und systemisch im Sinne der Daseinsvorsorge zu stärken. Die Transformation des Mobilitätssystems braucht daher klimaschonende, umweltverträgliche, wirtschaftlich effiziente, barrierefreie und sozial gerechte Mobilitätslösungen.

Die Bundesregierung fördert ressortübergreifend Forschungs- und Entwicklungsprojekte, deren modellhafte Umsetzung und den Wissenstransfer zu technischen Lösungen für Antriebe, Kraftstoffe und Speichertechnologien, zu innovativen Mobilitäts- und Logistikkonzepten, zur Automatisierung und digitalen Vernetzung, zum Infrastrukturaufbau und zur Netzintegration, aber auch zum Aufbau und zur Stärkung von Wertschöpfungsketten und Sozialen Innovationen.

Mit dem *Strategischen Ressortforschungsrahmen* für die 20. Legislaturperiode richtet das BMDV die eigene Forschung innerhalb der einzelnen Ressortforschungseinrichtungen sowie die Forschungsförderung an den Forschungsschwerpunkten „Leistungsfähige Verkehrsinfrastruktur“, „Klimaneutralität und Umweltschutz in Verkehrssystemen“, „Mobile, digital vernetzte Gesellschaft und Wirtschaft“, „Leistungsfähige digitale Netze und Datenstrukturen“, „Fortentwicklung digitaler Anwendungen“ sowie „Resiliente Verkehrs- und Datensysteme und Verkehrssicherheit“ aus. Die Impulse und Forschungsergebnisse der Ressortforschungseinrichtungen sind ein wichtiger Beitrag für die Transformation des Mobilitätssystems.

Als verkehrsträgerübergreifendes Format in der Ressortforschung bündelt das BMDV-Expertennetzwerk die Kompetenzen von sechs Ressortforschungseinrichtungen und einer Fachoberbehörde im Geschäftsbereich des BMDV. Hier werden behördenübergreifende Fragestellungen der Mobilität in sechs Themenfeldern gemeinsam bearbeitet. Zudem wurde 2022 der Expertenbeirat Klimaschutz in der Mobilität (EKM) eingerichtet. Der 20-köpfige Beirat berät das BMDV zur Umsetzung eines verkehrsträgerübergreifenden Klimaschutzes, zu Instrumenten der Digitalisierung für den Klimaschutz im Verkehrssektor sowie zur Tragfähigkeit verkehrlicher Klimaschutzmaßnahmen in der Gesellschaft.

Im Zusammenhang mit der Transformation des Mobilitätssystems befindet sich auch die Fahrzeugbranche in einem tiefgreifenden Strukturwandel – mit vielfältigen Herausforderungen, aber auch Chancen. Mit dem Förderrahmen *Zukunftsinvestitionen Fahrzeughersteller und Zulieferindustrie* unterstützt das BMWK die Fahrzeugbranche in Deutschland bei der erfolgreichen Gestaltung der Transformation. Dafür hat die Bundesregierung im *Konjunktur- und Zukunftspaket* vom Juni 2020 unter der Ziffer 35c (kurz: KoPa 35c) einen Betrag in Höhe von 2 Mrd. Euro für Forschung und Entwicklung sowie Investitionen der Fahrzeughersteller- und Zulieferindustrie bereitgestellt. Dieser wird über das BMWK über mehrere Förderprogramme umgesetzt: Modernisierung der

Produktion als Schub für Produktivität und Resilienz (Modul a), neue, innovative Produkte als Schlüssel für Fahrzeuge und Mobilität der Zukunft im Rahmen des Programms *Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien (NFST)* (Modul b) sowie gemeinsame Lösungen finden, regionale Innovationscluster aufbauen (Modul c).

Im Rahmen des Programms *NFST* werden vorwettbewerbliche FuE-Projekte gefördert, die sich mit hochinnovativen Technologien rund um Fahrzeuge sowie Fahrzeug- und Mobilitätssysteme befassen. Weitere Themen sind innovative Fahrzeuge und Systemtechnologien auf Straße und Schiene, die Einbindung von Fahrzeugen in Daten- und Mobilitätssysteme oder die Digitalisierung von Fahrzeugen selbst. Auch der Einsatz innovativer Ansätze im Bereich der KI, von der Fahrzeugentwicklung bis hin zum Betrieb, insbesondere im Anwendungsfeld automatisierter und vernetzter Fahrzeuge, stellt einen Förderschwerpunkt dar. In industrieübergreifenden Forschungsprojekten wird ein gesamtheitlicher Ansatz verfolgt, um die Erzeugung von synthetischen Sensordaten, das Training, die Validierung und die methodische Absicherung von automatischen Fahrfunktionen zu erforschen, welche auf KI basieren oder diese nutzen.

Zudem stärkt das BMWK mit der Förderung von thematischen Transformationsnetzwerken, Transformations-Hubs und regionalen Innovationsclustern die Vernetzung von Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Stakeholdern, den Wissenstransfer hin zu KMU sowie die Schaffung von Synergieeffekten zwischen den Vorhaben. Damit wird die Gestaltung der Transformationsprozesse in der Automobil- und Zulieferindustrie insbesondere in den vom Strukturwandel besonders betroffenen Regionen vorangetrieben.

Von insgesamt 55 Instituten und Einrichtungen des DLR sind 29 verkehrstechnisch ausgerichtet – damit stellt das DLR die größte institutionell geförderte Verkehrsforschungseinrichtung in Europa dar. Das DLR folgt einem systemischen, programmatischen Ansatz und legt besonderes Augenmerk auf das Zusammenspiel der unterschiedlichen Verkehrsträger. Im Fokus der Forschung stehen ebenfalls die zunehmende Automatisierung und Digitalisierung des Verkehrssystems der Zukunft, die damit verbundenen Chancen und Risiken sowie die elementare Verknüpfung von Energie- und Verkehrssystem zur Entwicklung einer nachhaltigen Mobilität. Die Darstellung der Forschung für die maritime Wirtschaft und Schifffahrt erfolgt im **Kapitel IV 5 Weltraum und Meere**.

Weitere Informationen im Internet:

- Strategischer Rahmen der BMDV-Ressortforschung
- Expertenbeirat Klimaschutz in der Mobilität
- BMDV-Expertennetzwerk
- Expertenbeirat Klimaschutz in der Mobilität
- DLR Verkehrsforschung
- Zukunftsinvestitionen Fahrzeughersteller und Zulieferindustrie
- Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien

Emissionsfrei unterwegs ohne Feinstaub und Mikroplastik

In Zusammenarbeit zwischen dem DLR und dem Automobilunternehmen HWA wurde ein Fahrzeugprototyp entwickelt und auf der IAA Mobility 2023 vorgestellt, der mit E-Antrieb und dank innovativer Technik ohne Feinstaub- und Mikroplastikemissionen nahezu emissionsfrei ist. Statt einer herkömmlichen Scheibenbremse ist das Fahrzeug mit einer Lamellenbremse ausgestattet. Diese ist platzsparend in die Elektromotor-Getriebe-Einheit integriert, sodass der Bremsabrieb per Filter aufgefangen werden kann. Dank der speziell entwickelten Hochleistungselektronik wird zudem die Bremsenergie nahezu vollständig zurückgewonnen. Den freigewordenen Platz nutzten die Forscherinnen und Forscher für eine weitere Innovation: Der geschlossene Radkasten des Zero Emission Drive Unit (ZEDU-1) ist aerodynamisch so ausgelegt, dass beim Fahren ein Unterdruck entsteht, der auch die vom Reifenabrieb herrührenden Feinstaubemissionen zurückhält: Eine Lüftereinheit in der Frontpartie des Fahrzeugs saugt die Partikel ab und schickt sie durch ein Filtersystem.

Elektromobilität

Der Verkehrssektor ist mitverantwortlich für die Gesamttreibhausgasemissionen Deutschlands. Diese sollen gemäß den Zielen des *Bundes-Klimaschutzgesetzes* bis 2030 von 147 Mio. Tonnen CO_2-Äquivalent pro Jahr auf jährlich nur noch 85 Mio. Tonnen sinken. Elektromobilität ist ein Schlüssel für die Gestaltung eines innovativen, nachhaltigen und klimaschonenden Verkehrssystems. Seit Ende 2022 sind mehr als eine Million reine Elektrofahrzeuge in Deutschland zugelassen – bis 2030 sollen es 15 Mio. sein. Die Bundesregierung trägt mit ihrer FuE-Förderung dazu bei, die Technologieentwicklung voranzutreiben und den Markthochlauf der Elektromobilität weiter zu beschleunigen.

Die Erschließung der energie- und klimapolitischen Potenziale der Elektromobilität und gleichzeitig die Stärkung der Wettbewerbsposition deutscher Industriebranchen stehen im Fokus des FuE-Förderprogramms *Erneuerbar mobil* des BMWK. Das Themenspektrum der aktuellen, bis 2025 gültigen Bekanntmachung umfasst u. a. Feld- und Pilotversuche, Erschließung des Klima- und Umweltvorteils von Elektrofahrzeugen, Ladekomfort, Verfügbarkeit und Auslastung von Ladeinfrastruktur, ökologische Standards, Ressourcenverfügbarkeit und Recycling sowie Stärkung der Wertschöpfungsketten.

Im Rahmen des 2023 aufgelegten BMWK-Technologieprogramms *IKT für Elektromobilität: wirtschaftliche E-Nutzfahrzeug-Anwendungen und Infrastrukturen* werden IKT-Projekte, die sich ganzheitlich mit dem Laden von E-Fahrzeugen, mit Mobilität im Wasserstoff-Ökosystem und mit hochautomatisiertem Fahren in der Personen- und Warenlogistik beschäftigen, gefördert.

Weitere Informationen im Internet:

- Elektromobilität in Deutschland
- IKT für Elektromobilität
- Forschungscampus Mobility2Grid

Wasserstoff und Brennstoffzellen im Mobilitätsbereich, erneuerbare Kraftstoffe

Für den vollständigen klimaneutralen Umbau des Verkehrssektors sind regenerative Kraftstoffe unerlässlich – insbesondere dort, wo sich Anwendungen schwer oder gar nicht elektrifizieren lassen. Für Luft- und Schifffahrt sowie im Straßenverkehr bestehen dabei unterschiedliche Potenziale: Insbesondere der überwiegende Anteil der Luftfahrt und des Schiffsverkehrs kann bis 2045 nur durch synthetische Kraftstoffe dekarbonisiert werden. Hinzu kommt ein strategisch wichtiger Bedarf für militärische

Forschungscampus Mobility2Grid

Der BMBF-geförderte Forschungscampus Mobility2Grid erforscht bereits seit 2011 Konzepte für die Elektromobilität von morgen und das Gelingen der Energie- und Verkehrswende in urbanen Räumen. Mobility2Grid widmet sich unter der Leitung der Technischen Universität Berlin Themen wie der Elektrifizierung von Flotten und Depots und dem automatisierten Fahren und Laden. Anhand eines Reallabors auf dem EUREF-Campus in Berlin wird die Integration der Elektromobilität in das Energiesystem erlebbar. In seiner zweiten Förderphase soll die Umsetzung in weiteren „Transferarealen“ vorangetrieben werden. Mobility2Grid untersucht Akteursmodelle für die Integration E-mobiler Speicher- und Ladetechnologien und Lösungen für die Umsetzung von automatisiertem Laden. Außerdem erforscht und erprobt der Forschungscampus technologieoffene neue Konzepte für multifunktionale Mobilitätshubs und für neue Mobilitätsformen. Ziel ist es, diese in die Umsetzung zu bringen.



Anwendungen. Insbesondere kommt der Nutzung von Wasserstoff als Ausgangsstoff für die Herstellung strombasierter synthetischer Kraftstoffe eine besondere Rolle zu – in Ergänzung zu anderen alternativen Antriebsformen und als Skalierungstreiber einer Wasserstoffwirtschaft, wie auch die *NWS* hervorhebt.

Bereits seit 2007 wird die FuE-Förderung zur Einführung von Wasserstoff als Energieträger im *Nationalen Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP)* durchgeführt (→ **IV 1.2 Erneuerbare und sichere Energieversorgung**). Mit den aktuellen Förderrichtlinien des BMDV für die zweite Phase des *NIP II* von 2016 bis 2026 stehen neben der Förderung von FuE-Aktivitäten zur Verbesserung der technologischen Reife und der Wettbewerbsfähigkeit auch die Marktaktivierung durch die Förderung der Beschaffung von Wasserstoffanwendungen im Mobilitätsbereich – insbesondere für Personenkraftwagen, Busse, Nutzfahrzeuge, Schienenfahrzeuge und als Bordstromversorgung für Schiffe und Flugzeuge – im Fokus. Zudem wird der Aufbau von Wasserstoffregionen und die Vernetzung auf nationaler und internationaler Ebene gefördert. Ein zentraler Schwerpunkt des *NIP II* ist der Aufbau eines Grundnetzes für Wasserstofftankstellen in Deutschland. Von den 87 Wasserstofftankstellen für Pkw und leichte Nutzfahrzeuge in Betrieb wurden 52 durch das *NIP* gefördert, von den 45 Wasserstofftankstellen für Lkw und Busse in Realisierung werden 31 vom *NIP* unterstützt. Die *NWS* weist dem *NIP* die Rolle einer zentralen Maßnahme zur Umsetzung im Verkehrssektor zu.



Antrieb mit Brennstoffzellen

Technologieplattform für Power-to-Liquid-Kraftstoffe

Im Rahmen des *Gesamtkonzepts erneuerbare Kraftstoffe* wird durch ein Konsortium rund um das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) eine Technologieplattform für Power-to-Liquid-Kraftstoffe aufgebaut. Dabei entsteht eine PtL-Anlage mit einem Forschungs- und einem Demonstrationsstrang, der im semi-industriellen Maßstab PtL-Kraftstoff produzieren soll. Als diskriminierungsfreie Plattform steht die TPP interessierten Dritten aus Wissenschaft und Industrie zur Weiterentwicklung von Technologien und Prozessen zur Verfügung.

Das BMDV hat ein *Gesamtkonzept erneuerbare Kraftstoffe* entwickelt, mit dem u. a. FuE im Bereich strombasierter und Biokraftstoffe gefördert und vorangetrieben wird. Der Fokus liegt hierbei auf der Weiterentwicklung und Optimierung einzelner Produktionsschritte und -verfahren, insbesondere auch in Form von Demonstrations- und Pilotanlagen. Es werden bereits 19 Verbundprojekte im Umfang von 117 Mio. Euro gefördert, darunter auch Projekte zur Weiterentwicklung der Methanol-to-Jet und der Fischer-Tropsch-Route zur Produktion von strombasiertem Kerosin. Aufgrund der erforderlichen Haushaltskonsolidierung und der erfolgten Schwerpunktsetzung auf die unbedingt erforderlichen Investitionen können von 2024 an nicht alle Förderprogramme des *Gesamtkonzepts erneuerbare Kraftstoffe* im geplanten Umfang fortgeführt werden.

Weitere Informationen im Internet:

- Nationale Wasserstoffstrategie
- Nationales Innovationsprogramm Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie
- Gesamtkonzept erneuerbare Kraftstoffe
- Entwicklungsplattform für Power-to-Liquid-Kraftstoffe

Mobilitätsdaten

Die moderne, vernetzte und intermodale Mobilität ist heute mehr denn je auf einen wichtigen Rohstoff angewiesen: Daten. Nachhaltige Verkehrsplanung, intelligente Verkehrssteuerung oder die individuelle Wahl von Verkehrsmitteln sind nur drei Beispiele, die ohne einen verlässlichen Zugang zu Daten nicht auskommen. Um Zugang zu, Verfügbarkeit und Nutzung von Daten – einschließlich mobilitätsbezogene Echtzeitdaten – zu erleichtern, setzt die Bundesregierung auf spezielle Datenräume, hat eine Datenstrategie verabschiedet und erarbeitet ein *Mobilitätsdatengesetz*.

Als einen zentralen Baustein eines Ökosystems für Mobilitätsdaten in Deutschland betreibt das BMDV seit 2022 die Mobilithek. Die Plattform ermöglicht den Austausch digitaler Informationen von Mobilitätsanbietern, Infrastrukturbetreibern und Verkehrsbehörden sowie Informationsanbietern und verknüpft dabei ein breites Angebot an Daten, u. a. von Fahrplandaten, Verkehrsinformationen in Echtzeit, Standortdaten bis hin zu Wetter- und Klimadaten.



Die Mobilithek ist Nationaler Zugangspunkt zu Mobilitätsdaten im Sinne der europäischen delegierten Verordnungen zur Ergänzung der Richtlinie über intelligente Verkehrssysteme (IVS). Der Mobilithek liegt eine zentrale cloudbasierte Infrastruktur mit einem Webportal zugrunde.

Als weiteren wichtigen Bestandteil eines Ökosystems für Mobilitätsdaten, wie es als Leuchtturmprojekt in der *Digitalstrategie* der Bundesregierung beschrieben ist, fördert das BMDV den privatwirtschaftlich organisierten Mobility Data Space (MDS). Der MDS bietet einen tragfähigen Ansatz zum freiwilligen Teilen und Handeln von Daten bei vollständiger Wahrung der Datensouveränität und setzt dabei europäische und internationale Standards wie Gaia-X und der International Data Spaces Association (IDSA) um. Der MDS kann in seiner Ausprägung einen Kristallisationspunkt für einen europäischen Mobilitätsdatenraum darstellen. Eine Verknüpfung zwischen MDS und Mobilithek stellt den Austausch von Daten zwischen beiden Systemen sicher. Der MDS wird getragen von der Datenraum Mobilität GmbH, die aus einem Projekt der acatech Stiftung hervorgegangen ist.

Um auch einen verbindlichen Rechtsrahmen zu schaffen, der die freie Zugänglichkeit von Verkehrsdaten sicherstellt, erarbeitet das BMDV aktuell ein *Mobilitätsdatengesetz*, das 2024 verabschiedet werden soll. Die Eckpunkte des *Mobilitätsdatengesetzes* befassen sich mit Fragen zur Umsetzung von EU-Vorgaben, Datenbereitstellung, Datenqualität, Datenaufsicht, Dateninfrastruktur, Koordination sowie die Verknüpfung von Verkehrsinfrastrukturdaten im Sinne eines digitalen Zwillings.

Weitere Informationen im Internet:

- Mobilithek
- Mobility Data Space (MDS)
- Gaia-X – Domäne Mobilität
- International Data Space (IDS)
- Mobilitätsdatengesetz

Autonomes und vernetztes Fahren

Auf dem Weg zu einer modernen, klimaschonenden, barrierefreien, nachhaltigen und sozial gerechten Mobilität bietet das autonome und vernetzte Fahren vielfältige Chancen. Die Bundesregierung setzt sich dafür ein, die FuE sicherer und zuverlässiger Digitaltechnologien, insbesondere der Künstlichen Intelligenz (KI), Sensorik, Elektronik und Big Data voranzutreiben, um so die Effizienz im Verkehr zu erhöhen und die Entwicklung autonomer Verkehre zu fördern. Deutschland soll zum Innovationsstandort für autonomes Fahren werden. Mit dem Gesetz und der Verordnung zum autonomen Fahren wurde in den letzten Jahren bereits der entsprechende Rechtsrahmen geschaffen.

Den Weg zum autonomen Fahren begleitet das BMDV seit 2016 mit entsprechender Forschungsförderung. Insgesamt hat das BMDV bereits mehr als 290 Mio. Euro für mehr als 70 FuE-Vorhaben bereitgestellt. Die aktuelle Förderrichtlinie *Autonomes und Vernetztes Fahren in öffentlichen Verkehren* aus dem September 2022 unterstützt dabei, autonomes Fahren in begrenzten Betriebsbereichen in den Regelbetrieb zu bringen. Es werden anwendungsorientierte Forschungsvorhaben, die praxistaugliche Lösungen für den öffentlichen Verkehr erproben, gefördert. Damit sollen die öffentliche Sichtbarkeit und Akzeptanz für autonome und vernetzte Mobilität erhöht werden. Der erste Förderaufruf zur Förderrichtlinie war hoch überzeichnet. Derzeit werden daraus fünf Forschungsvorhaben gefördert.

Digitale Testfelder auf Autobahnen

Wie können autonome, automatisierte und nicht-automatisierte Fahrzeuge unsere Straßen sicher und verträglich gemeinsam nutzen? Um das zu untersuchen, eignet sich insbesondere das Netz der Bundesautobahnen. Daher hat das BMDV für den Zeitraum 2022 bis 2026 digitale Testfelder auf Streckenabschnitten der A2 und A8 eingerichtet, um das hochautomatisierte und autonome Fahren unter den Bedingungen eines Mischverkehrs zu erproben. Im Vordergrund stehen Fragen zu den Wirkungen auf die Verkehrssicherheit, den Verkehrsablauf und die Umwelt.

Dieses Projekt ergänzt das Digitale Testfeld Autobahn (DTA), welches bereits 2015 gemeinsam mit dem Freistaat Bayern, dem Verband der Automobilindustrie e. V. (VDA) und der Bitkom auf der A9 zwischen München und Nürnberg eingerichtet wurde.

Auch auf dem Wasser wird das automatisierte Fahren u. a. im Rahmen des BMDV Förderprogramms *Digitale Testfelder Wasserstraßen* erforscht und erprobt. In diesem Zusammenhang werden auch alternative Transport- und Mobilitätskonzepte, die Wasserstraßen miteinschließen, betrachtet.

Digitale Technologien und Schlüsseltechnologien sind die Grundlage für die erfolgreiche Entwicklung und den Fortschritt des autonomen Fahrens. Mit dem Technologieförderprogramm *Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien (NFST)* unterstützt das BMWK in der Programmsäule „Automatisiertes Fahren" produkt- und anwendungsnahe FuE, die substanzielle Fortschritte beim automatisierten und vernetzten Fahren auf Straße und Schiene hervorbringt. Im Rahmen von *NFST* geförderte Themenfelder umfassen innovative Sensorik- und Aktoriksysteme, hochgenaue Lokalisierung, externe Fahrzeugkommunikation, neuartige Verfahren zur Datenfusion und -verarbeitung, Mensch-Maschine-Interaktion sowie angepasste Test- und Validierungsverfahren (→ **Infobox: Funktionsentwicklung für sicheres hochautomatisiertes Fahren**).

Mit dem Rahmenprogramm *Mikroelektronik. Vertrauenswürdig und nachhaltig. Für Deutschland und Europa 2021–2024* nimmt auch das BMBF das autonome Fahren als zukunftsweisende Anwendung in den Blick. Die Automatisierung und Vernetzung von Fahrzeugen geht mit einer rasant wachsenden Datenmenge im Fahrzeug einher, die echtzeitnah verarbeitet werden muss. Die hohen Anforderungen an Rechenleistung, Flexibilität und Effizienz verlangen neue Ansätze in der Mikroelektronik sowie in der Rechen- und Softwarearchitektur. Im Forschungsschwerpunkt *Elektronik und Softwareentwicklungsmethoden für die Digitalisierung der Automobilität (MANNHEIM)* werden strategische Projekte für hochleistungsfähige Rechenplattformen, neuartige Fahrzeugarchitekturen sowie die Schnittstellen zu zukunftsfähigen Softwareentwicklungsprozessen und

Funktionsentwicklung für sicheres hochautomatisiertes Fahren

Im Rahmen des Förderprogramms *Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien* wird eine Reihe von Leuchtturmprojekten gefördert, die sich mit der hersteller- und zulieferübergreifenden Funktionsentwicklung für das hochautomatisierte Fahren beschäftigen. Dazu gehört das Vorhaben „STADT:up“, in dem sowohl das durchgängige automatisierte Fahren für komplexe Anwendungsfälle im urbanen Raum als auch zukünftige Mobilitätskonzepte in Zusammenarbeit mit Kommunen untersucht werden. Die 22 Partner aus Industrie und Wissenschaft werden dafür mit insgesamt 33,5 Mio. Euro gefördert. Im Projekt „ATLAS-L4“ werden die technologischen Grundlagen für die Befähigung von SAE-Level-4-Lkw im Hub2Hub-Verkehr auf Autobahnen geschaffen. Das BMWK fördert das Vorhaben mit einer Gesamtsumme von 31,6 Mio. Euro. Sowohl hinsichtlich der Sicherheit als auch der Akzeptanz automatisierter Fahrfunktionen spielen zudem Mensch-Maschine-Interaktionen (HMI) eine immer wichtigere Rolle. Im Vorhaben „RUMBA“ (10,4 Mio. Euro Förderung) entwickeln 11 Partner verschiedene Aspekte zielgruppengerechter Systeme für Pkw und Lkw.

-methoden erforscht (→ **IV 4.7 Mikroelektronik**). Das autonome Fahren – ein Beispiel von besonderer Sensibilität im Bereich der IT-Sicherheit – wird auch im Rahmenprogramm zur *IT-Sicherheit – Digital. Sicher. Souverän.* aufgegriffen (→ **IV 4.5 IT- und Cybersicherheit**). Zukünftige Mobilitätsangebote setzen zudem auf datenintensive Anwendungen und vernetzte autonome Transportsysteme. Mit dem *Forschungsprogramm Souverän. Digital. Vernetzt.* fördert das BMBF die Erforschung moderner und künftiger Kommunikationstechnologien, damit vernetzte Mobilität nachhaltiger, sicherer und zuverlässiger wird (→ **IV 4.2 Kommunikationstechnologien**).

Weitere Informationen im Internet:

- Automatisiertes und vernetztes Fahren
- Forschungsförderung autonomes, automatisiertes und vernetztes Fahren
- Digitale Testfelder Autobahn
- Digitale Testfelder an Wasserstraßen
- Digitale Testfelder in Häfen
- Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien



Zukunftsfähiger Stadt- und Regionalverkehr

Eine zukunftsfähige und nachhaltige urbane Mobilität erfordert ein intelligentes Zusammenspiel einzelner Verkehrsträger sowie die Verknüpfung technologischer und Sozialer Innovationen. Dadurch unterstützt können auf lokaler und regionaler Ebene der Rad- und Fußverkehr sowie der öffentliche Personenverkehr als ein integriertes System an Attraktivität gewinnen.

Anwendungsorientierte wissenschaftliche und praktische Erkenntnisse zur zukunftsfähigen Gestaltung städtischer und regionaler Mobilität für die Entscheidungsträger im Nahverkehr zu erarbeiten und zur Verfügung zu stellen – das ist das Ziel des BMDV-*Forschungsprogramms Stadtverkehr (FoPS)*. Dazu werden vielfältige Forschungsvorhaben auf Grundlage des Gemeindeverkehrsfinanzierungsgesetzes (GVFG) als Auftragsforschung vergeben. Die Erkenntnisse sollen u. a. durch Empfehlungen, Handlungsleitfäden oder durch modellhafte Erprobungen bundesweit in die Praxis und den planerischen Alltag transferiert werden und so zur Bereitstellung einer integrierten, vernetzten, nachhaltigen und sicheren Mobilität sowie zur Leistungsfähigkeit und Resilienz der Verkehrsinfrastruktur für alle Verkehrsteilnehmerinnen und -teilnehmer beitragen.



Mit der im Mai 2022 überarbeiteten Richtlinie hat das BMDV auch die *Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme* in den Blick genommen. Hiermit werden Anwendungsmaßnahmen in Kommunen unterstützt. Sie adressieren u. a. die Erhebung und Nutzung von Mobilitätsdaten, Vorhaben zur Automatisierung und Vernetzung, den Aufbau von Mobilitätsplattformen, Buchungs- und Bezahlsystemen, On-Demand-Diensten und Lösungen für digitale Fahrgastinformationen.

Die BMBF-Forschungsagenda *Nachhaltige urbane Mobilität* nimmt als Teil der Forschungsstrategie *FONA* die nachhaltige Modernisierung städtischer Mobilitätssysteme sowie nachhaltige Innovationen im deutschen Mobilitätssystem in den Blick. In der Umsetzung der Forschungsagenda werden Kommunen im Wettbewerb *MobilitätsWerkStadt 2025* bei der Erstellung und der Umsetzung ganzheitlicher Mobilitätskonzepte unterstützt. Bis 2024 werden 14 Konzepte in inter- und transdisziplinären Forschungsverbünden umgesetzt und ausgewählte Projekte bis 2026 fortgeführt. Im Vordergrund steht der Transfer von Ergebnissen und Erkenntnissen. Ergänzend wird mit der Maßnahme *MobilitätsZukunftsLabor 2050* die FuE zu übergeordneten und grundsätzlichen Fragen der nachhaltigen urbanen Mobilität gefördert. Unterstützt werden die Kommunen durch die Begleitforschung „Nachhaltige Mobilität“, sodass ein enger Austausch

Online-Nachschlagewerk Mobilikon

Gleichwertige Lebensverhältnisse in Stadt und Land setzen funktionierende und abgestimmte Mobilitätsangebote vor Ort voraus. Das Online-Nachschlagewerk Mobilikon bietet auf mobilikon.de passgenaue, intelligente und umsetzungsnahe Lösungen für die kommunale Mobilität vor Ort – konkrete Maßnahmen, Praxisbeispiele, Instrumente und Umsetzungshilfen. Die Inhalte basieren auf Ergebnissen von Forschungsprojekten, Modellvorhaben, Fachpublikationen, auf der Expertise von Verbänden, Behörden und Unternehmen sowie auf dem Praxiswissen von Expertinnen und Experten. Mobilikon ist ein gemeinsames Projekt des Bundesinstituts für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) und des BMWSB im Rahmen des Programms *Region gestalten*.

und der Transfer von Wissen und Lösungsansätzen in die Praxis ermöglicht wird.

Im Rahmen des *Bundesprogramms Ländliche Entwicklung und Regionale Wertschöpfung (BULEplus)* fördert das BMEL Modellprojekte und -regionen, Wettbewerbe, Forschung und den Wissenstransfer, die zur Stärkung der regionalen Entwicklung in ländlichen Räumen beitragen. Mit den Vorhaben *LandMobil – Unterwegs in ländlichen Räumen* und *LandStation – Verknüpfte Mobilität in ländlichen Räumen* wurden und werden modellhafte Projekte gefördert, die Lösungen für die Mobilität in ländlichen Räumen entwickeln und Mobilitätsangebote vernetzen, bündeln und sichtbar machen. Die Projekte der einzelnen *BULEplus*-Vorhaben werden wissenschaftlich begleitet mit dem Ziel, die Vernetzung und den übergreifenden Wissenstransfer auch über die Modellprojekte hinaus sicherzustellen.

Mit der Förderrichtlinie *Nachhaltige Mobilität in regionalen Transformationsräumen – in Metropolregionen, Regiopolregionen und interkommunalen Verbünden* erweitert das BMBF 2023 den räumlichen Bezug seiner Forschungsagenda *Nachhaltige urbane Mobilität* und knüpft gleichzeitig an deren Ergebnisse an. Gefördert werden inter- und transdisziplinäre FuE-Vorhaben im Bereich der systemischen Mobilitätsforschung, die die Entwicklung und raumwirksame Verbreitung technologischer und Sozialer Innovationen zum Ziel haben (→ **IV 1.4 Zukunftsfähige Städte und Regionen**).

Im zweistufigen Zukunftswettbewerb *#mobilwandel2035* des BMUV erarbeiten fünf Projekte bis Ende 2024 Visionen für eine umwelt- und sozialverträgliche kommunale Mobilität im Jahr 2035.

Der Fahrradverkehr stellt eine nachhaltige, gesundheitsförderliche und vergleichsweise kostengünstige Form der Mobilität dar. Innovative Fahrradtechnologien, Dienstleistungen und Infrastrukturlösungen sind wichtige Bausteine für eine häufige und sichere Nutzung des Fahrrades. Durch die Integration des Fahrrads in vernetzte Mobilitätsdienste lassen sich die Möglichkeiten des Radverkehrs optimal nutzen. Mit dem *Nationalen Radverkehrsplan 3.0* hat die Bundesregierung die Leitlinien zur Förderung des Radverkehrs festgelegt. Der Bereich Innovation und Digitalisierung stellt darin eines der drei Aktionsfelder dar. Zur Förderung des Radverkehrs und weiterer Themen einer nachhaltigen, inter- und multimodalen Mobilität hat das BMDV das *Mobilitätsforum Bund* als Wissenszentrum beim Bundesamt für Logistik und Mobilität (BALM) aufgebaut. Dieses bietet als Transferstelle praxisrelevante Informationen, Weiterbildungs- und Vernetzungsangebote.

Neben dem Radverkehr fördert das BMDV über das BALM auch den Fußverkehr als klimafreundliche und in intermodalen Verkehrsketten integrierte Verkehrsart. So hat das BALM im Sommer 2023 die Förderinitiative *Fußverkehr* gestartet, im Rahmen derer investive und nichtinvestive Maßnahmen zur Verbesserung des Fußverkehrs gefördert werden können. Zu den nichtinvestiven Maßnahmen können z. B. die Erarbeitung von Planungs- und Forschungsgrundlagen zählen. Darüber hinaus erarbeitet das BMDV derzeit eine nationale *Fußverkehrsstrategie*.

Im Nationalen Kompetenznetzwerk für nachhaltige Mobilität (NaKoMo) tauschen sich Bund, Länder und Kommunen über die Umsetzung der nachhaltigen Mobilität aus. Es bietet Vernetzungs- und Informa-

Fahrzeugkonzept U-Shift

Ein halbes Jahr lang hat das DLR-Institut für Fahrzeugkonzepte auf der Bundesgartenschau BUGA 2023 in Mannheim die urbane Mobilität der Zukunft erlebbar gemacht. Im Mittelpunkt standen zwei Prototypen des neuartigen Fahrzeugkonzepts U-Shift, das emissionsfrei, automatisiert, sicher und leise Menschen und Güter transportiert und als Shuttle bedarfsabhängig für Zubringerdienste im ÖPNV oder 24/7 für die emissionsfreie Logistik in der Innenstadt eingesetzt werden kann.

Auch das Mitfahren der Besucherinnen und Besucher im Rahmen eines Forschungsbetriebs war möglich. Was das futuristische Fahrzeugkonzept besonders auszeichnet, ist seine Flexibilität: Die U-förmige Antriebseinheit, das sogenannte Driveboard, nimmt Kapseln für die unterschiedlichsten Einsatzzwecke auf, transportiert sie ans Ziel und setzt sie dort wieder ab.

tionsangebote sowie bundesweite Angebote zum Wissenstransfer, darunter eine digitale Austauschplattform nakomo.de.

Das BMBF beteiligt sich auf europäischer Ebene am *ERA-NET Cofund Urban Accessibility and Connectivity (ENUAC)* im Rahmen der gemeinsamen Programminitiative (engl. *Joint Programming Initiative*; *JPI*) *Urban Europe*. Die von 2019 bis 2022 veröffentlichten Aufrufe der *JPI* stellen FuI für nachhaltige urbane Mobilitätssysteme sowie die Verbesserung der Zugänglichkeit bzw. Anbindung für alle gesellschaftliche Gruppen in den Mittelpunkt. Als Wissensplattform stellt *Urban Europe* Ressourcen und Werkzeuge für urbane Transformationsprozesse zur Verfügung.

Weitere Informationen im Internet:

- Forschungsprogramms Stadtverkehr (FoPS)
- Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme
- Nationales Kompetenznetzwerk nachhaltige Mobilität (NaKoMo)
- Forschungsagenda Nachhaltige urbane Mobilität
- Nachhaltige Mobilität
- Nachhaltige Mobilität in regionalen Transformationsräumen
- Nationaler Radverkehrsplan 3.0 (NRVP)
- Förderung von nichtinvestiven Modellvorhaben zur NRVP-Umsetzung
- Mobilitätsforum Bund
- Förderung des Fußverkehrs
- LandStation
- LandMobil
- Zukunftswettbewerb #mobilwandel2035
- Online-Nachschlagewerk „Mobilikon“
- JPI Urban Europe (engl.)
- ERA-NET Cofund Urban Accessibility and Connectivity (engl.)
- Forschungsvorhaben NeMo.bil

Schienenverkehrsforschung

Die Eisenbahn bietet eine ökologische, sichere, wirtschaftliche und wettbewerbsfähige Alternative zur Straße. Es wird für die Zukunft mit einem wachsenden Verkehrsaufkommen gerechnet, an dem insbesondere die Eisenbahn als umweltfreundliches Verkehrsmittel einen deutlich höheren Anteil am Modal Split erbringen soll. Der Anteil im Schienengüterverkehr soll bis 2030 von derzeit ca. 19 auf 25 % gesteigert und die Verkehrsleistung im Personenverkehr verdoppelt werden. Dafür sind eine Weiterentwicklung und Stärkung des schienengebundenen Verkehrs notwendig.

Das *Bundesforschungsprogramm Schiene* richtet seine Aktivitäten an den stetig wachsenden Anforderungen aus, die die Logistik- und Mobilitätsanbieter an die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit der Bahn stellen. Dabei wird das „System Schiene“ in seiner Ganzheit mit Infrastruktur, Personenverkehr und Schienengüterverkehr betrachtet. Neben den Forschungsfeldern Wirtschaftlichkeit, Umwelt und nachhaltige Mobilität sowie Sicherheit sind darin vier Querschnittsthemen priorisiert: Digitalisierung, Automatisierung, Recht sowie Strategien zum Ergebnistransfer.



Umgesetzt wird das *Bundesforschungsprogramm Schiene* im Wesentlichen durch das Deutsche Zentrum für Schienenverkehrsforschung (DZSF) beim Eisenbahn-Bundesamt. Das DZSF ist die Ressortforschungseinrichtung für den Verkehrsträger Schiene im Geschäftsbereich des BMDV. Zentrale Aufgabe des DZSF ist die wissenschaftsbasierte Politikberatung für den Verkehrsträger Schiene. Als interdisziplinäre Einrichtung bearbeitet das DZSF aktuelle Fragen der Bundesregierung sowie mittel- und langfristige Forschungsthemen. Die Einführung wichtiger Innovationen in den Schienenverkehrssektor soll beschleunigt und der Verkehrsträger Schiene als nachhaltiges Verkehrsmittel gestärkt werden. Neue Impulse und Ideen sollen für die Bewältigung von bestehenden und zukünftigen Herausforderungen erarbeitet werden. Das DZSF arbeitet lösungsorientiert und praxisnah. Es forscht dazu selbst und vergibt Forschungsaufträge an Dritte.

AutomatedTrain – Vollautomatisiertes Fahren auf der Schiene

Der Schienenverkehr ist wie fast kein anderes Transportsystem prädestiniert für einen automatisierten, fahrerlosen Betrieb: Festgelegte Fahrwege, eigene Signal-, Sicherungs- und Kommunikationstechnologien verbunden mit eigener Stellwerkstechnik und über Leitstellen zentral steuerbare Fahrzeuge bilden hierfür die Grundlage. Ein automatisierter Bahnbetrieb kann eine höhere Taktung, einen zuverlässigeren und pünktlicheren Betrieb und einen geringeren Energieverbrauch ermöglichen und zugleich personelle Engpässe reduzieren. Im auf drei Jahre angelegten Förderprojekt AutomatedTrain soll der Nachweis der technischen Machbarkeit des vollautomatisierten Fahrens erbracht werden. Damit soll das Automatisierungslevel GoA 4 erreicht werden. Ein besonderes Augenmerk wird dabei auf die Modularität und die Austauschbarkeit der zu entwickelnden Systeme, Bauteile und technischen Komponenten sowie ihre Integrierbarkeit auf unterschiedlichen Fahrzeugen gelegt.

Damit Erkenntnisse aus der Forschung schneller und besser für das Gesamtsystem Schiene nutzbar gemacht werden können, sind praxisnahe Tests und Erprobungen unerlässlich. Dazu baut das DZSF ein *Offenes Digitales Testfeld* zur Forschung unter Realbedingungen auf einer Teststrecke auf, betreibt Labore zu den Themen Lärm, Cybersicherheit und Leit- und Sicherungstechnik im Zusammenhang mit dem Zugbeeinflussungssystem European Train Control System (ETCS). Zudem hat das DZSF ein bundesweites Umweltmessstellennetz eingerichtet.

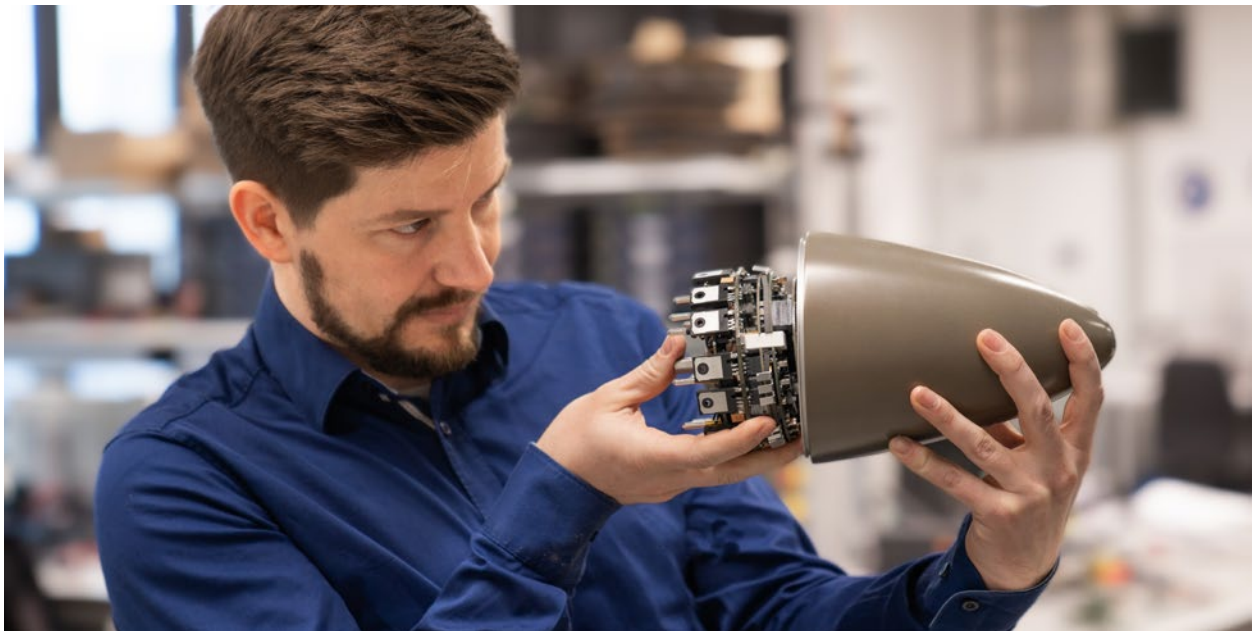
Neben der Förderung konkreter anwendungsorientierter Forschungsprojekte steht bis Ende 2024 das *Bundesprogramm Zukunft Schienengüterverkehr* als Förderinstrument bereit, um die Erprobung und Markteinführung innovativer Technologien in den Bereichen Digitalisierung, Automatisierung und Schienenfahrzeugtechnik zu fördern.

Im Rahmen des Fachprogramms *Neue Fahrzeug- und Systemtechnologien* fördert das BMWK industrie- und anwendungsnahe FuE-Projekte im Bereich Bahntechnik. Die inhaltlichen Schwerpunkte liegen dabei in der Optimierung von Antriebstechnologien, im Leichtbau, der Entwicklung und Anwendung von Technologien zur Digitalisierung des Systems Bahn sowie im automatisierten Fahren. Dabei reicht das Spektrum von kompletten Neuentwicklungen von Fahrzeugen bis hin zur Erforschung einzelner Komponenten im System Zug (→ **Infobox: AutomatedTrain – Vollautomatisiertes Fahren auf der Schiene**).

Weitere Informationen im Internet:

- ↗ Eisenbahn-Bundesamt (EBA)
- ↗ Deutsches Zentrum für Schienenverkehrsforschung (DZSF)
- ↗ Bundesprogramm Zukunft Schienengüterverkehr
- ↗ Bundesforschungsprogramm Schiene
- ↗ Fahrzeug- und Systemtechnologien

↗ Weiterführende Verweise zu diesem und anderen Kapiteln finden Sie unter ***BuFI-Online-Angebot: Linkportal***.



Florian Hilpert, Geschäftsfeldentwickler Leistungselektronische Systeme am Fraunhofer IISB, bei der Inspektion eines hocheffizienten 15 kW Luftfahrtumrichters

Luftfahrtforschung

Die Luftfahrtbranche steht steigenden Anforderungen gegenüber: Im Vordergrund steht das Ziel einer klimaneutralen Luftfahrt bis 2045. Um auch die technologische Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Luftfahrtindustrie langfristig zu unterstützen, fördert die Bundesregierung u. a. die Entwicklung und Nutzung innovativer Technologien für Luftfahrzeuge und Triebwerke. Außerdem sollen die Sicherheit, Zuverlässigkeit und Vernetzung des Luftverkehrs weiter verbessert werden. Die *Luftfahrtstrategie* der Bundesregierung formuliert dafür den politischen Rahmen. Neben Klimaneutralität der Luftfahrt stehen zunehmend technologische Entwicklungen wie zivile unbemannte Luftfahrtsysteme und elektrische personentragende Luftfahrtsysteme (engl. electric Vertical Take-Off and Landing aircraft; eVTOL) im Fokus der Bundesregierung und im Mittelpunkt von Forschung, Innovation, Entwicklung und Betrieb.

Das übergeordnete Ziel ist das klimaneutrale Fliegen bis Mitte des Jahrhunderts. Neben der institutionellen Luftfahrtforschung durch das BMWK-geförderte Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) ist für die Entwicklung des zivilen deutschen Flugzeugbaus das *Luftfahrtforschungsprogramm der Bundesregierung (LuFo)* von entscheidender Bedeutung. Mit dem Ziel, den Transformationsprozess der Luftfahrtbranche bestmöglich zu unterstützen, ist der dritte Aufruf (*LuFo VI-3* bzw. *LuFo Klima*) deutlich stärker als in der Vergangenheit auf die Entwicklung neuer Klimaschutztechnologien hin ausgerichtet. Im Vordergrund stehen dabei alternative klimaneutrale Antriebssysteme, die Reduktion des Primärenergiebedarfs und des Ressourceneinsatzes sowie die Reduzierung der Fertigungszeiten und -kosten mit dem Primat geschlossener Stoffkreislaufsysteme. Das *LuFo Klima* fördert FuI entlang der Programmlinien ökoeffizientes Fliegen, KMU, Basistechnologien, Digitalisierung, Industrie 4.0 und Künstliche Intelligenz (KI), Wasserstofftechnologien und (hybrid-)elektrisches Fliegen sowie Technologiedemonstration.

Eng eingebunden in die europäischen Kooperationsstrukturen orientiert sich die *LuFo-Förderung des BMWK* an der *Luftfahrtstrategie* und der *SRIA* des Europäischen Luftfahrtforschungsbeirats (engl. Advisory Council for Aeronautics Research in Europe; ACARE) zur Umsetzung der europaweiten Luftfahrtstrategie *Flightpath 2050*. Ergänzend fördert das BMWK mit dem *Luftfahrzeugausrüsterprogramm* langfristige und kostenintensive FuE-Vorhaben, indem Entwicklungsrisiken durch Darlehen begrenzt werden können. Im Rahmen der *Nationalen Wasserstoffstrategie* wird das *IPCEI Wasserstoff* gefördert, der die H_2-Infrastruktur und -Produktion für die Luftfahrt in Norddeutschland adressiert (**IV 1.2 Erneuerbare und sichere Energieversorgung**).

Im Rahmen des *Nationalen Innovationsprogramms Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie (NIP)* fördert das BMDV u. a. die Entwicklung von brennstoffzellenbasierten Antriebskonzepten für die Luftfahrt. In der zweiten Phase des *NIP* (2016–2026) wurden bislang rund 90 Mio. Euro für die Brennstoffzellen-, Komponenten- und Systementwicklung im Bereich der Luftfahrt bereitgestellt.

Im Rahmen des *Gesamtkonzepts erneuerbare Kraftstoffe* unterstützt das BMDV die Weiterentwicklung und den Markthochlauf dieser Kraftstoffe. Dazu zählt aktuell der Aufbau einer *Technologieplattform für Power-to-Liquid-Kraftstoffe* insbesondere für den Luft- und Schiffsverkehr durch das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt. Darüber hinaus fördert das BMDV seit 2023 die *Klima- und umweltfreundliche Versorgung von Luftfahrzeugen mit Bodenstrom an Flughäfen*.

Projekt „LiquiDrone“

Um die Flugdauer und den Aktionsradius brennstoffzellenbetriebener Drohnen zu erhöhen, entwickelte ein Konsortium aus Unternehmen in Zusammenarbeit mit der Universität Rostock und dem Zentrum für Angewandte Luftfahrtforschung (ZAL), Hamburg, bis Ende 2023 ein innovatives, intelligentes Flüssigwasserstoff-Tanksystem. Im Mittelpunkt des BMDV-geförderten Projekts „LiquiDrone“ stand die Verbesserung des Energiemanagements und die Neuentwicklung eines Leichtbautanks, der thermisch optimiert und mit Sensoren ausgestattet ist. Das System wurde am Hexacopter ZALbatros, einer speziellen Forschungs- und Entwicklungsplattform, getestet.



Arbeiten an einer brennstoffzellenbetriebenen Hexacopter-Drohne im Fuel Cell Lab des ZAL TechCenters

Unbemannte Luftfahrtsysteme und eVTOL verfügen über ein breites ziviles Anwendungsspektrum. Ob in der Logistik, für Sicherheitsaufgaben, für medizinische Transporte, Vermessung, Inspektionen, Umwelt- und Naturschutz, Landwirtschaft oder Luftrettung – UAS und eVTOL werden unser Leben verändern. In sogenannten U-Spaces werden sich bemannte und unbemannte Luftfahrtzeuge sicher und koordiniert einen gemeinsamen Luftraum teilen. Das Ende 2022 vom BMDV vorgelegte *Konzept zur Einrichtung von U-Spaces in Deutschland* stellt die Grundlage für deren Einrichtung dar. Das Konzept wird begleitet durch die neu eingerichtete *Digitale Plattform Unbemannte Luftfahrt (dipul)*.

Mit dem *Aktionsplan Unbemannte Luftfahrtsysteme und innovative Luftfahrtkonzepte* verfolgt die Bundesregierung u. a. die Ziele, Deutschlands Position als Leitmarkt in der Drohnenökonomie in Europa zu festigen und automatisierte und ferngesteuerte Drohnen und Flugtaxis zur Anwendungsreife zu bringen. Das BMDV förderte bis Ende 2023 Forschung, Entwicklung und Erprobung innovativer Technologien, Anwendungen und Luftmobilitätskonzepte im Bereich der unbemannten Luftfahrt im Rahmen des Programms *Innovative Luftmobilität* (→ **Infobox: Projekt „LiquiDrone“**). Parallel werden Testfelder und Reallabore zur Erprobung von Drohnen und Flugtaxis auf- und ausgebaut, um die unbemannte Luftfahrt sicher in bestehende Luftraumstrukturen zu integrieren, Technologieentwicklung voranzutreiben und den regulatorischen Anpassungsbedarf zu identifizieren.

Weitere Informationen im Internet:

- Luftfahrtstrategie der Bundesregierung
- DLR Luftfahrtforschung
- Luftfahrtforschungsprogramm
- Advisory Council for Aeronautics Research in Europe (engl.)
- Europäische Kommission: Flightpath 2050 (engl.)
- Luftfahrzeugausrüsterprogramm
- Technologieplattform für Power-to-Liquid-Kraftstoffe für den Luft- und Schiffsverkehr
- Konzept zur Einrichtung von U-Spaces in Deutschland
- Aktionsplan Unbemannte Luftfahrtsysteme und innovative Luftfahrtkonzepte
- Digitale Plattform Unbemannte Luftfahrt
- Förderprogramm Innovative Luftmobilität
- Projekt „LiquiDrone“

1.4 Zukunftsfähige Städte und Regionen



Arbeiten auf dem Forschungsgründach des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung (UFZ) in Leipzig

Globale Entwicklungen stellen Städte und Regionen in steigendem Maße vor drängende Herausforderungen, die sich direkt auf die lokale Ebene auswirken: Klimawandel, Ressourcenknappheit, Flächeninanspruchnahme, Migration und demografischer Wandel, aber auch der wirtschaftliche Strukturwandel. Städte und Regionen sind eine der wichtigsten Umsetzungsebenen bei der Dekarbonisierung, u. a. in den Bereichen Energie, Wärme und Mobilität. Mit vielfältigen Ansätzen von Forschung und Entwicklung, Wissenstransfer sowie der Umsetzung von innovativen Modellprojekten will die Bundesregierung zukunftsfeste, resiliente und klimagerechte Städte und Regionen in Deutschland gestalten, welche durch nachhaltige und funktionelle Wirtschafts- und Lebensweisen geprägt sind, in denen die Daseinsvorsorge gesichert und der gesellschaftliche Zusammenhalt gestärkt wird. Im Mittelpunkt stehen technische und Soziale Innovationen, die modellhafte Umsetzung sowie Best-Practice-Lösungen – von der Gebäude- und Quartiers- bzw. Gemeinde- bis hin zur gesamtstädtischen und stadtregionalen Ebene. Die Bundesregierung fördert FuE ressortübergreifend sowohl im Rahmen der Projektförderung als auch über die Ressortforschung von BMWSB, BMEL und BMUV.

Nachhaltige und klimaorientierte Stadt- und Regionalentwicklung

Als Umsetzungsebene innovativer Lösungen nehmen Städte und Regionen eine entscheidende Rolle für die notwendigen Transformationsprozesse zur Erreichung der klima- und nachhaltigkeitspolitischen Zielsetzungen ein: Klimaneutralität, Ressourceneffizienz, Flächensparsamkeit, Anpassung an die Auswirkungen des Klimawandels und soziale Integration müssen auch auf lokaler Ebene die Agenden bestimmen (→ **IV 2.2 Klimaresilienz: Anpassung und Vorsorge**). Gleichzeitig sollen Städte, Stadt-Umland-Regionen und ländliche Gemeinden als Lebens- und Arbeitsorte eine hohe Lebensqualität für ihre Bewohnerinnen und Bewohner bieten (→ **IV 6.7 Gleichwertige Lebensverhältnisse**).

Seit 2007 wird gemäß der *Leipzig-Charta* – und seit 2020 gemäß der *Neuen Leipzig-Charta* – für eine nachhaltige und am Gemeinwohl orientierte Stadtentwicklung die *Gemeinschaftsinitiative Nationale Stadtentwicklungspolitik* von Bund (BMWSB), Ländern und kommunalen Spitzenverbänden umgesetzt. Die *Gemeinschaftsinitiative* bringt durch Austauschplatt-



formen, wie dem Bundeskongress oder dem Hochschultag, Vertreterinnen und Vertreter von Politik, Verwaltung, Wissenschaft, Wirtschaft, Zivilgesellschaft und Verbände zusammen. Mit Projekten, Preisen und Wettbewerben werden aktuelle stadtentwicklungspolitische Herausforderungen der Städte und Gemeinden adressiert.

Mit dem BMWSB-Förderprogramm *RegioStrat – Strategische Regionalentwicklung* des BMWSB werden Regionen ab 2024 bei der Erarbeitung passgenauer, auf die jeweilige Region zugeschnittener Handlungskonzepte unterstützt. Der thematische Fokus wird von den Regionen selbst festgelegt. Wichtig ist die Einbindung der Träger der Regionalplanung in die Projekte, um anstelle kommunaler Einzellösungen den drängenden Transformationsherausforderungen – z. B. Klimawandel, Energiewende, Mehrbedarf an Wohnraum inklusive Aktivierung von Leerstand – mit einer engen, fachübergreifenden Zusammenarbeit auf regionaler Ebene entgegenzutreten.

Das BMBF setzt im Rahmen der *Strategie FONA* forschungs- und innovationspolitische Maßnahmen im Bereich der nachhaltigen und klimaorientierten Stadtentwicklung um. Insbesondere in der sozial-ökologischen Forschung werden im Zusammenwirken von Wissenschaft und Praxis inter- und transdisziplinär konkrete Lösungen für den Übergang zu einer nachhaltigen Gesellschaft entwickelt. Beispielsweise werden in der Fördermaßnahme zur *Umsetzung der Leitinitiative Zukunftsstadt* des BMBF noch bis September 2024 Projekte gefördert, die insbesondere durch experimentelle Forschung und Reallabore innovative Lösungswege für eine nachhaltige Stadtentwicklung entwickeln und im Sinne eines transformativen Ansatzes umsetzen (**Infobox: Synthese- und Vernetzungsprojekt Zukunftsstadt „SynVer*Z“**).

Die Fördermaßnahmen *Nachhaltige Transformation urbaner Räume – Sozial-ökologische Forschung* (bis 2023), *Ressourceneffiziente Stadtquartiere für die Zukunft (RES:Z)* und *Umsetzung der Leitinitiative Zukunftsstadt: Forschung für klimaresiliente, sozial-ökologisch gerechte und lebenswerte Städte* (bis 2024) widmen sich den unterschiedlichen Themenbereichen der nachhaltigen Stadtentwicklung. Des Weiteren nimmt das BMBF schnell wachsende Städte und urbane Regionen in Entwicklungs- und Schwellenländern mit der bis 2027 laufenden Maßnahme *Nachhaltige Entwicklung urbaner Regionen* in den Blick.

Im Rahmen der BMBF-Fördermaßnahme *Stadt-Land-Plus* werden zudem ländliche Räume, städtisches Umland und Städte bis 2025 dabei unterstützt, gemeinsam ein ressourcenschonendes und nachhaltiges Landmanagement auf regionaler Ebene zu verwirklichen.

Mit der *Transformationsinitiative Stadt-Land-Zukunft* knüpft das BMBF 2023 an die *Zukunftsstadt*-Forschung an und hat innerhalb von *FONA* eine neue Dachmarke zur Förderung raumwirksamer und sektorübergreifender Nachhaltigkeitsforschung in funktional verflochtenen Räumen geschaffen. Forschungsergebnisse sollen dabei zu Transformations- und Umsetzungsprozessen im Sinne der *Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie 2021 (DNS)*, der *Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel* sowie des *Bundes-Klimaschutzgesetzes* beitragen. Im März 2023 ist eine erste Förderbekanntmachung veröffentlicht worden, die das Thema nachhaltige Mobilität in regionalen Transformationsräumen adressiert (**IV 1.3 Transformation des Mobilitätssystems**).

Spezielle Modellprojekte und Forschungsvorhaben für die ländlichen Räume unterstützt das BMEL über das *Bundesprogramm Ländliche Entwicklung und Regionale Wertschöpfung (BULEplus).* Das *BULEplus* ist ein Wissensprogramm, das insbesondere der Weiterentwicklung der Regelförderung der Bund-Länder-Gemeinschaftsaufgabe *Verbesserung der Agrarstruk-*

Synthese- und Vernetzungsprojekt Zukunftsstadt „SynVer*Z“

Das Synthese- und Vernetzungsprojekt Zukunftsstadt „SynVer*Z“ begleitet und vernetzt seit 2017 die Forschungsprojekte der *Leitinitiative Zukunftsstadt* des BMBF und unterstützt ihre Sichtbarkeit nach außen durch eine projektbegleitendende Kommunikation. An der Schnittstelle zwischen Forschung und Praxis sollen innovative projektübergreifende Ergebnisse und Lösungsstrategien in die Kommunen hineingetragen werden. Dafür reflektiert und stärkt „SynVer*Z“ als wissenschaftliches Begleitvorhaben fortlaufend den Impact einzelner Projekte und Fördermaßnahmen und erstellt projektübergreifende Synthesen der Forschungsergebnisse zu urbanen Innovationen und Transformationen. Wissenstransfer erfolgt über Veranstaltungsreihen, Best-Practice-Sammlungen und Handreichungen für Kommunen, z. B. zur Durchführung von Reallaboren für urbane Transformation oder zum Thema Hitzeresilienz und Klimaanpassung in Städten.

tur und des Küstenschutzes (GAK), Förderbereich 1 *Integrierte ländliche Entwicklung* dient (→ **IV 6.7 Gleichwertige Lebensverhältnisse**). Im Gegensatz zur *GAK* ist das *BULEplus* ein reines Bundesprogramm, an dem seit Jahren mit dem BMEL, BMWSB, BKM und BMUV mehrere Ressorts mit eigenen Förderströngen beteiligt sind.

Vielfältige Beratungs- und Vernetzungsangebote im Bereich Stadtentwicklung sollen auch durch die vom BMWSB geförderte Einrichtung einer *Kleinstadtakademie* als bundesweite Plattform zum Austausch und zur Vernetzung „von Kleinstädten für Kleinstädte“ geschaffen werden. Im Rahmen von Modell- und Pilotprojekten wurden dafür Handlungsfelder, Methoden und Instrumente entwickelt. In dem im Anschluss an die Pilotphase 2023 durchgeführten Standortwettbewerb zur Ansiedlung der Kleinstadtakademie wurde Wittenberge (Brandenburg) als künftiger Sitz ausgewählt.

Mit dem *Aktionsprogramm Modellvorhaben der Raumordnung (MORO)* des BMWSB werden die praktische Erprobung und Umsetzung innovativer, raumordnerischer Handlungsansätze und Instrumente in Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Praxis vor Ort unterstützt. Insbesondere das Handlungsfeld Raumordnung ist über die Beteiligung am Forschungsnetzwerk zur europäischen Raumbeobachtung (ESPON) international eng vernetzt.

Mit der *Nationalen Klimaschutzinitiative (NKI)* des BMWK fördert die Bundesregierung bereits seit 2008 Klimaschutzprojekte in ganz Deutschland. Unter dem Dach der *NKI* – die kontinuierlich weiterentwickelt wird – sind verschiedene Förderprogramme gebündelt, von denen Kommunen, Unternehmen, Bildungseinrichtungen sowie Bürgerinnen und Bürger profitieren. Bis Ende 2023 sind 52.400 Projekte mit einem Fördervolumen von 1,8 Mrd. Euro auf den Weg gebracht worden. Als Teil des Programms werden innovative Projekte und investive kommunale Modellprojekte gefördert, bei denen die Entwicklung neuer innovativer Ansätze und deren pilothafte Erprobung im Mittelpunkt stehen sowie der Transfer in die Kommunen hinein gestärkt wird (→ **Infobox: Agentur für kommunalen Klimaschutz**).

Speziell an Dörfer und Kleinstädte richten sich die BMEL-Maßnahme *BULEplus*, die Bildungs- und Informationsprojekte sowie gezielte Modell- und Demonstrationsvorhaben ermöglicht. Die ländlichen Räume haben für die Energiewende als der Ort, wo sie in die Praxis umgesetzt wird, eine bedeutende Rolle. Kleine ländliche Kommunen sollen über die Informations- und Vernetzungsveranstaltungen *„Kommunen im Austausch: Energiewende aktiv gestalten“* in ihren Möglichkeiten gestärkt werden. Durch gezielten Kompetenzaufbau, durch den Wissenstransfer zu Best Practices und über die Vernetzung der Akteurinnen und Akteure wird die Handlungsfähigkeit der Kommunen bei komplexen Transformationsprozessen und begrenztem Personal erweitert. Die Erkenntnisse aus dieser Reihe werden aufbereitet und damit auch längerfristig nutzbar gemacht.

Auf europäischer Ebene beteiligt sich das BMBF seit 2022 im Rahmen von *JPI Urban Europe* an den jährlichen Förderaufrufen der *Europäischen Partnerschaftsinitiative Driving Urban Transitions to a sustainable future*. Entlang von drei missionsorientierten Trans-

Agentur für kommunalen Klimaschutz

Im Rahmen der *NKI* und in Zusammenarbeit mit den kommunalen Spitzenverbänden Deutscher Städtetag, Deutscher Landkreistag sowie dem Deutschen Städte- und Gemeindebund wurde 2023 die Agentur für kommunalen Klimaschutz mit dem Ziel aufgebaut, Kommunen bei der Umsetzung von Klimaschutzideen und -projekten zu unterstützen. Im Mittelpunkt der Unterstützungsleistungen der Agentur stehen der Know-how- und Kapazitätsaufbau, die Etablierung von Qualitäts- und Verfahrensstandards im kommunalen Klimaschutz-Monitoring, die Akteursvernetzung, Publikationen u. a. von Praxisbeispielen, das Angebot eines Mentoring-Programms für das Klimaschutzmanagement sowie Förderberatung zur Projektumsetzung. Die Agentur knüpft dabei an die Arbeit des Service- und Kompetenzzentrums Kommunaler Klimaschutz an. Insbesondere wird das Leistungsspektrum um die Sicherung von Verfahrens- und Qualitätsstandards sowie den Aufbau eines verbesserten Klimaschutz-Monitorings für die kommunale Ebene erweitert.



Das renaturierte Siegufer in der Innenstadt von Siegen

formationspfaden werden Forschung, Innovation und Kapazitätsaufbau zu urbaner Kreislaufwirtschaft, zu Positiv-Energie-Stadteilen sowie zur 15-Minuten-Stadt gefördert.

Als Teil ihrer Missionsorientierung hat die EU die *Mission 100 klimaneutrale und intelligente Städte bis 2030* (engl. *100 Climate-Neutral and Smart Cities by 2030*) gestartet und im April 2022 die ausgewählten Teilnehmerstädte – darunter auch neun deutsche Städte – verkündet. Die EU förderte die Umsetzung im Rahmen von Forschungsvorhaben *(Research and Innovation Actions; RIA)* im Rahmen von *Horizont Europa* in den Jahren 2022 und 2023. Die beteiligten Städte erarbeiten Klimastadt-Verträge, die einen Gesamtplan für Klimaneutralität in relevanten Bereichen wie Energie, Gebäude, Abfallwirtschaft und Verkehr sowie entsprechende Investitionspläne umfassen. Die Missionsplattform *NetZeroCities* unterstützt Städte bei der Umsetzung der Klimaneutralität technisch, regulatorisch und finanziell, ferner begleitet und unterstützt der Nationale Kontaktpunkt im BMWSB die teilnehmenden deutschen Städte.

Weitere Informationen im Internet:

- Neue Leipzig-Charta
- Gemeinschaftsinitiative Nationale Stadtentwicklungspolitik
- Leitinitiative Zukunftsstadt
- Nachhaltige Transformation urbaner Räume
- Ressourceneffiziente Stadtquartiere RES:Z
- Stadt-Land-Plus
- Synthese- und Vernetzungsprojekt Zukunftsstadt
- Nachhaltige Entwicklung urbaner Regionen
- Transformationsinitiative Stadt-Land-Zukunft
- Kleinstadtakademie
- Driving Urban Transitions to a sustainable future (engl.)
- Modellvorhaben der Raumordnung
- European Observation Network for Territorial Development and Cohesion (ESPON)
- Anpassung urbaner Räume an den Klimawandel
- Nationale Klimaschutzinitiative (NKI)
- Agentur für kommunalen Klimaschutz
- BMUV-Ressortforschung
- EU-Mission 100 Climate-Neutral and Smart Cities by 2030 (in engl.)
- NetZeroCities

Innovation im Bauwesen und im Städtebau

Architektur, Bauwesen sowie die Bau- und Wohnungswirtschaft nehmen maßgeblichen Einfluss auf die nachhaltige Entwicklung. Daher stellt nachhaltiges Bauen einen wichtigen Transformationsbereich der *DNS* dar. Das *Innovationsprogramm Zukunft Bau* des BMWSB mit den Programmteilen Forschungsförderung und Ressortforschung setzt wichtige Impulse für die Forschung und die modellhafte Entwicklung in Bauwesen und Architektur im Hinblick insbesondere auf die Themen Klimaschutz, Energie- und Ressourceneffizienz, bezahlbares Bauen, Gestaltungsqualitäten im (städte-)baulichen Kontext sowie die Bewältigung des demografischen Wandels.

Im Mittelpunkt der FuE-Förderung stehen Vorhaben im Bereich der angewandten Gebäudeforschung, die entscheidende Beiträge für technische, baukulturelle und organisatorische Innovationen in den Bereichen Bauwesen, Architektur sowie Bau- und Wohnungswirtschaft liefern. Im Rahmen seiner Ressortforschung *Zukunft Bau* vergibt das BBSR im Auftrag des BMWSB Forschungsaufträge zu aktuellen baupolitischen Themen. Das Innovationsprogramm *Zukunft Bau* des BMWSB wird ab 2024 durch ein *Modellvorhaben für Innovationen im Gebäudebereich* ergänzt, um konkrete Bau- und Anwendungsprojekte mit besonders innovativem Charakter zu unterstützen und vermehrt neuartige und bislang marktunübliche Lösungsansätze für das klimaneutrale, klimaangepasste, ressourcenschonende und bezahlbare Bauen in der allgemeinen Planungs- und Baupraxis zu etablieren.



Mehrgeschossiges Gebäude in Holzskelettbauweise

Mit dem *Informationsportal Nachhaltiges Bauen* stärkt das BMWSB zudem den Wissenstransfer, die Akteursvernetzung und den Austausch zu unterschiedlichsten Themenstellungen mit Bezug zu nachhaltigem Bauen.

Das BBSR betreut auch das zentrale stadtentwicklungs- und wohnungspolitische Forschungsprogramm *Experimenteller Wohnungs- und Städtebau*

Soziale Innovationen in Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung – SInBa

Können Soziale Innovationen klimaneutrales und bezahlbares Bauen und Wohnen voranbringen? Was leisten Soziale Innovationen für nachhaltige und sozial integrative Stadtquartiere? Eröffnen Soziale Innovationen neue Optionen, um städtebauliche Transformationskonflikte zu bewältigen und erforderliche Transformationsprozesse demokratiefördernd zu beschleunigen? In dem auf fünf Jahre angelegten Pilotvorhaben „SInBa“ des BMBF wird seit Ende 2022 die Rolle Sozialer Innovationen bei der Umsetzung der Klima- und Nachhaltigkeitsziele in den Bereichen Bauen, Wohnen und Stadtentwicklung in den Blick genommen. Am Beispiel der Städte Mannheim und Wuppertal analysiert, erprobt und begleitet „SInBa“ Soziale Innovationen auf ihrem Weg aus der Nische in die Breite.



(ExWoSt) des BMWSB und finanziert eine Reihe von Forschungsfeldern, Studien, Initiativen und Modellvorhaben zu innovativen wohnungs- und städtebaulichen Entwicklungen. Aus den Erfahrungen werden Hinweise für die Weiterentwicklung der Städtebau- und Wohnungspolitik abgeleitet und der Wissenstransfer unterstützt. Zudem begleitet das BBSR die *Städtebauförderung* durch Modellvorhaben und programmübergreifende Forschungsvorhaben. Die modellhafte Erarbeitung von innovativen Konzepten und Handlungsstrategien, deren Umsetzung durch Städte und Gemeinden und einen strukturierten Wissenstransfer fördert das BMWSB mit dem Bundesprogramm *Zukunftsfähige Innenstädte und Zentren*.

Weitere Informationen im Internet:

- Informationsportal Nachhaltiges Bauen
- Innovationsprogramm Zukunft Bau
- Digitales Planen, Bauen, Infrastrukturmanagement
- BIM-Portal des Bundes
- Experimenteller Wohnungs- und Städtebau
- Bund-Länder-Städtebauförderung
- Bundesprogramm Zukunftsfähige Innenstädte und Zentren
- Soziale Innovationen in Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung

Energie- und Wärmewende im Gebäudebereich

Mehr als die Hälfte der in Deutschland verbrauchten Energie wird genutzt, um Häuser, Büros und Geschäfte zu heizen und um Prozesswärme für Gewerbe und Industrie bereitzustellen. Daher verfolgt die Bundesregierung das Ziel, dass die Wärmeerzeugung mittel- bis langfristig CO_2-frei erfolgt. Neben der energetischen Optimierung einzelner Gebäude birgt die systemische Perspektive auf städtische Siedlungsräume ein großes Potenzial zur Steigerung der Energieeffizienz und für die Dekarbonisierung der Wärmeversorgung.

Um die Wärme- und Energiewende voranzutreiben, fördert das BMWK bis 2024 FuE-Projekte im Rahmen der *Forschungsinitiative Energiewendebauen*. Mit dem Ziel, den Wärmebedarf zu reduzieren und die Wärmeversorgung schrittweise auf erneuerbare Energiequellen umzustellen, stehen dabei zum einen Fragen zu klimaneutraler Wärme und Kälte sowie zur energetischen Optimierung einzelner Gebäude im Mittelpunkt. Zum anderen spielt die ganzheitliche Betrachtung städtischer Siedlungsräume bzw. Quartiere eine wesentliche Rolle. Dabei kommen neue systemische Ansätze wie Sektorkopplung und Digitalisierung zum Tragen, die wichtige Beiträge zur Senkung des Primärenergiebedarfs sowie zur Integration erneuerbarer Energien in das Gesamtsystem leisten können.

Reallabor Großwärmepumpen in Fernwärmenetzen



Das Leistungsspektrum von Großwärmepumpen umfasst den Bereich von 100 kW bis zu mehreren MW.

Umweltwärme aus Gewässern, dem Erdboden oder der Luft sowie Abwärme aus Abwasser oder industriellen Prozessen – Großwärmepumpen (GWP) erschließen zunehmend alternative Wärmequellen auch für städtische Nah- und Fernwärmenetze.

Betrieben durch Strom aus erneuerbaren Quellen, versprechen sie große Potenziale auf dem Weg zur CO_2-neutralen Wärmeversorgung. Aufgrund des ungünstigen Verhältnisses von Gas- zu Strompreisen und fehlender Erfahrungen mit der GWP-Einbindung in das Gesamtenergiesystem, z. B. durch die Nutzung von Flexibilitätsoptionen, sind GWP aktuell oftmals nicht wirtschaftlich zu betreiben.

Daher arbeiten Wärmeversorger an Kraftwerksstandorten in Berlin, Mannheim, Rosenheim und Stuttgart gemeinsam mit der Universität Stuttgart und dem Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE im Rahmen des Reallabors zusammen. In dem 2021–2026 laufenden Projekt sollen wirtschaftliche und regulatorische Rahmenbedingungen sowie effiziente Betriebskonzepte für den Einsatz von Großwärmepumpen angepasst und erprobt werden. Das Projekt ist mit einem Gesamtvolumen von 45 Mio. Euro ausgestattet, von dem das BMWK 21 Mio. Euro trägt.

Zudem fördert das BMWK sechs *Reallabore der Energiewende* zu energieoptimierten Quartieren. Dabei werden innovative Konzepte der Energiebereitstellung und des Energiebedarfs unter realen Bedingungen auf Stadt- oder Quartiersebene erprobt (→ **Infobox: Reallabor Großwärmepumpen in Fernwärmenetzen**). Mit der *Bundesförderung Serielle Sanierung* wurden bis Ende 2023 Pilotprojekte unterstützt, die die Erhöhung der Energieeffizienz und den Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch von Gebäuden zum Ziel haben.

Weitere Informationen im Internet:

- Forschungsinitiative Energiewendebauen
- Bundesförderung Serielle Sanierung
- Modellvorhaben Wärmenetzsysteme 4.0
- Reallabor der Energiewende GWP
- DUT-Partnership: Positive Energy Districts Transition Pathway (engl.)

Digitalisierung, Smart City und Smart Region

Die Digitalisierung bringt Chancen und Potenziale, aber auch Herausforderungen und Risiken für eine nachhaltige und integrierte Stadtentwicklung mit sich. Auf der Grundlage der *Smart City Charta* fördert die Bundesregierung in Zusammenarbeit mit der KfW die *Modellprojekte Smart Cities (MPSC)*. Eine Smart City setzt sich im Sinne der integrierten und nachhaltigen Stadtentwicklung das Ziel, die Möglichkeiten der Digitalisierung vorausschauend und zielgerichtet zu nutzen und den damit verbundenen Risiken strategisch zu begegnen.

Im Rahmen von insgesamt 73 Modellprojekten werden bundesweit zahlreiche Städte, Gemeinden und Landkreise bis 2030 mit einem Gesamtfördervolumen von rund 820 Mio. Euro unterstützt. Aufbauend auf der partizipativen Entwicklung sektorübergreifender Smart-City-Strategien wird die modellhafte Umsetzung lokal angepasster Maßnahmen und Projekte sowie der Wissenstransfer gefördert, um auf diese Weise digitale Ansätze mit einer integrierten

Stadtentwicklung zu verknüpfen (→ **Infobox: Urbane digitale Zwillinge der Modellprojekte Smart Cities**). Um den übergreifenden Wissenstransfer zu fördern, hat die *Koordinierungs- und Transferstelle (KTS)* im Förderprogramm *Modellprojekte Smart Cities (MPSC)* das Format *Start Smart* aufgelegt. Durch Initialberatungen, Themenwerkstätten, Peer-Learnings und Regionalworkshops sollen damit weitere Kommunen auf dem Weg zur Smart City unterstützt werden.

Die Initiative *Stadt.Land.Digital* des BMWK unterstützte bis 2023 als Kompetenzzentrum, Ansprechpartnerin und Multiplikatorin alle relevanten Akteure auf dem Weg zur „smarten" Stadt bzw. Region. Mit Veranstaltungen, Kommunalstudien und einer Best-Practice-Datenbank „Smart City Navigator" stellt die Initiative auch weiterhin umsetzungsnahes Informationsmaterial zu Verfügung. Es wurde in den verschiedenen Forschungsbereichen für urbane Räume geprüft, welche Lösungen auch in Kleinstädten,



Dörfern und ländlichen Regionen sinnvoll eingesetzt werden können und wo andere, für ländliche Strukturen geeignete Lösungen erforderlich sind. Einzelne Formate der Initiative *Stadt.Land.Digital* werden in Zusammenarbeit zwischen BMEL und BMWSB weiter fortgeführt.

Urbane digitale Zwillinge der Modellprojekte Smart Cities

Im Rahmen ihrer Förderung als Modellprojekte Smart Cities erarbeiten zahlreiche Kommunen urbane digitale Zwillinge. Dabei handelt es sich um funktionierende digitale Abbilder realer Objekte – und im Falle von urbanen digitalen Zwillingen häufig einer Vielzahl von unterschiedlichen Objekten und Objektarten. Digitale Zwillinge sind dabei mehr als 3-D-Bilder. Sie enthalten auch Informationen über Art, Funktion und Fähigkeit – teilweise mit Echtzeitdaten – der enthaltenen Objekte. Zusätzlich beinhalten sie oft Auswertungs- und Analyse-Werkzeuge. Damit stellen digitale Zwillinge, die sich bereits in der Industrie als wirkmächtig erwiesen haben, auch für vielfältige Aufgaben der Stadt- und Raumentwicklung wertvolle Potenziale dar.

Die urbanen digitalen Zwillinge der Modellprojekte Smart Cities zielen auf unterschiedliche fachliche Anwendungsfälle und unterscheiden sich je nach Anwendungsgebiet auch untereinander. Einerseits blicken funktionale digitale Zwillinge – wie etwa energie- oder verkehrsbezogene – in die entsprechenden Netze und erhalten Daten und Auswertemöglichkeiten über deren aktuellen Zustand, Kapazitäten, Auslastung u. a. mehr. Hierbei liegt der Fokus häufig auf Prognosen, Zukunftsszenarien und Potenzialen. Quartiersbezogene digitale Zwillinge können andererseits wiederum Auswertungen über klimatische Wirkungen von Planalternativen, Hochwasserrisiken oder die Identifikation von Flächenpotenzialen erlauben – je abhängig von den enthaltenen Daten und Auswertealgorithmen.

Digitale Zwillinge im Kontext von historischen Innenstädten zielen u. a. darauf ab, das baukulturelle Erbe digital erlebbar zu machen und so Barrieren der Zugänglichkeit abzubauen. Beim gebäudebezogenen digitalen Zwilling der Stadt Haßfurt handelt es sich um eine kleinstmaßstäbliche und extrem genaue Aufnahme der Innen- und Außenhülle der dortigen Ritterkapelle. Der Zwilling erlaubt sowohl denkmalpflegerische Erkenntnisse als auch ein frühzeitiges Erkennen von Bauschäden. So ermöglicht er die gezieltere und wirtschaftlichere Instandhaltung und Sanierung der wertvollen Bausubstanz.

Die Nutzung digitaler Technologien kann einen wesentlichen Beitrag zur Planungs- und Genehmigungsbeschleunigung leisten. Gebäudeinformationsmodelle (engl. Building Information Modelling; BIM) vereinen sämtliche planungs- und realisierungsrelevanten Bauwerksinformationen in digitaler Form zu einem virtuellen Bauwerksmodell und bieten so bessere Planungs-, Steuerungs- und Koordinationsmöglichkeiten. Das BMDV setzt die BIM-Methode im Bereich der Verkehrsinfrastrukturen Schiene, Straße und Wasserstraßen um und hat das BIM-Portal des Bundes aufgebaut.

Der digitale Wandel bietet ländlichen Räumen neue Chancen und Möglichkeiten, Standortnachteile zu kompensieren und auch in Zukunft auf dem Land gut leben und arbeiten zu können. Bis 2023 wurden im Rahmen der Forschungsfördermaßnahme *Ländliche Räume in Zeiten der Digitalisierung* 14 Vorhaben zum digitalen Wandel in ländlichen Regionen gefördert. Ebenfalls im Rahmen der *BULEplus*-Förderung werden bis Ende 2024 mit dem Modellvorhaben *Smarte. Land.Regionen* 20 Landkreise dabei unterstützt, innovative digitale Lösungen in Bereichen wie Mobilität, Bildung, Medizin und Arbeit zu entwickeln und umzusetzen. Diese werden auf einem digitalen Ökosystem, einer gemeinsamen Plattform, auch über das Projektende hinaus allen Landkreisen deutschlandweit zur Verfügung gestellt.

Weitere Informationen im Internet:

- Modellprojekte Smart Cities
- Start Smart
- Smarte.Land.Regionen
- Stadt.Land.Digital



Weiterführende Verweise zu diesem und anderen Kapiteln finden Sie unter ***BuFI-Online-Angebot: Linkportal***.



Der einzigartige, automatisierte FluxCrane des ZALF nimmt Klimagasmessungen vor.

2 Klima, Biodiversität und Ernährungssicherheit

Forschung und Innovation leisten wichtige Beiträge, um globale sowie nationale Klima-, Nachhaltigkeits- und Biodiversitätsziele zu erreichen. Unsere Ressourcen, das Klima und die Umwelt sowie die biologische Vielfalt können nur auf der Grundlage wissenschaftlicher Erkenntnisse erhalten und zugleich mit den sozio-ökonomischen Zielen und der Ernährungssicherheit für die Weltbevölkerung in Einklang gebracht werden. Insbesondere die transdisziplinäre Zusammenarbeit und internationale Kooperationen eröffnen neue Möglichkeiten, um die dazu notwendigen gesellschaftlichen Transformationen erfolgreich zu gestalten.

Klimawandel, Biodiversitätsverlust und zunehmende Ernährungsunsicherheit zählen zu den existenziellen globalen Krisen unserer Zeit. Zur Unterstützung einer entschlossenen Transformation unserer Lebens- und Wirtschaftsweise hat die *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* das Voranbringen von Klimaschutz, Klimaanpassung, Ernährungssicherheit sowie die Bewahrung der Biodiversität als eine von sechs Missionen definiert. Wissenschaft, Forschung und Innovation spielen dabei eine Schlüsselrolle: Klimaforschung trägt entscheidend zum Verständnis des globalen Klimasystems, dessen Veränderungen und Auswirkungen bei. Sie liefert die notwendigen Wissensgrundlagen und bringt evidenzbasierte Handlungsempfehlungen in Politik, Verwaltung, Wirtschaft und Zivilgesellschaft ein. Im Mittelpunkt stehen Fragen des Klimaschutzes, der Anpassung an den Klimawandel und der Klimaresilienz in der Praxis.

Insbesondere der natürliche Klimaschutz, nachhaltige und klimaangepasste städtische Räume sowie Agrar- und Ernährungssysteme spielen dabei eine besondere Rolle. Zudem tragen die Entwicklung moderner digitaler Methoden und Technologien sowie Soziale Innovationen dazu bei, neue umweltschonende und klimaneutrale Verfahren und Produkte zu entwickeln.

Zusätzlich zu seinen negativen Einflüssen auf die direkte Lebensumwelt von Menschen bedroht der Klimawandel auch unmittelbar die biologische Vielfalt. Forschung unterstützt die Umsetzung der *Nationalen Strategie zur Biologischen Vielfalt (NBS)* und somit auch die Umsetzung der Verpflichtungen internationaler Vereinbarungen, wie des *Globalen Biodiversitätsrahmens von Kunming-Montreal (GBF)*, der *EU-Biodiversitätsstrategie* für 2030 und des *Übereinkommens von Paris*. Um die miteinander verknüpften globalen Krisen zu bewältigen, sind insgesamt systemische sowie inter- und transdisziplinäre Ansätze erforderlich. Darin wird versucht, die globalen Krisen nicht einzeln zu betrachten, sondern in einem ganzheitlichen, nachhaltigen und zukunftssicheren Rahmen gemeinsam zu bewältigen.



In den mobilen Laborcontainern des Helmholtz-Zentrums für Umweltforschung (UFZ) können ökologische Prozesse in Fließgewässern fast so natürlich wie unter Freilandbedingungen und so kontrollierbar wie im Labor analysiert werden.

2.1 Klimaforschung für Klimaschutz

Im *Übereinkommen von Paris* haben sich Ende 2015 die mittlerweile 190 unterzeichnenden Staaten völkerrechtlich verbindlich darauf geeinigt, den Klimawandel einzudämmen und die globale Erderwärmung im Vergleich zum vorindustriellen Mittelwert möglichst auf 1,5°C – oder aber zumindest auf deutlich unter 2°C – zu beschränken. In der Folge muss bis zur Mitte dieses Jahrhunderts Treibhausgasneutralität erreicht werden. Die Europäische Union will dementsprechend ihre Netto-Emissionen von Treibhausgasen bis 2050 auf null reduzieren. Deutschland hat sich das Ziel gesetzt, bis 2045 treibhausgasneutral zu werden.

Als klimapolitischer Rahmen greifen in Deutschland das *Bundes-Klimaschutzgesetz*, der *Klimaschutzplan 2050* und die *Klimaschutzprogramme* ineinander. Das *Bundes-Klimaschutzgesetz* definiert rechtlich bindend die Minderungsziele für Treibhausgasemissionen und legt darüber hinaus 2045 als Zieljahr für die Netto-Treibhausgasneutralität fest. Der *Klimaschutzplan 2050* beschreibt die klimaschutzpolitischen Grundsätze und Ziele im Blick auf die Umsetzung des *Übereinkommens von Paris*. Mit den *Klimaschutzprogrammen* stellt die Bundesregierung u. a. auch umfangreiche Mittel für Forschung und Innovation bereit, um technologische und Soziale Innovationen voranzutreiben und die ökonomischen und finanzpolitischen Wissensgrundlagen auszubauen.

Weitere Informationen im Internet:

- Bundes-Klimaschutzgesetz
- Klimaschutzplan 2050
- Klimaschutzprogramm 2030
- Klimaschutzprogramm 2023

Klimaforschung

Die Klimaforschung und das durch sie bereitgestellte Wissen zu Ursachen und Auswirkungen des Klimawandels trägt wesentlich zur Gestaltung des sozialen und politischen Bewusstseins für die Herausforderungen des Klimawandels bei. Klimadaten und Klimamodelle liefern Informationen und Wissensgrundlagen für notwendige Strategien und Lösungen auf dem Weg zur Treibhausgasneutralität, für die Anpassung an den Klimawandel und die Risikovorsorge. Forschung trägt dazu bei, die Ursachen des Klimawandels besser zu verstehen, Risiken zu erkennen und Projektionen zu erstellen. Sie zeigt konkrete Wege auf, wie unvermeidbare Treibhausgasemissionen aus der Atmosphäre entfernt und Vorsorge gegen die Folgen des Klimawandels getroffen werden können.

Die Forschung zu Klimasystem, Klimaschutz und Klimaanpassung kann sich in Deutschland insgesamt auf ein vielfältiges, stark gegliedertes institutionelles Forschungssystem stützen, das von Bundesbehörden und Forschungseinrichtungen sowie Universitäten und forschungsnahen Unternehmen gebildet wird. Viele dieser Institutionen haben sich im Deutschen Klima-Konsortium e. V. (DKK) zusammengeschlossen.

Die Bundesregierung fördert sowohl naturwissenschaftliche Grundlagenforschung als auch anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung ressortübergreifend – insbesondere im Rahmen der *FONA-Strategie „Forschung für Nachhaltigkeit“* und des *7. Energieforschungsprogramms,* aber z. B. auch in mobilitätsbezogenen FuE-Programmen (→ **IV 1 Industrie, Energie, Mobilität und Kreislaufwirtschaft**).

Der Expertenrat für Klimafragen berät die Bundesregierung und prüft die jährliche Abschätzung der Treibhausgasemissionen des Umweltbundesamtes (UBA). Außerdem soll der Expertenrat künftig auch zu Feststellungen bezüglich sozialer Verteilungswirkungen, der Wirtschaftlichkeit und der Wirksamkeit von Klimaschutzmaßnahmen Stellung nehmen. Insgesamt wird so eruiert, inwiefern Klimaziele sozial gerecht, volkswirtschaftlich effizient und klimaschutzpolitisch wirksam zu erreichen sind.

Das BMBF fördert im Rahmen der *FONA-Strategie „Forschung für Nachhaltigkeit“* Klimaforschung in den Themenschwerpunkten Klimaschutz, Klimaanpassung und Klimawissen sowie europäische Zusammenarbeit und Nachwuchsförderung. Im Mittelpunkt

der forschungs- und innovationspolitischen Initiativen im Bereich Klimaschutz stehen Themen der Energiewende, Wasserstoff und synthetische Kraftstoffe sowie der urbanen Mobilität.

Weitere Informationen im Internet:

- Deutsches Klima-Konsortium (DKK)
- Expertenrat für Klimafragen
- Wissenschaftsplattform Klimaschutz (WPKS)
- Umweltbundesamt – Treibhausgas-Emissionen in Deutschland
- Klimaforschung
- Klimaschutzbericht 2022
- FONA-Klimaschutz

Klimamonitoring und Klimamodellierung

Klimawissen ist die Grundlage für eine wirksame Klimapolitik. Die Klimasystemforschung widmet sich den offenen Fragen zum Verständnis der Prozesse und Wechselwirkungen, die das Klimageschehen bestimmen, und untersucht, welchen Einfluss der Klimawandel auf diese hat. Hierfür werden boden- und satellitengestützt erhobene Beobachtungsdaten verwendet und Klimamodelle genutzt – umfangreiche Computerprogramme und Künstliche Intelligenz (KI), die dazu verwendet werden, die künftige Entwicklung des Klimas auf Basis bestimmter Annahmen zu berechnen.

Das BMBF fördert Initiativen für die Entwicklung globaler Klimamodelle, wie PalMod oder WarmWorld (**Infobox: WarmWorld – Weiterentwicklung der Klimamodellierung**). Die Bundesregierung plant, eine *Nationale Modellierungsstrategie (NMS)* aufzubauen, damit zukünftige Klimamodellentwicklungen in Deutschland schneller und konzertierter entwickelt, für Nutzende nachvollziehbarer eingesetzt und Rechnerarchitekturen effizienter genutzt werden können.

Insbesondere für Klimamonitoring und -modellierung spielt die satellitengestützte Erdbeobachtung eine essenzielle Rolle. Erst mit ihrer Hilfe ist die regelmäßige Erfassung globaler Klimadaten möglich. Beispiele dafür liefern das europäische Programm *Copernicus* und weitere Programme der europäischen Raumfahrtagentur ESA und die Europäische Organisation für die Nutzung meteorologischer Satelliten EUMETSAT. Aber auch die nationalen Erdbeobachtungsmissionen des Earth Observation Center des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR), wie die Radarsatelliten Terra-SAR und TanDEM-X, der Hyperspektralsatellit enMAP oder das Infrarot-

WarmWorld – Weiterentwicklung der Klimamodellierung

Die Entwicklung im Bereich High Performance Computing (HPC) sowohl im Hardware-Bereich (Exascale-Klasse) als auch im Software-Bereich (u. a. durch Künstliche Intelligenz, KI) eröffnet in der Klimamodellierung neue Wege. Sie trägt zur Reduzierung von Unsicherheiten in den Klimaprojektionen bei und ermöglicht belastbare Aussagen zu Klimaentwicklungen auch auf regionaler und lokaler Ebene. WarmWorld wird, aufbauend auf dem bestehenden Atmosphärenmodell ICON zu Wolkenbildungs- und Niederschlagsprozessen, das Klimamodell entsprechend weiterentwickeln. Ziel sind neue, lokal hochaufgelöste Informationsprodukte, die für die nationale und internationale Klimawirkungs- und Anpassungsforschung von enormer Wichtigkeit sind.

Die Aufbauphase der vom BMBF geförderten Initiative startete 2022, 2026 tritt WarmWorld in die Anwendungsphase ein, die bis 2029 laufen wird. Die übergeordnete fachliche Koordination liegt beim Max-Planck-Institut für Meteorologie (MPI-M) in Hamburg, dem Deutschen Klimarechenzentrum (DKRZ) in Hamburg und dem Alfred-Wegener-Institut Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI) in Bremerhaven.

UDAG – Regionale Klimadaten für Deutschland und Europa

Globale Klimamodelle rechnen mit einer zu groben Auflösung. Um Aussagen über das künftige Klima in Deutschland und Europa treffen zu können, z. B. als Grundlage für die Klimawirkungs- und Vulnerabilitätsanalyse sowie die *Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)*, werden regionale Klimadaten benötigt. Daher erarbeitet das Projekt „UDAG (Updating the data basis for adaptation to climate change in Germany)" bis 2026 aktualisierte Klimaprojektionen für Deutschland – aber auch für weite Teile Europas. Dafür nutzt es das neueste Regionalmodell ICON-CLM mit hoher Auflösung, um auch für kleinräumige Bereiche, wie etwa Flusstäler bessere Aussagen treffen zu können. Unter der Leitung des Deutschen Wetterdienstes (DWD) arbeiten das Karlsruher Institut für Technologie, die Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg, das Helmholtz-Zentrum Hereon und das Deutsche Klimarechenzentrum in dem vom BMBF geförderten Projekt zusammen.

spektrometer DESIS auf der Internationalen Raumstation ISS liefern wichtige Datengrundlagen für die Klimabeobachtung und -modellierung (→ **IV 5.2 Raumfahrt und Nutzung des Weltraums**).

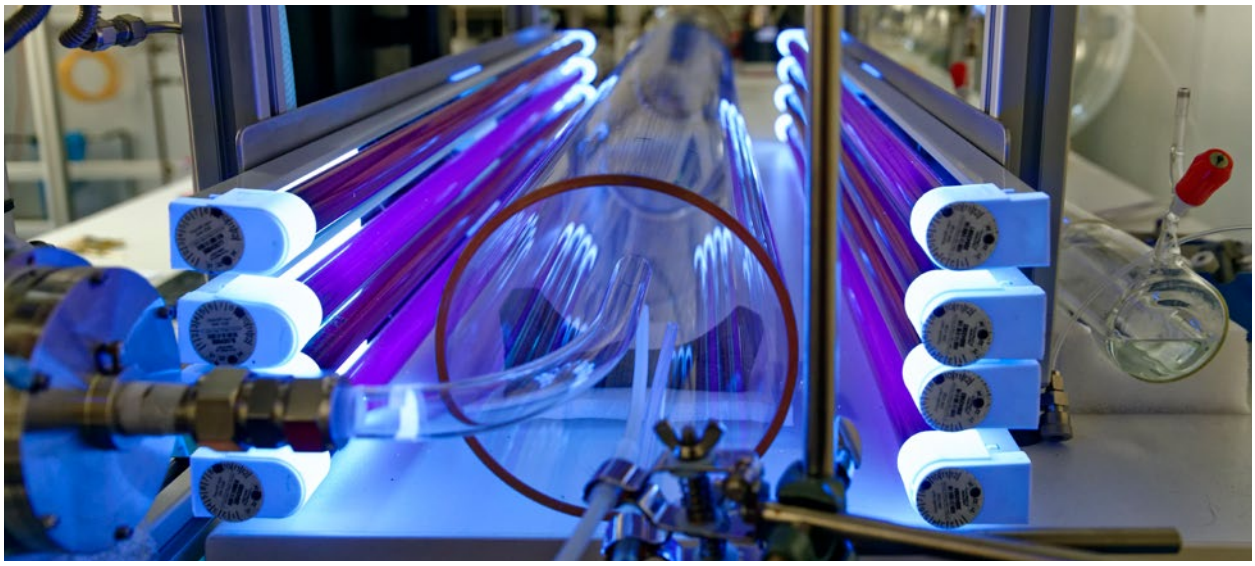
Neben den globalen Verteilungen aus Satelliten liefern Bodenmessnetze wie Global Atmosphere Watch der Weltorganisation für Meteorologie (engl. World Meteorological Organization; WMO) hochgenaue Beobachtungen der Zusammensetzung der Atmosphäre, erfassen weitere Parameter des Erdsystems und tragen zur Validierung von Satellitendaten bei. Hier leistet die Bundesregierung mit dem Betrieb der deutschen Globalstationen (Zugspitze-Hohenpeißenberg, Georg-von-Neumayer-Station), Regionalstationen und zentralen Einrichtungen seit Jahrzehnten einen wichtigen Beitrag.

Durch Aufbau und Betrieb der Forschungsinfrastruktur des Kohlenstoffobservationssystems (engl. Integrated Carbon Observation System; ICOS) leisten die Bundesregierung und ihre nachgeordneten Einrichtungen einen wichtigen Beitrag dazu, europaweit mit einem dichten bodengestützten Beobachtungsnetzwerk Treibhausgase zu messen und deren Quellen und Senken zu beobachten. Gefördert vom BMBF, wird seit 2021 federführend durch den Deutschen Wetterdienst (DWD) das Integrierte Treibhausgas-Monitoringsystem (ITMS) aufgebaut, um Mess- und Modellierungskompetenzen in Deutschland zu bündeln.

Das leistungsfähige System zur Bilanzierung von CO_2 und weiteren Treibhausgasen soll es erstmals ermöglichen, auch die Quellstärken der für den Treibhauseffekt relevanten Spurengase CH_4 und N_2O und damit den Fortschritt bei Emissionsminderungen objektiv zu bestimmen. Als operationeller Service soll das ITMS die wissenschaftlichen Mess- und Modellierungskompetenzen zusammenführen, Daten der Sentinel-Satelliten im *Copernicus-Programm* der EU sowie aus den europäischen Forschungsinfrastrukturen ICOS und IAGOS zusammen mit neuartigen Modellierungen der Quell- und Senkenprozesse erfassen und Ergebnisse zahlreicher EU-Forschungsprojekte integrieren. Die Forschungsergebnisse des ITMS fließen in die Operationalisierung der ITMS Modellierung beim DWD sowie in verbesserte Treibhausgasinventare beim UBA und beim Thünen-Institut ein.

Die durch das BMBF geförderte Weiterentwicklung des hochauflösenden globalen Community-Zirkulationsmodells ICON stellt einen weiteren Meilenstein auf dem Weg zum besseren Verständnis des Klimawandels dar. High Performance Computing (HPC), KI und, in gemeinsamer Förderung mit dem BMWK, Quantencomputing zum Lösen der rechenintensivsten Problemstellungen kommen gemeinsam zum Einsatz (→ **Infobox: UDAG – Regionale Klimadaten für Deutschland und Europa**).

Das Beobachtungsnetzwerk ACTRIS-D, der deutsche Teil der europäischen dezentralen Forschungsinfrastruktur Aerosols, Clouds and Trace Gases Research Infrastructure (ACTRIS), soll neue Erkenntnisse liefern, um die Dynamiken des Klimawandels, aber auch von Wolkenbildung und chemischen Prozessen in der Atmosphäre besser zu verstehen. Dies wird dazu beitragen, die Prognosen im Bereich Luftqualität, Wettergeschehen und Klimaveränderungen auf noch präzisere Grundlagen zu stellen.



Blick auf einen Laboraufbau im Leibniz-Institut für Troposphärenforschung für den experimentellen Nachweis der Bildung von Schwefelsäure aus reduzierten Schwefelverbindungen in der Atmosphäre

Auf europäischer Ebene spielt die *Joint Programming Initiative Connecting Climate Knowledge for Europe (JPI Climate)* als Plattform, auf der Forschung zum Klimawandel auf europäischer Ebene koordiniert werden kann, um Synergien zu fördern, Fragmentierung und Duplizierung zu verringern, eine Schlüsselrolle. Dies beinhaltet u. a. die Bereitstellung von Wissen für klimabezogene Entscheidungsprozesse und Maßnahmen für Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger in Politik und Gesellschaft.

Besondere forschungspolitische Impulse ergeben sich für die Bundesregierung durch die aktive Mitgestaltung des Zwischenstaatlichen Ausschusses für Klimaänderungen (engl. Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC). Die Studien und Berichte des IPCC ermöglichen wissenschaftsbasierte Entscheidungen der Politik. Die deutsche IPCC-Koordinierungsstelle unterstützt die nationalen Beiträge für die IPCC-Berichte sowie deutsche Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die an den Klimasachstandsberichten mitarbeiten.

Mit seinen internationalen Klimapartnerschaften vergrößert Deutschland sein globales klimapolitisches Netzwerk, unterstützt die Umsetzung ambitionierter Klimaziele, stärkt die Zusammenarbeit in internationalen Initiativen und schafft so Allianzen für die Zukunft.

Weitere Informationen im Internet:

- FONA-Klimawissen
- PalMod II
- FONA: WarmWorld
- Copernicus-Programm
- EUMETSAT (engl.)
- DLR Earth Observation Center
- Integrated Carbon Observing System
- DWD: Integrierte Treibhausgas-Monitoringsystem
- FONA: UDAG
- Forschungsinfrastruktur ACTRIS-D
- JPI Climate (engl.)
- Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle

Klimaschutz durch CO_2-Entnahme

Trotz aller Bemühungen zur Emissionsreduktion sind weitere Treibhausgasemissionen nicht vollständig vermeidbar. Auch im Szenario der Treibhausgasneutralität verbleiben Restemissionen, z. B. aus der Landwirtschaft und einer begrenzten Anzahl von Industrieprozessen. Neben der drastischen Reduktion von Treibhausgasemissionen ist für das Erreichen der Treibhausgasneutralität daher auch die aktive Entnahme von Kohlendioxid aus der Atmosphäre – durch natürliche CO_2-Senken oder durch technische Verfahren – erforderlich. Diese sogenannten negativen Emissionen entstehen durch das aktive Entziehen von CO_2 (engl. Carbon Dioxide Removal; CDR) aus der Atmosphäre und dessen langfristige Speicherung.

Diese Ansätze und Methoden sind derzeit noch nicht ausreichend erforscht und müssen in Bezug auf großskalige Einsatzszenarien, Machbarkeit und Wirksamkeit sowie auf mögliche Zielkonflikte geprüft werden. Für einen wirkungs- und verantwortungsvollen Einsatz von CDR sind dabei nicht nur naturwissenschaftlich-technische Aspekte, sondern insbesondere auch rechtliche, wirtschaftliche, soziale und ökologische Fragen zu beachten.

Dies steht im Mittelpunkt der BMBF-Forschungsprogramme *CDRterra* und *CDRmare*. Im Rahmen von *CDRterra* fokussieren sich zehn Verbundprojekte auf landbasierte CO_2-Entnahmemethoden – technische ebenso wie naturbasierte. Beispiele dafür sind Aufforstung und Agroforstwirtschaft, Pflanzenkohle, beschleunigte Verwitterung von Gestein, Bodenkohlenstoffanreicherung oder auch die technische CO_2-Abscheidung und geologische Speicherung (engl. Carbon Capture and Storage; CCS), die auf ihre kombinierte Wirksamkeit hin untersucht werden (**Infobox: Projekt „NETPEC“**). Neben der Frage nach dem CO_2-Entzugspotenzial und der dauerhaften Bindung von CO_2 ist die Entwicklung und Bewertung von geeigneten Politikinstrumenten unter Einbeziehung der Öffentlichkeit und Stakeholder aus der Zivilgesellschaft ein zentraler Aspekt. Die Forschungsmission *Marine Kohlenstoffspeicher als Weg zur Dekarbonisierung (CDRmare)* wurde von der Deutschen Allianz Meeresforschung (DAM) initiiert. Sechs Verbundprojekte erforschen im Rahmen dieser interdisziplinären, anwendungsorientierten Forschungsmission die Bedeutung und das Potenzial des Ozeans für die CO_2-Aufnahme aus der Atmosphäre und CO_2-Speicherung und entwickeln konkrete Lösungen, Optionen und Konzepte. Die Forschungsverbünde untersuchen verschiedene Methoden der marinen CO_2-Aufnahme und -Speicherung (Alkalinisierung, Blue Carbon, künstlicher Auftrieb, CCS). Für beide Forschungsprogramme stellt das BMBF bis 2024 insgesamt 47 Mio. Euro zur Verfügung.

Das BMWK hat im Februar 2024 die Eckpunkte einer *Langfriststrategie Negativemissionen zum Umgang mit unvermeidbaren Restemissionen (LNe)* vorgelegt, um ein gemeinsames Verständnis der Rolle der CO_2-Entnahme für den Klimaschutz in Deutschland zu schaffen und Zielwerte für technische Senken zu bestimmen. Forschung und Entwicklung sind von zentraler Bedeutung für die *LNe,* da Methoden und Technologien zu CCU (engl. Carbon Capture and Utilization; CCU) und CCS zur Erzielung von Negativemissionen sich in der Entwicklungsphase befinden und noch nicht reif für den industriellen Einsatz sind. Zudem sollen technologische Potenziale aufgezeigt und so Politik- und Entscheidungswissen bereitgestellt werden.

Weitere Informationen im Internet:

- Carbon Dioxide Removal – CO_2-Entnahme
- CDRterra
- CDRmare
- CDRterra – Projekt NETPEC
- Klimamodell PalMod
- Klimamodell WarmWorld
- CCU/CCS-Technologien
- Eckpunktepapier Langfriststrategie Negativemissionen

Projekt „NETPEC“

Kohlendioxid mithilfe von Energie aus Sonnenlicht in ein speicherbares und stabiles Endprodukt umzuwandeln – und zwar viel effizienter als beim natürlichen Vorbild – ist das Prinzip künstlicher Photosynthese. Im Rahmen des CDRterra-Verbundprojektes „NETPEC“ entwickeln Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler bis 2024 neuartige Katalysatoren, die mit speziell angepassten Solarzellen zu einer photoelektrochemischen Zelle kombiniert werden. Je nachdem, welches Kohlenstoffprodukt diese Zellen erzeugen, kann es dann auf unterschiedliche Weise eingelagert werden – in ehemaligen Tagebauarealen, in unterirdischen Kavernen oder Gesteinsschichten.

Natürlicher Klimaschutz

Intakte Ökosysteme, Wälder und Auen, Böden und Moore, Meere und Gewässer, naturnahe Grünflächen in der Stadt und auf dem Land binden CO_2 aus der Atmosphäre und speichern es langfristig. Sie leis-

ten daher nicht nur einen Betrag zur biologischen Vielfalt (→ **IV 2.3 Biodiversitätsforschung**), sondern auch zum natürlichen Klimaschutz. Die Novelle des *Klimaschutzgesetzes* hat 2021 erstmals konkrete Ziele für den Klimaschutzbeitrag der Landökosysteme festgelegt, der über die Emissionsbilanz des Sektors Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft erfasst wird. Das 2023 beschlossene *Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz (ANK)* ist das zentrale Instrument der Bundesregierung, um diese Ziele zu erreichen. Damit will sie entscheidend dazu beitragen, den allgemeinen Zustand der Ökosysteme in Deutschland deutlich zu verbessern und so deren Resilienz und Klimaschutzleistung zu stärken. Der natürliche Klimaschutz umfasst Maßnahmen zum unmittelbaren Schutz, zur Stärkung und zur Wiederherstellung von terrestrischen und marinen Ökosystemen.

Forschung und Kompetenzaufbau spielen eine zentrale Rolle für eine stärker auf den natürlichen Klimaschutz ausgerichtete Nutzung von Ökosystemen und sind im *ANK* als eigenes Handlungsfeld verankert. Zur genaueren Ermittlung des Forschungsbedarfs hat das BMBF eine systematische Bestandsaufnahme der Forschungsbedarfe zum natürlichen Klimaschutz durchgeführt. Im Ergebnis dazu hat das BMBF neue Forschungsmaßnahmen entwickelt und mit dem BMUV abgestimmt. Die Forschungsinitiative *Klima- und Artenschutzpotenziale von Auen und Moorlandschaften aktivieren* fördert z. B. FuE-Vorhaben zu klima- und biodiversitätsfreundlichen Bewirtschaftungsweisen. In Modellregionen sollen geeignete politische Ansätze, Anreizsysteme und ökonomische Rahmenbedingungen – auch auf Basis von Klimafolgenabschätzungen einer künftigen klimafreundlichen Auen- und Moorbewirtschaftung – analysiert und daraus konkrete Empfehlungen für Klima- und Artenschutz abgeleitet werden.

Im Rahmen der trilateralen deutsch-niederländisch-dänischen Forschungsagenda haben BMUV und BMBF das Forschungsprogramm *Internationale Wattenmeerforschung: Komplexe Belastungen des Wattenmeeres verstehen und Handlungsoptionen entwickeln* aufgelegt. Ab Juni 2024 werden Verbundvorhaben gefördert, die zum Verständnis der Auswirkungen der drei ökologischen Krisen auf das Wattenmeer – Auswirkungen des Klimawandels, Verlust der Biodiversität, Verschmutzung – beitragen und Lösungen für ein nachhaltiges Management des Wattenmeeres inklusive Maßnahmen zur Stärkung der Widerstandsfähigkeit des Ökosystems sowie der davon abhängigen Küstengemeinden und -städte entwickeln.

Meeres- und Küstenökosysteme bieten einschließlich ihrer Habitate wie Seegraswiesen, Salzmarschen und Algenwälder sowie Sedimente am Meeresboden u. a. Potenziale für die natürliche Kohlenstoffbindung und können langfristig als CO_2-Senken und -Speicher fungieren. Dazu fördert das BMBF im Programm von *MARE:N* durch die Forschungsinitiativen *Ozeane unter Stress, Küstenmeerforschung in Nord- und Ostsee* und der DAM-Forschungsmission *Schutz und nachhaltige Nutzung mariner Räume (sustainMare)* Forschungsarbeiten, deren Erkenntnisse in Handlungskonzepten und konkrete Maßnahmen umgesetzt werden sollen. Die Forschungsarbeiten zur natürlichen Senkenfunktion mariner Sedimente und zur großskaligen Renaturierung von Seegraswiesen sollen im Rahmen des *ANK* in Zusammenarbeit von BMUV und BMBF weiter vertieft werden (→ **IV 5.3 Meeresforschung und nachhaltige maritime Nutzung**).

Die Anpassung, die Sicherung und der Erhalt der Wälder, die im Sinne des Klimaschutzes einen herausragenden Kohlenstoffspeicher darstellen, sowie die klimaschonende nachhaltige Holznutzung waren bis Ende 2023 Gegenstand von Fördermaßnahmen sowie Kommunikations- und Informationsvorhaben des gemeinsam von BMEL und BMUV verwalteten *Waldklimafonds*. Große Forschungs-Praxis-Verbünde zur Stärkung der Zusammenarbeit und Akteursvernetzung innerhalb regionaler Wald- und Holzforschungs-Cluster werden zudem seit 2022 durch die BMBF-Fördermaßnahme *REGULUS – Regionale Innovationsgruppen für eine klimaschützende Wald- und Holzwirtschaft* gefördert.

Weitere Informationen im Internet:

- Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz
- Internationale Wattenmeerforschung
- Deutsche Küstenforschung
- DAM: sustainMare
- Waldklimafonds
- Regionale Innovationsgruppen für eine klimaschützende Wald- und Holzwirtschaft

2.2 Klimaresilienz: Anpassung und Vorsorge

Trotz aller Klimaschutzbemühungen stellen die Folgen des Klimawandels unsere Gesellschaft vor stetig wachsende Herausforderungen durch die zunehmende Häufigkeit von Extremwetterereignissen wie Starkregen, Überschwemmungen, Stürme, extreme Hitze und Dürren. Im März 2023 hat der zweite Teil des 6. IPCC-Sachstandsberichtes auf die Dringlichkeit zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels verwiesen. Die Folgen umfassen Beeinträchtigungen der Gesundheit von Mensch und Natur sowie Schäden an Infrastruktur, Gebäuden und Anlagen mit immensen wirtschaftlichen Folgen.

Der Bundestag hat im November 2023 das *Bundes-Klimaanpassungsgesetz (KAnG)* verabschiedet. Darin ist u. a. vorgesehen, dass die Bundesregierung bis spätestens September 2025 eine vorsorgende Klimaanpassungsstrategie mit messbaren Zielen entwickelt, nachfolgend umsetzt und unter Berücksichtigung aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse alle vier Jahre fortschreibt. Die neue *Klimaanpassungsstrategie* wird perspektivisch die bisherige *Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS)*, die 2008 vorgelegt und seitdem kontinuierlich weiterentwickelt wurde, ablösen. Die *DAS* bildet bisher den strategischen Rahmen des Bundes für die Klimaanpassungspolitik. Ziel ist es, die Vulnerabilität der deutschen Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt zu verringern und ihre



Eine Forscherin am Max-Planck-Institut untersucht das Kommunikationsverhalten von Zebrafinken beim Flug in einer Gruppe im Windkanal in Seewiesen.

Strategische Behördenallianz „Anpassung an den Klimawandel“

Welche Klimafolgen haben Bedeutung für den Bevölkerungsschutz, die Katastrophenvorsorge, die räumliche Planung oder operative Einsätze? Welche Strategien und Maßnahmen zur Anpassung an Extremereignisse wie Hitzeperioden, Starkniederschläge und Stürme werden vom Bevölkerungsschutz, der Katastrophenvorsorge und in der räumlichen Planung umgesetzt? Zur Beantwortung solcher Fragen forschen der Deutsche Wetterdienst (DWD), das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK), das Technische Hilfswerk (THW), das Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) sowie das Umweltbundesamt (UBA) zur Strategischen Behördenallianz „Anpassung an den Klimawandel“ seit dem Jahr 2007. Die Behördenallianz unterstützt Bundesministerien bei der Identifizierung und Umsetzung von Strategien, Instrumenten und Maßnahmen zur Verringerung der Verwundbarkeit gegenüber Klimaänderungen bzw. Steigerung der Anpassungsfähigkeit. Dazu führt die Strategische Behördenallianz Studien durch und entwickelt Handlungsempfehlungen zum Umgang mit den Folgen des Klimawandels, wobei der Fokus bislang auf drei Forschungsprojekten zu Extremwetterereignissen liegt. Im Rahmen des Projekts „Klassifikation meteorologischer Extremereignisse zur Risikovorsorge gegenüber Starkregen für den Bevölkerungsschutz und die Stadtentwicklung“ entstand 2021 ein Katalog extremer Niederschlagsereignisse, der mit Einsatzdaten für Präventionsempfehlungen ergänzt wurde.



Ein Monitoring-Team des Johann Heinrich von Thünen-Instituts vermisst einen Baum im Rahmen der Bundeswaldinventur.

Anpassungsfähigkeit zu steigern. Die Strategie ist entsprechend offen und flexibel gehalten. Durch regelmäßige Fortschrittsberichte wird sie fortgeschrieben. Weiterentwickeltes Wissen, neue Erkenntnisse oder Erfordernisse können so einfließen. Daher bildet die kontinuierliche Erweiterung der Wissensbasis u. a. durch Folgen- und Anpassungsforschung einen wichtigen Teil der Strategie. Die Fortschrittsberichte geben zusammen mit dem *Aktionsplan Anpassung (APA III)* einen umfassenden Überblick über Forschung zur Anpassung.

Das Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung im UBA hat u. a. die Aufgabe, die Bundesregierung durch Umweltforschung und Informationsbereitstellung zur Anpassung an den Klimawandel zu unterstützen. Dabei wird auf Datendienste und Beratungsleistungen verschiedener Bundesressorts zurückgegriffen. Der *DAS*-Basisdienst „Klima und Wasser“ des BMDV liefert für viele Handlungsfelder der *DAS* regelmäßig qualitätsgesicherte Daten und Beratungsleistungen zum Klimawandel und dessen Auswirkungen. Auch das BMBF und BMEL tragen mit ihrer vielfältigen Forschungsförderung und der Ressortforschung im Bereich Klimaresilienz und Anpassung aktiv zur *DAS* bei.

Zahlreiche Förderaktivitäten des Bundes für die Forschung zu Klimawandel und Anpassung werden unter dem Dach der *FONA*-Strategie im Handlungsfeld „Anpassungsfähigkeit und Risikovorsorge verbessern“ gebündelt. Das BMBF unterstützt z. B. mit der *FONA*-Fördermaßnahme *Wege zu einem verbesserten Risikomanagement im Bereich mariner Extremereignisse und Naturgefahren* notwendige Anpassungsmaßnahmen an den Klimawandel im Küstenbereich durch disziplinenübergreifendes Denken, neue politische Steuerungs- und Regulierungsansätze und nicht zuletzt durch die Verbesserung von Datenerhebungen, Informationen, Berechnungs-Modellen und digitalen Werkzeugen.

Weitere Informationen im Internet:

- Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel
- UBA: Klimafolgen und Anpassung
- UBA: Kompetenzzentrum Klimafolgen und Anpassung
- UBA: Aktionsplan Anpassung
- FONA-Klimaanpassung
- Strategische Behördenallianz „Anpassung an den Klimawandel“

Klimaangepasste und -resiliente Städte und Regionen

Urbane Räume stehen vor großen Herausforderungen angesichts des Klimawandels und seiner Folgen. Die Forschung zielt darauf ab, die regionalen Entwicklungen und Auswirkungen des Klimawandels zu identifizieren und zu verstehen, sozioökonomische Entwicklungen zu berücksichtigen, Daten bereitzustellen, Konzepte für Monitoring, Vorhersage, Kommunikation und Vorsorgemaßnahmen zu entwickeln und diese in den jeweiligen kommunalen und regionalen Verwaltungsstrukturen zu verankern. Die Bundesregierung unterstützt Städte und Regionen dabei, vorausschauend auf neue klimatische Bedingungen und Umweltrisiken zu reagieren.

Das BMWSB fördert in Zusammenarbeit mit dem BBSR konzeptionelle und investive Projekte mit hoher Wirksamkeit für Klimaschutz und Klimaanpassung und mit hohem Innovationspotenzial im Rahmen des Bundesprogramms zur *Anpassung urbaner und ländlicher Räume an den Klimawandel*. In drei Förderrunden wurden bisher mehr als 300 Projekte mit einem Fördervolumen von bis zu 476 Mio. Euro vom Haushaltsausschuss des Deutschen Bundestages ausgewählt. Ein weiterer Projektaufruf wurde 2023 gestartet.

Im Rahmen der Ressortforschung des BMWSB und BBSR ist Klimawandelanpassung und Hitzevorsorge vom Gebäude über die Stadtquartiere, in Städten und Regionen und im Bauwesen ein wichtiger Schwerpunkt. Die BBSR-Forschung in den Bereichen Freiraumsicherung, wassersensible Stadtgestaltung, klimaresilienter Stadtumbau und vorsorgendes Risikomanagement in der Regionalplanung leistet einen wichtigen Beitrag zur Risikovorsorge im Hinblick auf Überflutung, Hochwasser und Hitze.

Im Rahmen der *FONA*-Fördermaßnahmen *Regionale Informationen zum Klimahandeln (RegIKlim), Stadtklima im Wandel* sowie *Klimaresilienz durch Handeln in Stadt und Region* wird die Entwicklung praxistauglicher, teilweise KI-basierter digitaler Werkzeuge für raumbezogene Entscheidungsprozesse sowie lokal angepasste Lösungsstrategien für den Umgang mit den Folgen des Klimawandels unterstützt.

Klimaanpassung ist auch ein Schwerpunktbereich im *Ressortforschungsplan* des BMUV. Zudem wird dort „Klimawandelanpassung und Resilienz in urbanen Räumen/Neues Europäisches Bauhaus“ als eines der fünf strategischen Kernthemen definiert.

Darüber hinaus fördert das BMUV mit der Richtlinie *Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels* Vorhaben, die Antworten auf die Folgen des Klimawandels liefern und die Klimaanpassung unterstützen. Die 2021 erfolgte Neuausrichtung der Förderrichtlinie beabsichtigt, Betroffene des Klimawandels, insbesondere Kommunen und kommunale Einrichtungen, darin zu unterstützen, die notwendigen Klimaanpassungsprozesse möglichst frühzeitig, systematisch und integriert in Übereinstimmung mit den Zielen für nachhaltige Entwicklung anzugehen. Nach einer ersten Förderrunde 2021/2022 mit rund 120 geförderten Projekten startete 2023/2024 ein weiterer Förderaufruf mit Schwerpunkt auf natürlichem Klimaschutz und naturbasierten Lösungen. Neben Kommunen haben auch weitere Akteurinnen und Akteure der Klimaanpassung im Rahmen der Förderrichtlinie die Möglichkeit, modellhafte und innovative Projektideen zu entwickeln und pilothaft umzusetzen.

Die BMUV-Förderung *Klimaanpassung in sozialen Einrichtungen* trägt dazu bei, besonders vulnerable Personengruppen vor den Folgen der Klimakrise zu schützen. Mit der 2023 novellierten Förderrichtlinie werden systematische und nachhaltige Anpassungsprozesse und -maßnahmen in sozialen Einrichtungen unterstützt. Die Förderung setzt einen Schwerpunkt auf naturbasierte Lösungen mit Modellcharakter.

Bereits 2021 richtete das BMUV das *Zentrum Klima-Anpassung* ein. Als Lotsenstelle bietet das Zentrum bundesweit Beratung und Dienstleistungen für Kommunen und Träger sozialer Einrichtungen, um bei der Identifizierung, Planung und Durchführung von Klimaanpassungsmaßnahmen zu unterstützen.

Die Ressortforschung des BMDV beschäftigt sich im Schwerpunkt „Resiliente Verkehrs- und Datensysteme & Verkehrssicherheit“ mit der Anpassung der Verkehrssysteme an die Folgen des Klimawandels, der Verlässlichkeit und Resilienz der Verkehrsinfrastruktur, dem Schutz kritischer Infrastrukturen und der Entwicklung von Warnmeldesystemen. Das verkehrsträgerübergreifende Element in der Ressortforschung des BMDV ist das 2016 ins Leben gerufene BMDV-Ex-

pertennetzwerk, in dem sieben Behörden des BMDV Innovationen in den Bereichen Anpassung an den Klimawandel, Umweltschutz und Risikomanagement für robuste und widerstandsfähige Verkehrssysteme erarbeiten. Ziel ist, die erfolgsversprechenden Produkte, die aus der Forschung des BMDV-Expertennetzwerks hervorgehen, im *DAS*-Basisdienst „Klima und Wasser“ zu operationalisieren.

Weitere Informationen im Internet:

- Klimaresilienz durch Handeln in Stadt und Region
- Regionale Informationen zum Klimahandeln (RegIKlim)
- Stadtklima im Wandel
- Klima, Umwelt und Gesundheit
- Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels
- Klimaanpassung in sozialen Einrichtungen
- Zentrum KlimaAnpassung
- Resiliente Verkehrs- und Datensysteme & Verkehrssicherheit
- BMDV-Expertennetzwerk

Extremwettervorsorge und Katastrophenschutz

Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK), eine Bundesoberbehörde im Ressort des BMI, hat den zivilen Bevölkerungsschutz zum Auftrag, der im Verteidigungs-, Krisen- und Katastrophenfall Bürgerinnen und Bürger schützen soll. Das BBK erforscht und fördert unterschiedliche wissenschaftliche Fragestellungen, indem es einerseits Hochschulen, Forschungseinrichtungen und Unternehmen mit der Durchführung von FuE-Projekten beauftragt und andererseits auch an unterschiedlichen Forschungsvorhaben partizipiert, die z. B. im *Rahmenprogramm „Forschung für zivile Sicherheit“* gefördert werden. Die aktuellen Forschungsvorhaben decken eine große Bandbreite von Themen ab, zu denen die Analyse der Kommunikation in sozialen Medien für die Anfertigung von Lagebildern in Krisen, die Entwicklung eines Sozialkapital-Radars, mit dem soziale Unterstützungsbereitschaft ermittelt werden kann, aber auch die Erstellung einer Telemedizinstrategie für den Zivilschutzfall zählen.

Extremwetterereignisse, wie das Hochwasser im Juli 2021 in Rheinland-Pfalz und Nordrhein-Westfalen, können Menschenleben fordern und zu enormen Schäden führen. Zielgerichtete Warnungen sind entscheidend, um Bürgerinnen und Bürger und Infrastrukturen beim Auftreten solcher Ereignisse bestmöglich zu schützen. Unterstützt durch das BMDV nimmt der DWD das neu entwickelte Integrierte Vorhersagesystem Unwetter (engl. Seamless Integrated Forecasting System; SINFONY) ab 2024 schrittweise in Betrieb. SINFONY liefert optimierte und bruchfreie Niederschlagsprognosen mit einem Zeithorizont von zwölf Stunden und ermöglicht eine Verbesserung der

Forschungsprojekt Klimaanpassung, Hochwasser und Resilienz (KAHR)

Das Hochwasser in Nordrhein-Westfalen und Rheinland-Pfalz im Juli 2021 gehört zu den größten Naturkatastrophen, die Deutschland in den letzten 100 Jahren getroffen haben. Welche Lehren können daraus gezogen werden? Wie können Zukunftsszenarien und Simulationen für Starkregen bei der Aufarbeitung helfen und welche Maßnahmen bieten sich Kommunen für eine klimaresiliente Zukunft? Diesen und weiteren Fragen widmet sich das vom BMBF geförderte Forschungsprojekt KAHR. Es begleitet den Prozess des Wiederaufbaus und leistet einen wissenschaftlichen Beitrag zum Hochwasserrisikomanagement, um gefährdete Regionen zukünftig resilienter gegen Extremwettereignisse zu gestalten.



Von der Flutkatastrophe zerstörte Eisenbahnbrücke bei Ahrweiler



Vorhersagen für Gewitter- und Starkniederschläge sowie daraus resultierende Sturzfluten.

Im Rahmen der vom BMWK institutionell geförderten Sicherheitsforschung arbeitet das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Abstimmung mit Staat und Verwaltung, Wissenschaft und Industrie an den Themen satellitengestütztes Krisenmanagement, maritime Sicherheit und Schutz des maritimen Habitats, Energieversorgung sowie Katastrophenmanagement bei Extremwetterereignissen.

Weitere Informationen im Internet:

- Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe (BBK) – Forschung
- Forschung für zivile Sicherheit
- DWD: Unwetter-Forschung
- DWD: Integriertes Vorhersagesystem SINFONY
- DLR Sicherheits- und Verteidigungsforschung
- Forschungsinitiative ClimExtreme
- Forschungsprojekt Klimaanpassung, Hochwasser und Resilienz (KAHR)

Klimaangepasste Landnutzungssysteme

Die Folgen des Klimawandels für die Land- und Forstwirtschaft sind umfangreich und bereits gegenwärtig zu spüren – in Deutschland, wie überall auf der Welt: Trockenheit und ausgedehnte Dürreperioden, Witterungsextreme, Ernteminderung und -ausfälle. Deshalb bildet neben dem Klimaschutz die Erhöhung der Klimaresilienz – also der Widerstandsfähigkeit gegenüber den Folgen des Klimawandels – eine wesentliche Grundlage für eine zukunftssichere Landwirtschaft.

Als Bestandteil der *DAS* wurde 2019 die *Agenda zur Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel* beschlossen. Ziel der Agenda ist es, diese Wirtschaftsbereiche so gut wie möglich auf die erwarteten Klimaänderungen einzustellen und konkrete Handlungsempfehlungen zu geben. Zu den Handlungsfeldern der Agenda zählen u. a. die Unterstützung der Forschung für die Entwicklung nachhaltiger Pflanzenbausysteme und ein verbesserter Wissenstransfer.

Zur Förderung von Klimaschutzleistungen sowie der Anpassung der Wälder an den Klimawandel ist der *Waldklimafonds* das zentrale Instrument für Forschungs-, Entwicklungs- und Kommunikationsvorhaben. Die Projekte vernetzen Expertinnen und Experten, Praktikerinnen und Praktiker, die gemeinsam Lösungsansätze für aktuelle und kommende Herausforderungen im Bereich Klimaschutz und Klimaanpassung erarbeiten. Über das bereits 2013 von BMUV und BMEL aufgelegte Förderprogramm wurden bisher rund 500 Projekte gefördert.

Die EU-Mission „Anpassung an den Klimawandel“ zielt darauf ab, mindestens 150 europäische Regionen bei ihren Anstrengungen, bis 2030 klimaresilient zu werden, zu unterstützen. Darüber hinaus sollen 75 groß angelegte und auf andere europäische Regionen übertragbare Demonstrationsvorhaben im Bereich der Klimaresilienz umgesetzt werden. Aktuell sind mehrere Forschungseinrichtungen, darunter das Climate Service Center GERICS, an Missionsprojekten beteiligt. Unter gemeinsamer Federführung unterstützen BMBF und BMUV die deutschen Aktivitäten. Die Mission ermöglicht es, Forschungsergebnisse und -produkte europaweit als Musterbeispiele, Methoden oder Daten bereitzustellen.

Afrikanische Partnerländer und Deutschland arbeiten seit 2012 verstärkt in Forschungspartnerschaften zusammen, um gemeinsam Herausforderungen im Bereich der Klimaforschung und Klimaanpassungsforschung anzugehen. Langfristige Partner sind die vom BMBF im Verbund aufgebauten regionalen Kompetenzzentren WASCAL (West African Science Service Center on Climate Change and Adapted Land Use) und SASSCAL (Southern African Science Service Centre for

Climate Change and Adaptive Land Management) im westlichen und südlichen Afrika. Diese Zusammenarbeit zielt darauf ab, das Verständnis des Klimawandels in Afrika zu vertiefen, Anpassungsstrategien zu entwickeln und Maßnahmen zur Reduzierung der Auswirkungen des Klimawandels zu ergreifen. Mit der Initiative werden vom Klimawandel besonders betroffene afrikanische Länder beim Aufbau wissenschaftlicher Strukturen und Ressourcen unterstützt, um valide Entscheidungen, beispielsweise für nachhaltige Landnutzung, Wasserversorgung und Ernährungssicherung, zu ermöglichen (**VI 4.1 Afrika und Nahost**).

Im Rahmen der Entwicklungszusammenarbeit fördert das BMZ u. a. Maßnahmen zum Klima-Risikomanagement mit Instrumenten wie beispielsweise Agrarversicherungen, digitalen Klimainformationsdiensten und Frühwarnsystemen.

Weitere Informationen im Internet:

- Agenda zur Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel
- Waldklimafonds
- EU-Mission „Anpassung an den Klimawandel“
- Climate Service Center Germany
- Klimakompetenzzentren Afrika WASCAL und SASSCAL
- Thema Landwirtschaft und Klima

Klimaangepasstes Wassermanagement

Die Ressource Wasser steht zunehmend unter Druck: Klimawandelbedingte Veränderungen, wie Dürren, sinkende Grundwasserstände und Starkregenereignisse sowie der demografische Wandel und das globale Wirtschaftswachstum führen zu erhöhtem Wasserbedarf und gleichzeitig steigenden Schadstoffeinträgen in die Gewässer. Dies stellt Wasserressourcen und Wasserwirtschaft vor enorme Herausforderungen. Als politischen Handlungsrahmen im Umgang mit der Ressource Wasser – insbesondere mit Blick auf die Modernisierung und Anpassung der Wasserinfrastrukturen und den Gewässerschutz – hat das BMUV 2023 die *Nationale Wasserstrategie* vorgelegt. Deren erfolgreiche Umsetzung basiert auf den aktuellen Forschungsergebnissen, u. a. aus der Ressortforschung und dem 2021 initiierten Forschungsprogramm *Wasser:N – Forschung und Innovation für Nachhaltigkeit.*

Ziel von *Wasser:N* ist eine zukunftsfähige Wasserforschung mit fachlich übergreifenden Ansätzen, in denen die Bedarfsfelder Mensch, Umwelt und Wirtschaft gleichermaßen berücksichtigt werden. Weltweit bedrohen Wasserknappheit und Wasserverschmutzung zunehmend die Ökosysteme und beeinträchtigen die wirtschaftliche und politische Stabilität ganzer Regionen und Länder. Aufgrund der drastischen Verknappung der Süßwasservorräte müssen in der gesamten Wasserwirtschaft Technologien, Betriebskonzepte und Managementstrategien ressourcen- und energieeffizient weiterentwickelt werden. Aktuelle Fördermaßnahmen fokussieren auf die Themenbereiche Wasserwiederverwendung, nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung und Anpassung an Wasser-Extremereignisse und Dürren.

Der „Innovationsatlas Wasser“ bietet ein umfassendes Informationsangebot zu Produkten und Innovationen aus Fördermaßnahmen bzw. Initiativen des BMBF und stärkt damit den Wissenstransfer in die Praxis.

Zum Aufbau und der Weiterentwicklung gemeinsamer Forschungsstrategien in der Wasserforschung engagiert sich das BMBF auf europäischer Ebene in der Partnerschaft *Water4All – Water Security for the Planet* sowie in der europäischen Programminitiative *Water JPI – Water Challenges for a Changing World.* Darüber hinaus ist das BMBF an der *Förderinitiative Partnership for Research and Innovation in the Mediterranean Area (PRIMA)* beteiligt.

Weitere Informationen im Internet:

- Nationale Wasserstrategie
- Forschungsprogramm Wasser:N
- Wasserwiederverwendung
- Nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung
- Wasserextremereignisse
- Innovationsatlas Wasser
- Water4All (engl.)
- Water JPI (engl.)
- PRIMA (engl.)

2.3 Biodiversitätsforschung

Biodiversität, häufig auch als biologische Vielfalt bezeichnet, umfasst die Vielfalt der Ökosysteme, der Arten sowie die genetische Vielfalt innerhalb einer Art. Sie ist eine der Voraussetzungen für die Leistungen der Ökosysteme, wie die Bodenfruchtbarkeit, die Bereitstellung von Nahrung und Rohstoffen, Klimaregulierung, Luft- und Wasserqualität. Nicht zuletzt dient sie auch unserer Erholung und unserem Wohlbefinden. Biodiversität trägt zur Stabilität der Ökosysteme bei und erhöht ihre Widerstandsfähigkeit, insbesondere gegenüber dem Klimawandel. In den vergangenen Jahrzehnten ist die biologische Vielfalt weltweit massiv zurückgegangen – neben dem Klimawandel die zweite große ökologische Krise unserer Zeit. Den Verlust an Biodiversität zu stoppen und den Trend umzukehren ist daher eine der größten Herausforderungen unserer Zeit.

Forschung kann vor allem dazu beitragen, globale Zusammenhänge und regionale Auswirkungen des Biodiversitätsverlustes und der Klimaerwärmung zu erfassen – als Grundlage für neue Strategien und wirksame Lösungsansätze, um Ursachen zu bekämpfen und negative Konsequenzen zu minimieren bzw. sich ihnen anzupassen.

Die *Nationale Strategie zur Biologischen Vielfalt (NBS)* ist seit 2007 die zentrale Naturschutzstrategie der Bundesregierung und wesentliches Instrument zur Umsetzung internationaler und europäischer Vereinbarungen. Die Fortentwicklung der *NBS* für die Zeit bis 2030 *(NBS 2030)* wird derzeit von der Bundesregierung erarbeitet, mit der der Ende 2022 verabschiedete *Globale Biodiversitätsrahmen von Kunming-Montreal (GBF)* des UN-Übereinkommens über die biologische Vielfalt (engl. *Convention on Biological Diversity; CBD*) und auch die *EU-Biodiversitätsstrategie* für 2030 mit ambitionierten Zielen und Maßnahmenprogrammen national umgesetzt werden soll. Eine Verabschiedung im Bundeskabinett ist für 2024 geplant.

In diesem Rahmen wurde auch die Biodiversitätsforschung strategisch neu ausgerichtet. Im Handlungsfeld „Digitalisierung, Daten und Forschung“ gilt es, Forschungslücken zur Umsetzung eines transformativen Wandels für den effektiven Schutz und die nachhaltige Nutzung der Biodiversität zu identifizieren und zu schließen, das bundesweite Biodiversitätsmonitoring weiterzuentwickeln und auszubauen sowie die Chancen der Digitalisierung zur Erfassung, Erhaltung, Wiederherstellung und nachhaltigen Nutzung der biologischen Vielfalt zu nutzen.

Im Rahmen des *Bundesprogramms Biologische Vielfalt*, das vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) mit Mitteln des BMUV umgesetzt wird, wurden seit 2011 mehr als 184 Projekte mit 490 Teilvorhaben in den Förderschwerpunkten „Ökosystemleistungen“, „Hotspots der biologischen Vielfalt“, „Verantwortungsarten“, „Stadtnatur“ und „Weitere Maßnahmen von besonderer repräsentativer Bedeutung für die Strategie“ gefördert.

Weitere Informationen im Internet:

- Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt (NBS)
- Convention on Biological Diversity (CBD, engl.)
- Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework (GBF)
- Bundesprogramm Biologische Vielfalt

Biodiversitätsmonitoring, Daten und Informationen

Für die Forschung zum Erhalt der biologischen Vielfalt sind moderne Methoden unverzichtbar. Das Nationale Monitoringzentrum zur Biodiversität (NMZB), angesiedelt beim BfN, trägt seit 2021 dazu bei, die Datenbasis zu Entwicklungen der Biodiversität zu verbessern. Um das bundesweite Monitoring zur Biodiversität auszubauen und weiterzuentwickeln, werden Akteurinnen und Akteure aus Behörden, Wissenschaft und Ehrenamt vernetzt und gefördert sowie das Datenmanagement und die Bereitstellung bestehender Monitoring-Daten verbessert. Eine wesentliche Aufgabe des NMZB besteht darin, die Weiter- und Neuentwicklung von Monitoring-Methoden, wie Erfassungsmethoden und Methoden



Mitarbeitende des Max-Planck-Instituts für biologische Intelligenz untersuchen ein handaufgezogenes Kampfläuferküken in einer Freilandarena.

für die Analyse von Biodiversitätsdaten, zu unterstützen. Dabei kommt der Entwicklung und dem Einsatz neuer Technologien und Methoden zur Erfassung und Auswertung im Biodiversitätsmonitoring eine große Bedeutung zu, wie z. B. optische und akustische Fernerkundung, genetische Verfahren und Künstliche Intelligenz (KI). Rund 21 Monitoring-Programme zu Arten und Habitaten laufen aktuell in Deutschland.

Im Bereich Biodiversität und Digitalisierung fördert das BMBF verschiedene Ansätze, in denen innovative Technologien zur Erfassung und Verarbeitung von Daten entwickelt und umgesetzt werden. Hierzu zählen u. a. die Global Biodiversity Information Facility (GBIF) und die Projekte German Barcode of Life (GBOL), Automated Multisensor Station for Monitoring of Species Diversity (AMMOD) sowie Forensic Genetics for Species Protection (FOGS).

Unter dem Dach der Forschungsinitiative zum Erhalt der Artenvielfalt (FEdA) fördert das BMBF Projekte zu *Methoden der Künstlichen Intelligenz als Instrument der Biodiversitätsforschung,* die durch die Entwicklung innovativer Methoden der automatisierten Artenerfassung, der Integration von Datenbeständen, der Analyse langer Zeitreihen und räumlicher Dynamiken sowie der umfassenden Netzwerkanalyse einen erheblichen Beitrag zur Biodiversitätssicherung leisten können.

Den legalen Zugang zu genetischen Ressourcen und den fairen Ausgleich der aus ihrer Nutzung entstehenden Vorteile regeln auf internationaler Ebene das Übereinkommen über die Biologische Vielfalt (das Nagoya-Protokoll) sowie für Züchtung und Forschung der *Internationale Vertrag über pflanzengenetische Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft (ITPGRFA).* Als Vertragspartei des *ITPGRFA* sowie als Mitglied der Kommission für genetische Ressourcen für Ernährung und Landwirtschaft (CGRFA) setzt sich die Bundesregierung für den Erhalt, die nachhaltige Nutzung, den freien Zugang und einen gerechten Vorteilsausgleich bei der Nutzung sowie das Monitoring der genetischen Ressourcen ein. BMEL und BMZ fördern außerdem den in Deutschland angesiedelten *Globalen Treuhandfonds für Nutzpflanzenvielfalt (engl. Global Crop Diversity Trust),* der international zum Aufbau und Erhalt von nationalen und überregionalen Genbanken beiträgt und die Erfassung der genetischen Vielfalt für Ernährung und Landwirtschaft fördert.

Das BMBF fördert den internationalen Austausch genetischer Informationen zur Biodiversitätsforschung durch die Unterstützung des internationalen Global Genome Biodiversity Network (GGBN). Dieses Netzwerk stärkt die Zusammenarbeit zwischen molekularen Sammlungen weltweit und macht qualitativ hochwertige DNA-, Gewebe- und Umweltproben über ein gemeinsames Datenportal digital verfügbar. Aktuell ermöglichen 99 Institutionen aus 33 Ländern

den digitalen Zugriff über das Datenportal auf mehr als 3 Mio. DNA- und Gewebeproben aus ihren biologischen Sammlungen. Das GGBN wird durch die Forschungseinrichtungen Smithsonian Institution, USA, und Botanischer Garten Berlin der Freien Universität Berlin koordiniert. Die technische Infrastruktur wird durch den Botanischen Garten Berlin bereitgestellt und weiterentwickelt.

Das Informations- und Koordinationszentrum für Biologische Vielfalt der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) setzt sich für den Erhalt und die nachhaltige Nutzung der biologischen Vielfalt und ihrer genetischen Ressourcen in der Landwirtschaft und in der Nahrungsmittelproduktion ein. Die BLE betreut darüber hinaus für das BMEL Projekte im Bereich der Erhaltung und innovativen Nutzung der biologischen Vielfalt. Ziele sind dabei die Erfassung, Inventarisierung und Dokumentation genetischer Ressourcen sowie die Entwicklung und Umsetzung innovativer Konzepte mit Vorbildcharakter zur Erhaltung und nachhaltigen Nutzung der Agrobiodiversität. Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei haben als größte Flächennutzer in Deutschland einen wesentlichen Einfluss auf die Biodiversität. Um die größeren Zusammenhänge der genetischen Ressourcen als Teil des Biodiversitätsschutzes, als Potenzial für die Anpassung an den Klimawandel und als Grundlage unserer Ernährungssicherung zu begreifen sowie politische Entwicklungen und Rahmensetzungen der letzten Dekaden aufzugreifen, wurde Anfang 2024 die Strategie des BMEL *Biologische Vielfalt stärken: Nationale Strategie zu genetischen Ressourcen für Ernährung, Landwirtschaft, Forst und Fischerei* entwickelt.

BMBF, BMEL und BMUV fördern Vorhaben zur Entwicklung eines Monitorings der Bioökonomie. Ziel ist es u. a., Indikatoren und Modelle zu entwickeln, um den Status quo messbar zu machen, mögliche Zielkonflikte auf dem weiteren Weg zu einer nachhaltigen Bioökonomie frühzeitig zu identifizieren und daraus geeignete Handlungsempfehlungen für politische Entscheidungsträger zur Ausgestaltung einer nachhaltigen Bioökonomie abzuleiten. Eine nachhaltige Bioökonomie bietet vielfältige Wege und Lösungsmöglichkeiten, um komplexen Herausforderungen zu begegnen, wie der Ernährungssicherung oder dem Klima- und Biodiversitätsschutz. Hier soll das Monitoring als wichtige Grundlage dienen und Zahlen und Fakten zum Status, zur Leistung und zu den Trends der deutschen Bioökonomie liefern.

Weitere Informationen im Internet:

- Nationales Monitoringzentrum zur Biodiversität
- Global Biodiversity Information Facility (engl.)
- German Barcode of Life Initiative
- FONA: Automated Multisensor Stations for Monitoring of BioDiversity
- Global Genome Biodiversity Network (GGBN)
- Informations- und Koordinationszentrum für Biologische Vielfalt
- Fachportale Agrobiodiversität
- Global Crop Diversity Trust (engl.)

Biodiversitätsmonitoring in Agrarlandschaften – das Projekt „MonViA“

In dem Verbundprojekt „MonViA“ entwickeln Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Thünen-Instituts, des Julius Kühn-Instituts (JKI) und der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) ein bundesweites Biodiversitätsmonitoring in Agrarlandschaften. Das vom BMEL geförderte Projekt ist komplementär zu bestehenden Monitoringaktivitäten und -ansätzen konzipiert. Mit seinem besonderen Fokus auf die Agrarlandschaft soll „MonViA“ wissenschaftlich belastbare Rückschlüsse auf den Zustand der biologischen Vielfalt in der Agrarlandschaft, auf ihre Entwicklung unter dem Einfluss der landwirtschaftlichen Produktion, Auswirkungen von Veränderungen der biologischen Vielfalt auf die agrarischen Produktionssysteme und die Wirkung agrar- und umweltpolitischer Maßnahmen ermöglichen. „MonViA“ liefert damit wichtige Informationen zur Weiterentwicklung der landwirtschaftlichen Praxis und der Agrarumweltpolitik. In der Pilotphase (2019–2023) wurden verschiedene Indikatoren entwickelt, deren Erhebung ab 2024 verstetigt werden soll.

Biodiversitäts-Umsetzung

Im Rahmen der *FEdA* werden innovative Technologien und Methoden entwickelt und eingesetzt, um die biologische Vielfalt umfassender und effizienter zu erfassen und zu beurteilen. Ursachen, Ausmaß und Folgen von Veränderungen der Biodiversität werden vertiefend untersucht und Lösungen und Maßnahmen für den Erhalt der biologischen Vielfalt im Dialog mit Anwenderinnen und Anwendern entwickelt. Der auf diese Weise bereitgestellte Werkzeugkasten an konkreten Maßnahmen bildet die Grundlage, eine Trendwende beim Verlust der Artenvielfalt einleiten zu können. Dazu hat das BMBF 2023 eine Förderinitiative *Blauer Ozean – Erhalt und Schutz der marinen Biodiversität* gestartet, um die Bundesregierung bei der Umsetzung des *UN-Übereinkommens über die biologische Vielfalt (CBD)* sowie den Zielen der *UN-Dekade Ozeanforschung für nachhaltige Entwicklung* zu unterstützen.

Zum Beispiel werden mit der Fördermaßnahme *Wertschätzung und Sicherung von Biodiversität in Politik, Wirtschaft und Gesellschaft (BiodiWert)* derzeit 17 Projekte gefördert, die durch die Entwicklung innovativer Bewertungskonzepte, Governancestrukturen sowie (Politik-)Maßnahmen den Stellenwert von Ökosystemleistungen und Biodiversität auf unternehmerischer und gesellschaftlicher Ebene steigern und damit wirksam zur Sicherung von Biodiversität beitragen.

Der Wissens- und Erfahrungszuwachs der letzten 10 bis 15 Jahre ist zwar enorm, er findet aber viel zu selten Niederschlag in konkreten Handlungsempfehlungen und deren Umsetzung. Daher ist eine umfassende Synthese alter und neuer Erkenntnisse über die Artenvielfalt in Deutschland unabdingbar. Im „Faktencheck Artenvielfalt“ der *FEdA* erstellen rund 140 Autorinnen und Autoren aus Natur- und Sozialwissenschaften sowie der Naturschutzpraxis einen Bericht zur Biodiversität in Deutschland. Hierbei wird auch untersucht, welche Maßnahmen zum Schutz oder zur Steigerung der Biodiversität tatsächlich funktionieren.

Die Stärkung des ökologischen Landbaus ist eine der zentralen Stellschrauben für den Agrarwandel in Deutschland. Mit dem Ziel, ökologisch wirtschaftende Betriebe mit Forschungsinstitutionen für konkrete Forschungsprojekte zusammenzubringen, um so die praxisnahe Forschung zu intensivieren und Betriebe, Forschung und Beratungsdienste besser zu vernetzen, hat das BMEL 2023 die Plattform „Öko-Landbau trifft Forschung (ÖLAF)“ aufgebaut.

Weitere Informationen im Internet:

- Forschungsinitiative zum Erhalt der Artenvielfalt
- BiodiWert
- Faktencheck Artenvielfalt
- Plattform „Öko-Landbau trifft Forschung“
- Blauer Ozean – Erhalt und Schutz der marinen Biodiversität

Biodiversität und Gesundheit

Um Pandemien in Zukunft besser vorbeugen zu können, hat die Bundesregierung 2022 mit ihren Partnern den *Multi-Partner-Treuhandfonds „Natur für Gesundheit“* (engl. *Nature for Health; N4H*) ins Leben gerufen. Deutschland stellt dafür im Rahmen seiner *Internationalen Klimaschutzinitiative (IKI)* 50 Mio. Euro Startkapital bereit. Es beteiligen sich das CBD-Sekretariat, das Entwicklungsprogramm der Vereinten Nationen (UNDP), die Weltgesundheitsorganisation (WHO), die Weltorganisation für Tiergesundheit (OIE), die Weltnaturschutzunion (IUCN) und die EcoHealth Alliance, eine in den USA ansässige Nichtregierungsorganisation. Die Initiative wird einen wichtigen Beitrag dazu leisten, die biologische Vielfalt und den Klimawandel als Schlüsselfaktoren für die Gesundheit von Mensch und Tier zu berücksichtigen.

Im Rahmen des One-Health-Ansatzes gründeten das BMZ und BMUV gemeinsam mit internationalen Partnern die *Internationale Allianz gegen Gesundheitsrisiken im Wildtierhandel*. So kann der Ausbreitung von Zoonosen vorgebeugt und gleichzeitig biologische Vielfalt erhalten werden. Auch mit der globalen *Partnerschaft gegen Wilderei und illegalen Wildtierhandel in Afrika und Asien* verfolgen das BMZ und das BMUV einen innovativen, Themen und Kontinente übergreifenden Ansatz, der von der Wilderei bis zur Nachfrage das gesamte Spektrum des illegalen Handels mit Wildtierprodukten adressiert (→ **IV 3.3 One Health und globale Gesundheit**).

Das BMBF fördert im Rahmen der *FEdA* Projekte zur Erforschung der Zusammenhänge zwischen Biodiversität und menschlicher Gesundheit, die grundlegend zum Verständnis der Auswirkungen einer biologisch reichhaltigen Umgebung beitragen. Mithilfe innovativer Ansätze sollen Gefahren und Nutzen für die physische und psychische menschliche Gesundheit identifiziert werden, die kausal mit Biodiversität zusammenhängen oder sich aus deren Veränderungen ergeben. Die Ergebnisse sollen zudem Beiträge zu Prävention und Gesundheitsförderung sowie für therapeutische Ansätze gegen körperliche und psychische Leiden leisten.

Weitere Informationen im Internet:

- Nature for Health (engl.)
- Erforschung der Zusammenhänge zwischen Biodiversität und menschlicher Gesundheit – BiodivGesundheit

Internationale Biodiversitätsforschung

Der Weltbiodiversitätsrat (engl. Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services; IPBES) stellt als zwischenstaatliches Gremium unabhängige wissenschaftliche Informationen über den Zustand und die Entwicklung von Biodiversität und Ökosystemen zur Verfügung. Die vom BMBF und BMUV eingerichtete Deutsche IPBES-Koordinierungsstelle unterstützt die auf nationaler Ebene laufenden politischen Beratungs- und Entscheidungsprozesse. In den Jahren 2022 und 2023 wurden in Bonn die aktuellen IPBES-Berichte zur nachhaltigen Nutzung wildlebender Arten, zu den vielfältigen Werten der Natur sowie zu invasiven gebietsfremden Arten durch die IPBES-Mitgliedstaaten verabschiedet.

Zehn Jahre – ein klares Ziel: Ökosysteme schützen und wiederherstellen. Mit der *UN-Dekade zur Wiederherstellung von Ökosystemen 2021–2030* haben die Vereinten Nationen dazu aufgerufen, sich verstärkt für die Rückgewinnung lebenswichtiger Ökosysteme einzusetzen. Die *Dekade* unterstützt die Nachhaltigkeitsziele der UN und ergänzt die *UN-Konventionen zur Biodiversität (CBD), zum Klimawandel (UNFCCC)* und *zur Wüstenbekämpfung (UNCCD).* Sie wird koordiniert vom Umweltprogramm der Vereinten Nationen UNEP und der UN-Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation FAO. Deutschland hat sich bisher mit mehr als 80 Projekten an der UN-Dekade beteiligt.

Seit Oktober 2021 engagieren sich BMBF und BMUV in der *Europäischen Biodiversitäts-Partnerschaft Biodiversa+* mit dem Ziel, Wissenschaft, Politik und Praxis zusammenzubringen, um den transformativen Wandel der Gesellschaft zu gestalten. Mit einem umfangreichen Maßnahmenpaket unterstützt *Biodiversa+* die *Umsetzung der Europäischen Biodiversitätsstrategie für 2030* – beispielsweise durch die Unterstützung von Politikprozessen, die Förderung von Forschung und Innovation, Pilotmaßnahmen für ein gemeinsames Biodiversitätsmonitoring, die Entwicklung naturbasierter Lösungen sowie die Zusammenarbeit auf internationaler Ebene.

Biodiversa+ baut auf dem seit 2005 bestehenden Fördernetzwerk *BiodivERsA* auf und wurde gemeinsam mit der Europäischen Kommission entwickelt. Die Partnerschaft vereint derzeit 81 Partnerorganisationen – Forschungsministerien und andere Forschungsförderorganisationen, Umweltministerien sowie Umwelt- und Naturschutzbehörden – aus 40 europäischen und assoziierten Ländern.

Seit 2008 veröffentlichten *BiodivERsA* und *Biodiversa+* zwölf Bekanntmachungen zur Förderung transnationaler Forschungsprojekte mit einem Fördervolumen von mehr als 260 Mio. Euro. Aktuelle Schwerpunkte mit 36 geförderten Projekten sind die Unterstützung des Schutzes von Biodiversität und Ökosystemen an Land und im Meer sowie Forschung für ein verbessertes länderübergreifendes Monitoring von Biodiversitäts- und Ökosystemveränderungen für Wissenschaft und Gesellschaft.

Weitere Informationen im Internet:

- Deutsche IPBES-Koordinierungsstelle
- UN-Dekade zur Wiederherstellung von Ökosystemen
- Europäische Partnerschaft Biodiversa+ (engl.)

2.4 Nachhaltige Agrar- und Ernährungssysteme



Um einen Beitrag zur Deckung des weltweit steigenden Bedarfs an Nahrungs- und Futtermitteln – bei gleichzeitig weiterhin erheblichen Mengen an Lebensmittelabfällen und -verlusten - und somit zur Ernährungssicherung zu leisten und gleichzeitig den Einsatz natürlicher Ressourcen wie Böden und Gewässer und den Verlust an biologischer Vielfalt zu begrenzen, stehen die Agrar- und Ernährungssysteme vor großen Herausforderungen – und notwendigen Transformationsprozessen. Ernährungs-, Land- und Forstwirtschaft spielen zudem eine wichtige Rolle im Umgang mit dem Klimawandel, da sie sowohl von dessen Auswirkungen betroffen sind als auch einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten können, indem sie Treibhausgase reduzieren und Kohlenstoff speichern.

Die Bundesregierung verfolgt daher das Ziel, die Transformation hin zu nachhaltigen, resilienten und zukunftsfähigen Agrar und Ernährungssystemen zu gestalten – einem der erklärten Transformationsbereiche der *Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie (DNS).* Dafür sollen Erzeugung und Konsum systemisch zusammengedacht werden („Farm-to-fork"). Es gilt dabei u. a. entlang von regionalen Wertschöpfungsketten die Eigenversorgung im Bereich Ernäh-

Forschungsinformationssystem Agrar und Ernährung (FISA)

Das Forschungsinformationssystem Agrar und Ernährung (FISA), ein Informationsportal des Bundes und der Länder, bietet einen Überblick über die öffentlich finanzierte agrar- und ernährungswissenschaftliche Forschung. FISA erlaubt zum einen die strategische Analyse von Forschung und unterstützt die Planung von Forschungsförderung. Zum anderen können Forschungsprojekte und Forschungseinrichtungen recherchiert werden. Detailinformationen wie Fachgebiet, verfolgtes Forschungsziel, Förderprogramm, Verbundprojekt, Fördersumme usw. erlauben eine web-basierte thematische oder institutionsbezogene Auswertung. Das Forschungsinformationssystem ist unter fisaonline.de erreichbar.

rung und Rohstoffe durch eine heimische Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur zu stärken und die Importabhängigkeit zu vermindern. Gleichzeitig ist, wie auch in der *Ernährungsstrategie* der Bundesregierung festgehalten, ein Wandel der Ernährungs- und Konsumgewohnheiten nötig: möglichst wenig verzehrfähige Lebensmittel wegwerfen, im Schwerpunkt pflanzliche Lebensmittel verzehren, neue Proteinquellen erschließen. Die von der Bundesregierung eingesetzte Zukunftskommission Landwirtschaft hat in ihren Empfehlungen für die Transformation des Agrar- und Ernährungssystems insbesondere die Rolle von Forschung, Innovation und Wissensmanagement herausgestellt.

Innovationsförderung

Mit dem *Programm zur Innovationsförderung* unterstützt das BMEL die anwendungsorientierte FuE für eine nachhaltige, ressourcen- und umweltschonende und tiergerechte Agrar- und Ernährungswirtschaft. Das Programm zielt darauf ab, die Innovationskraft und Wettbewerbsfähigkeit zu stärken und die Arbeitsbedingungen, die Lebensmittelsicherheit und den Verbraucherschutz zu verbessern. Ziel des Programms ist die Unterstützung von technischen und nichttechnischen Innovationen in Deutschland. Im Rahmen regelmäßiger Bekanntmachungen werden Projekte in den Themenbereichen Agrartechnik, Pflanzenzüchtung, Pflanzenschutz, Nutztierzüchtung, -haltung und -gesundheit, Lebensmittelsicherheit und -qualität, Ernährung, Lebensmittelherstellung, Aquakultur und Fischerei sowie alternative Proteinquellen gefördert.

FuE-Projekten mit Produkten beziehungsweise Verfahren, die kurz vor der Marktreife stehen, bietet das *Programm zur Innovationsförderung* mit der *Deutschen Innovationspartnerschaft Agrar (DIP)* die Möglichkeit, sich auch initiativ um eine Förderung zu bewerben. Damit sollen Ideen aus Forschung und Entwicklung schneller als neue oder verbesserte Produkte und Verfahren ihren Eingang in die landwirtschaftliche Praxis finden.

Die Ressortforschung des BMEL widmet sich Fragen einer nachhaltigen, ökologisch verträglichen und wettbewerbsfähigen Land-, Ernährungs- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur und erarbeitet wissenschaftliche Entscheidungsgrundlagen für die Politik. Darüber hinaus stehen die Erarbeitung politischer Entscheidungshilfen für verschiedene Bundesressorts, wie dem BMEL, BMJ oder BMUV, sowie Erhebungen, Bestandsaufnahmen und nichtwissenschaftliche Untersuchungen im Mittelpunkt von Vorhaben der Auftragsforschung.



Weitere Informationen im Internet:

- Zukunftskommission Landwirtschaft
- Karte der BMEL-Forschungsprojekte
- MEL-Programm zur Innovationsförderung
- Deutsche Innovationspartnerschaft Agrar
- BMEL-Ressortforschung
- Forschungsinformationssystem Agrar und Ernährung

Nachhaltige und klimaorientierte Landwirtschaft

Die pflanzliche Erzeugung, darunter der Ackerbau, der den mit Abstand größten Teil der Grundnahrungs- und Futtermittel bereitstellt, steht am Beginn der landwirtschaftlichen Wertschöpfungskette. In den vergangenen Jahrzehnten wurden auf der Erzeugerseite enorme Leistungssteigerungen erreicht, die eine sichere Versorgung in hoher Qualität ermöglichen, aber auch Herausforderungen hinsichtlich des Umwelt- und Naturschutzes, der Ökonomie und der gesellschaftlichen Akzeptanz mit sich bringen.

Mit der *Ackerbaustrategie 2035* will das BMEL in Zeiten des Klimawandels die zukunftsfähige Weiterentwicklung des Ackerbaus in Deutschland

Bundeswettbewerb Ökologischer Landbau (BWÖL)

Der *Bundeswettbewerb Ökologischer Landbau (BWÖL)* zeichnet jährlich zukunftsweisende, innovative Betriebskonzepte aus, die sich in der Praxis bewährt haben. Diese Konzepte können den gesamten Betrieb umfassen oder einzelne Bereiche abdecken, wie z. B. Lösungen in der Tierhaltung, im Natur- und Ressourcenschutz oder im Energiemanagement – beispielgebend für die gesamte Agrar- und Ernährungswirtschaft. Bei der Preisvergabe 2023 wurden ein klimaangepasstes Ackerbaukonzept, ein Verarbeitungs- und Vermarktungskonzept von Kartoffeln sowie die gesamtbetriebliche Konzeption eines in Form einer Gemeinschaft bzw. Kommune nachhaltig wirtschaftenden Vereins gewürdigt.



vorantreiben. Es sollen Optionen und Wege für einen nachhaltigen, das heißt ökologisch verträglichen, ökonomisch tragfähigen und sozial ausgerichteten Ackerbau aufgezeigt werden, der klimaangepasst ist und zugleich Beiträge zum Klimaschutz leistet. Im Rahmen der Strategie werden aktuell Modell- und Demonstrationsvorhaben z. B. zu Themen des integrierten Pflanzenbaus und zum Nährstoffmanagement gefördert. Darüber hinaus wurde das bundesweite *Netzwerk Leitbetriebe Pflanzenbau* eingerichtet.

Eiweißpflanzen, insbesondere Leguminosen, und ihre Ökosystemleistungen sind ein wichtiger Baustein einer nachhaltigen Landwirtschaft. Sie produzieren hochwertiges Eiweiß – wichtig für die menschliche Ernährung sowie als Tierfutter – und durch ihre Fähigkeit, Luftstickstoff zu binden, helfen sie Stickstoffdüngemittel einzusparen. Mit der Förderung von FuE-Vorhaben im Rahmen der *Eiweißpflanzenstrategie* des BMEL sollen die Züchtung, der Anbau und die Verwendung von Leguminosen vorangebracht werden. Die Beratung von Landwirtinnen und Landwirten und der Wissenstransfer sollen durch Demonstrationsnetzwerke gestärkt werden.

Der ökologische Landbau ist eine ressourcen- und klimaschonende, umweltverträgliche und nachhaltige Wirtschaftsform und spielt eine wichtige Rolle in der *Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie*. Das BMEL hat sich daher im Rahmen seiner *Bio-Strategie 2030* für 2030 das Ziel gesetzt, 30 % Öko-Landbau erreicht zu haben. Als ein Handlungsfeld setzt die neue Strategie auf Forschung, Wissenstransfer sowie Datenverfügbarkeit. Maßnahmen dazu werden im Rahmen von geförderten FuE-Vorhaben des *Bundesprogramms Ökologischer Landbau (BÖL)* umgesetzt.

Um die Klimaschutzziele der Bundesregierung zu erreichen, muss die Landwirtschaft ihre Treibhausgasemissionen signifikant senken. Seit 2023 fördert das BMEL daher über das Forschungs- und Innovationsprogramm *Klimaschutz in der Landwirtschaft* FuE-Vorhaben zu alternativen Antriebstechniken, zur Optimierung der einzelbetrieblichen Klimabilanzierung, zu innovativen Verfahren und technischen Ansätze in der Tier- und Pflanzenproduktion und -verarbeitung sowie sozio-ökonomische Untersuchungen zu Klimaschutzmaßnahmen.

Mit dem Europäischen Green Deal und der dazugehörigen *Farm-to-Fork-Strategie* (Strategie „Vom Hof auf den Tisch“), aber auch mit der *EU-Bodenstrategie* für 2030 sowie der Mission „Boden-Deal für Europa“ hat die Europäische Union ihre politischen Ziele formuliert, die Transformation hin zu einem fairen, gesunden und umweltfreundlichen Agrar- und Ernährungssystem in Europa voranzutreiben. Neben Beratungs- und Finanzinstrumenten für die Landwirtschaft werden vor allem Forschung und Innovation als Schlüssel angesehen, Lösungen zu entwickeln, Widerstände und Barrieren abzubauen und neue Marktpotenziale zu erschließen.

Zur Ernährungssicherung und Sicherung biogener Rohstoffe, sind u. a. pflanzenzüchterische Innovationen notwendig. Die Bundesregierung wird die Züchtung von klima- und standortangepassten, robusten und ertragreichen Sorten voranbringen und dabei auch die Chancen und Risiken von neuen Züchtungstechniken (NZT) in den Blick nehmen.

Entsprechend stärkt das BMBF z. B. mit dem Förderschwerpunkt *Moderne Züchtungsforschung für klima- und standortangepasste Nutzpflanzen* von morgen seit Oktober 2023 die innovative, technik- und methodenoffene Pflanzenzüchtungsforschung von klima- und standortangepassten Nutzpflanzen. Die Verbesserung der Bodengesundheit, der Bodenfunktionen, der Interaktionen im Boden und die nachhaltige Bodennutzung stehen im Mittelpunkt der Förderinitiativen *BonaRes* und *Rhizo4Bio.*

Schwerpunktinstrumente der FuI-Förderung auf europäischer Ebene sind die gemeinsame europäische *Programmplanungsinitiative im Bereich Landwirtschaft, Ernährungssicherheit und Klimawandel (FACCE-JPI),* das Forschungsrahmenprogramms *Horizont Europa,* insbesondere der Cluster „Lebensmittel, Bioökonomie, natürliche Ressourcen, Landwirtschaft und Umwelt“, sowie die *Europäische Innovationspartnerschaft „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit“ (EIP-Agri).* Die Bundesregierung bringt sich dabei aktiv in die Programmausgestaltungen



Eine Mitarbeiterin des Forschungsinstituts für Nutztierbiologie führt histologische Untersuchungen durch.

ein und unterstützt eine deutsche Beteiligung durch das System der Nationalen Kontaktstellen.

FACCE-JPI fördert Forschungsinitiativen zu vier Kernthemen: den Beitrag des Agrarsektors zur Treibhausgasneutralität, nachhaltige und resiliente Landwirtschaft, ernährungsorientierte Produktion, Umgang mit den Synergien und Zielkonflikten zwischen Nahrungsmittelproduktion, Ökosystemen und Klima. Die *EIP-Agri* ist darauf ausgerichtet, dass Beteiligte aus der landwirtschaftlichen Praxis Landwirte, Wissenschaft, Beratung und Unternehmen in sogenannten operationellen Gruppen gemeinsam innovative Lösungen entwickeln.

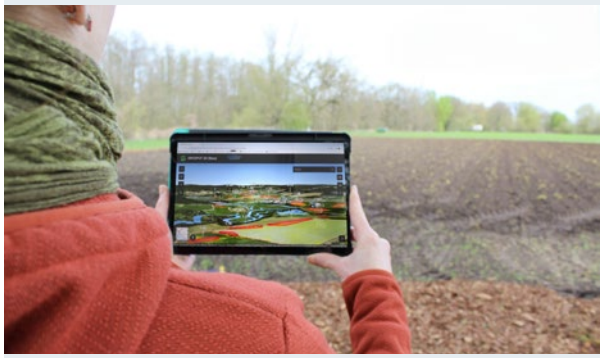
Vernetzungs- und Transferprojekt „X-KIT“

Das BMEL fördert Forschungsvorhaben zur Nutzung von KI-Technologien mit dem Ziel, das Potenzial von Künstlicher Intelligenz für die Bereiche Landwirtschaft, Lebensmittelkette, Ernährung und ländliche Räume weiter auszubauen. Das Vernetzungs- und Transferprojekt „X-KIT“ unterstützt bis 2025 die 36 im Rahmen dessen geförderten Forschungsvorhaben. Zudem soll die Domäne „Agrar“ der europäischen Dateninfrastruktur Gaia-X weiterentwickelt und die Einbindung der Forschungsvorhaben vorangetrieben werden.

Durch die Vernetzung der beteiligten Akteure, den Aufbau von themenspezifischen Clustern sowie den Wissens- und Ergebnistransfer für relevante Zielgruppen werden Synergieeffekte genutzt und Kompatibilität sichergestellt. Das „X-KIT“-Projektkonsortium umfasst das Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL) sowie sechs Fraunhofer-Institute. Dadurch sind sowohl umfassende fachliche Kompetenzen in den Bereichen Landwirtschaft, Lebensmittelkette, gesundheitliche Ernährung und ländliche Räume als auch umfangreiche technische Expertise im Bereich KI-Anwendungen im Konsortium vertreten.

DAKIS – Digitales Wissens- und Informationssystem für die Landwirtschaft

Die landwirtschaftliche Nutzung und Anbausysteme im Sinne von Ökosystemleistungen, Biodiversität und Ressourceneffizienz mit digitalen Technologien und Daten optimieren und Zielkonflikte lösen – das steht im Mittelpunkt des Forschungsprojekts DAKIS. Neben dem Aufbau neuer Sensorplattformen und Datenmodellen ist die Entwicklung eines softwaregestützten Entscheidungsunterstützungstools Kernstück des Projektes. Mittels datengetriebener Smart-Farming und Precision-Farming-Technologien, dem Einsatz von Drohnen zur Datenerfassung in Echtzeit oder auch den Möglichkeiten von Robotik werden unter der Leitung des Leibniz-Zentrums für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) in brandenburgischen und bayrischen Testregionen innovative Anbauverfahren entwickelt und erprobt. DAKIS wird im Rahmen der BMBF-Maßnahme *Agrarsysteme der Zukunft* gefördert.



Die DAKIS-Web-App EROSPOT in der Anwendung vor einer Ackerfläche zeigt Risikogebiete und Handlungsempfehlungen für den Boden- und Gewässerschutz.

Im Rahmen der Partnerschaftsmodelle der Europäischen Kommission werden neue Initiativen zur Zusammenarbeit der Mitgliedstaaten in der Landwirtschaft auf den Weg gebracht. BMBF und BMEL sind zusammen mit mehr als 70 europäischen Organisationen an der Partnerschaft „Agroecology“ beteiligt. Diese zielt darauf ab, mit Forschung und Innovation zu agrarökologischen Ansätzen den Übergang bestehender Landwirtschaftssysteme zu mehr Nachhaltigkeit, Resilienz, Umwelt- und Klimafreundlichkeit voranzubringen.

Im Rahmen seines *Bilateralen Kooperationsprogramms* unterstützt das BMEL in Zusammenarbeit mit den Ressortforschungseinrichtungen Partnerländer beim Aufbau einer produktiven und ressourcenschonenden Land- und Ernährungswirtschaft. Dazu arbeitet das BMEL in den Bereichen Wissensgenerierung, Aus- und Fortbildung, Kapazitätsaufbau, Innovationsförderung bis hin zum Wissenstransfer partnerschaftlich zusammen. Dafür werden verschiedene Formate eingesetzt: Neben bilateralen Kooperationen und Verwaltungspartnerschaften sowie Innovations- und Transformationsdialoge sind dies Projekte im Forschungsprogramm *Internationale Forschungskooperationen zur Welternährung* sowie des *Bilateralen Treuhandfonds*.

Weitere Informationen im Internet:

- Ackerbaustrategie 2035
- Netzwerk Leitbetriebe Pflanzenbau
- Eiweißpflanzenstrategie
- Bio-Strategie 2030
- Weiterentwicklung der Zukunftsstrategie ökologischer Landbau
- Bundesprogramm Ökologischer Landbau (BÖL)
- Bundeswettbewerb Ökologischer Landbau (BWÖL)
- Forschungs- und Innovationsprogramm Klimaschutz in der Landwirtschaft
- Moderne Züchtungsforschung für klima- und standortangepasste Nutzpflanzen von morgen
- BonaRes
- Farm-to-Fork-Strategie (engl.)
- EU-Bodenstrategie für 2030
- Programmplanungsinitiative FACCE-JPI (engl.)
- Europäische Innovationspartnerschaft EIP-Agri (engl.)
- ERA-NET Cofund SusCrop (engl.)
- EJP Soil (engl.)
- Bilaterales Kooperationsprogramm des BMEL

Digitalisierung in der Landwirtschaft

Smart Farming, Digital Farming oder Landwirtschaft 4.0 stehen für Formen der Landbewirtschaftung, bei der digitale Informations- und Kommunikationstechnologien zur Anwendung kommen. Die Digitalisierung besitzt das Potenzial, sowohl Nachhaltigkeit als auch Produktivität der Landwirtschaft zu steigern und den Einsatz von Dünger, Pflanzenschutzmitteln und Energie zu senken.



Mit Agrardrohnen können verschiedenste Mittel sehr effizient und gezielt versprüht werden.

Unter dem Stichwort „Digital Farming“ hat es sich das BMEL zur Aufgabe gemacht, die Chancen der Digitalisierung für landwirtschaftliche Betriebe nutzbar zu machen und die Risiken u. a. in den Bereichen Datenhoheit und -sicherheit zu minimieren und hat dafür das *Zukunftsprogramm Digitalpolitik Landwirtschaft* aufgelegt. In dessen Rahmen soll bis 2025 die Digitalisierung und Modernisierung in der Landwirtschaft gefördert werden. Ein wichtiger Baustein ist die Förderung des Aufbaus und Betriebs von *digitalen Experimentierfeldern in der Landwirtschaft* sowie deren Vernetzung in einem Kompetenznetzwerk. Im Mittelpunkt stehen dabei digitale Techniken für Pflanzenbau und Tierhaltung sowie deren Praxistauglichkeit.

Seit 2019 unterstützt das aus Expertinnen und Experten aus der Wissenschaft und von Verbänden bestehende Kompetenznetzwerk „Digitalisierung in der Landwirtschaft“ den Wissenstransfer und die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Akteuren aus den Bereichen Pflanzenbau, Tierhaltung und Ernährung. Unterschiedliche Arbeitsgruppen fokussieren auf Themen, wie adaptive autonome Agrarsysteme, Qualitätsbewertung digitaler Techniken und Datenmanagement. Um die nachhaltige digitale Transformation im Agrarbereich voranzutreiben und landwirtschaftlich geprägte ländliche Räume zu stärken, fördert das BMEL seit 2022 auch *Zukunftsbetriebe und Zukunftsregionen als Experimentierfelder der Digitalisierung in der Landwirtschaft sowie in vor- und nachgelagerten Wertschöpfungsketten.* Darüber hinaus werden Forschungsvorhaben zum Einsatz von KI-Technologien in der land- und ernährungswirtschaftlichen Praxis gefördert (**Infobox: Vernetzungs- und Transferprojekt „X-KIT“**).

Die Entwicklung innovativer Agrarsysteme, die nachhaltig und ressourceneffizient auch den in den kommenden Jahrzehnten zunehmenden Bedarf an Lebensmitteln und biobasierten Ressourcen decken können, nimmt das BMBF mit dem Strategieprozess und der gleichnamigen Fördermaßnahme *Agrarsysteme der Zukunft* in den Blick. Im Mittelpunkt stehen dabei neben der Anwendung bioökonomischer Prinzipien vor allem auch die Anwendung digitaler Technologien.

Im Rahmen des europäischen *ERA-Co-Fund ICT and Robotics for Sustainable Agriculture (ICT AGRI Food 3)* beteiligen sich BMBF und BMEL an der Förderung von Forschungsvorhaben zu Themen des Precision Farmings, der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) und Robotik im Agrarsektor.

Weitere Informationen im Internet:

- Digitale Experimentierfelder in der Landwirtschaft
- Zukunftsbetriebe und Zukunftsregionen
- Künstliche Intelligenz (KI) in der Landwirtschaft, der Lebensmittelkette, der gesundheitlichen Ernährung und den ländlichen Räumen
- Agrarsysteme der Zukunft
- Vernetzungs- und Transferprojekt X-KIT
- Kompetenznetzwerk „Digitalisierung in der Landwirtschaft“
- Digital Agricultural Knowledge and Information System (DAKIS)
- ERA-NET Cofund ICT AGRI 3 (engl.)

Nachhaltige Ernährungsweise

Eine gesunde und nachhaltige Ernährungsweise ist ein wesentlicher Faktor zur Erreichung der Klima-, Biodiversitäts- und Nachhaltigkeitsziele. Sie hat nicht nur positive Auswirkungen auf die Gesundheit und die physische und psychische Verfassung jedes Einzelnen, sondern als Teil eines Agrar- und Ernährungssystems auch auf den Erhalt der Artenvielfalt und das Eindämmen der Klimakrise.

Im Rahmen des *Nationalen Programms für nachhaltigen Konsum NPNK* hat die Bundesregierung das Ziel formuliert, eine gesunde, tierschutzgerechte, umweltschonende und alltagsadäquate Ernährungsweise zu schaffen, die für alle Konsumentinnen und Konsumenten möglichst einfach umsetzbar und finanziell tragbar ist. Dafür soll nachhaltige Ernährung als gesundheitsförderndes und ökologisches Konzept verankert werden, Regionalität gestärkt und Lebensmittelverschwendung reduziert werden.

Die Anfang 2024 vom Kabinett verabschiedete *Ernährungsstrategie* der Bundesregierung hat gesunde und nachhaltige Ernährung zum Ziel. Sie greift dabei u. a. ressortübergreifende Initiativen, wie den nationalen Aktionsplan *IN FORM – Deutschlands Initiative für gesunde Ernährung und mehr Bewegung* (**IV 3.4 Öffentliche Gesundheit (Public Health)**), den BMEL-Modellregionenwettbewerb *Ernährungswende in der Region* oder die *Nationale Strategie zur Reduzierung der Lebensmittelverschwendung* auf.

Die *Ernährungsstrategie* hebt die Rolle kontinuierlicher Forschung als wichtige Grundlage für eine wissensbasierte, zukunftsfeste Ernährungspolitik hervor. Forschungsbedarf besteht entsprechend u. a. zu ernährungsphysiologischen Erkenntnissen, der Datenlage zur Ernährungssituation, zu ihren Auswirkungen auf Gesundheit, Umwelt und Klima sowie ihrer sozialen Dimension.

2.5 Nachhaltiger Konsum und Verbraucherschutz

Die Transformation unserer Lebens- und Wirtschaftsweise betrifft letztendlich auch individuelle Konsumentscheidungen und Verbrauchsverhalten. Der Energie- und Ressourceneinsatz bei Herstellung, Nutzung und Entsorgung bzw. Recycling von Produkten – ebenso wie bei der Bereitstellung und Inanspruchnahme von Dienstleistungen – bringt Folgen für Klima, Umwelt und Ressourcenhaushalt mit sich. Dazu kommt, dass die soziale Situation von Menschen Konsumentscheidungen prägt bzw. diese sich auf ihre Gesundheit und Sicherheit auswirken. Daher ist es eine politische Aufgabe, Verbraucherinnen und Verbraucher bei nachhaltigen Konsumentscheidungen zu unterstützen und zu fördern und konsumbezogene Gefahren sichtbarer und damit vermeidbarer zu machen.

Umweltgütesiegel Blauer Engel

Der Blaue Engel ist seit mehr als 45 Jahren das Umweltzeichen der Bundesregierung. Das vom BMUV geförderte unabhängige Portal „Blauer Engel" zeichnet Produkte und Dienstleitungen mit besonderer Umweltqualität mit dem Umweltzeichen aus. Der Blaue Engel unterstützt Konsumentinnen und Konsumenten beim nachhaltigkeitsbewussten Einkauf. Zugleich werden dadurch freiwillige, hohe Nachhaltigkeitsstandards gesetzt und Unternehmen die Möglichkeit gegeben, ihre Vorreiterrolle zu kommunizieren.

Nachhaltiger Konsum

Konsum erfüllt gesellschaftliche und individuelle Funktionen, erfüllt vorhandene Bedürfnisse und fördert das wirtschaftliche Wachstum. Allerdings wirkt er sich auch auf Umwelt und Klima aus sowie auf die soziale Situation der Menschen. Nachhaltiger Konsum heißt daher heute: So zu konsumieren, dass heutige und zukünftige Generationen ihre Bedürfnisse auch weiterhin erfüllen können, ohne die Belastbarkeitsgrenzen der Erde zu gefährden. Um die konsumbedingten negativen Auswirkungen zu mindern, konkretisiert die Bundesregierung die *DNS* im Bereich Konsum durch das *NPNK*.

Forschung und Innovation sollen dazu beitragen, Lösungsansätze für nachhaltigen Konsum zu entwickeln – auf der Ebene von Produkten und Dienstleistungen sowie von Verhaltensweisen und Lebensstilen. Es sollen zudem wissenschaftlich fundierte Grundlagen für geeignete (politische) Entscheidungen gelegt und der Rahmen für einen nachhaltigen Konsum gesetzt werden.

Aktuelle Maßnahmen mit FuE-Bezug zu dem im Jahr 2021 weiterentwickelten *NPNK* beschäftigen sich mit einer Vielzahl von Themen. Dazu zählen u. a. eine umweltgerechte Produktgestaltung, neue Geschäftsmodelle für die Kreislaufwirtschaft, ein nachhaltigerer Umgang mit Plastik, der Aufbau digitaler Plattformen, die Datenökonomie für ein nachhaltiges Wirtschaften und die nachhaltige Mobilität (→ **IV 1 Industrie, Energie, Mobilität und Kreislaufwirtschaft**). Um die Umsetzung des *NPNK* voranzutreiben und die Vernetzung und den fachlichen Austausch zwischen allen Akteuren zu fördern, sind das *Zentrum nachhaltiger Konsum* und das *Nationale Netzwerk Nachhaltiger Konsum* aufgebaut worden.

Weitere Informationen im Internet:

- Nationales Programm für nachhaltigen Konsum (NPNK)
- Blauer Engel
- Ernährungsstrategie der Bundesregierung
- Nationaler Aktionsplan „IN FORM"
- Ernährungswende in der Region
- Nationale Strategie zur Reduzierung der Lebensmittelverschwendung
- Nationale Reduktions- und Innovationsstrategie für Zucker, Fette und Salz in Fertigprodukten (NRI)



Verbraucherforschung und Verbraucherschutz

Evidenzbasierte und vorausschauende Verbraucherpolitik erfordert Wissen und Lösungsansätze aus der Verbraucherforschung. Dazu zählen Fragen zum Verhältnis von Verbraucherinnen und Verbrauchern zur Gesellschaft, zur Umwelt, zur Wirtschaft und zu Technologien. Die Verbraucherforschung liefert wichtige Ansatzpunkte, um die Lebenslagen der Verbraucherinnen und Verbraucher besser einzuordnen, verbraucherpolitische Instrumente weiterzuentwickeln und somit die Verbraucherpolitik passgenauer, grundlegender und vorausschauender zu gestalten.

Das BMUV fördert zudem Innovationen im rechtlichen und wirtschaftlichen Verbraucherschutz mit einem *Innovations-Programm*. Ziel ist die systematische Stärkung wissenschaftlich fundierter Kenntnisse sowie die Entwicklung und Erprobung von Technologien, Konzepten und Verfahren, die zur Stärkung der Verbraucherinnen und Verbraucher beitragen.

Aktuelle Maßnahmen mit FuE-Bezug beschäftigen sich u. a. mit der Entwicklung einer Agenda zukunftsorientierter Verbraucherforschung, der Machbarkeit der Errichtung eines Bundesinstituts für Verbraucherforschung und mit der Resilienzstärkung von Verbraucherinnen und Verbrauchern.

Mit dem Bundesnetzwerk Verbraucherforschung unterstützt das BMUV eine Plattform für den interdisziplinären, verbraucherwissenschaftlichen Austausch. Das Netzwerk verbindet Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler verschiedener Disziplinen, beispielsweise aus den Wirtschafts-, Rechts- und Sozialwissenschaften, um sich gemeinsam zu einer fächerübergreifenden Verbraucherforschung auszutauschen und Tagungen, Workshops oder Publikationen voranzubringen. Der Sachverständigenrat für Verbraucherfragen unterstützt auf der Grundlage von Wissenschaft und Praxis das BMUV bei der Gestaltung der Verbraucherpolitik. Dazu entwickelt er Handlungsempfehlungen und informiert die Öffentlichkeit.

Um notwendige Innovationen in den Bereichen Ernährung, Landwirtschaft und gesundheitlicher Verbraucherschutz voranzutreiben und Lebensmittel- und Futtermittelsicherheit auf höchstem Niveau weiter zu verbessern, unterstützt das BMEL entsprechende FuE mit dem *Programm zur Innovationsförderung*.

Innerhalb ihres gesetzlichen Auftrags übernimmt die Ressortforschung des BMEL wesentliche Forschungsaufgaben im Bereich des Verbraucherschutzes. Gesundheitlicher Verbraucherschutz in den Bereichen Ernährung und Lebensmittel ist der Schwerpunkt des Max Rubner-Instituts (MRI). Dies beinhaltet Grundlagenforschung ebenso wie angewandte praxisnahe Forschung in den Bereichen Qualität, Sicherheit und Authentizität von Lebensmitteln, gesunde und nachhaltige Ernährung sowie bevölkerungs- und zielgruppenspezifische Ernährungsfragen.

Als Grundlage für den gesundheitlichen Verbraucherschutz besteht die zentrale Aufgabe des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) in der wissenschaftlichen Risikobewertung von Lebens- und Futtermitteln sowie von Stoffen und Produkten. Das BfR informiert über mögliche identifizierte und bewertete Risiken, die Lebensmittel, Stoffe und Produkte für den Verbraucher bergen können.

Weitere Informationen im Internet:

- Verbraucherforschung
- Innovationen im rechtlichen und wirtschaftlichen Verbraucherschutz
- Bundesnetzwerk Verbraucherforschung
- Sachverständigenrat für Verbraucherfragen (SVRV)
- Thema Lebensmittelsicherheit
- Programm zur Innovationsförderung
- Max Rubner-Institut (MRI)
- Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR)

2.6 Nachhaltigkeit und Digitalisierung



Ein Agrarroboter ist im Einsatz zur Unkrautkontrolle auf dem ZALF-Landschaftslabor patchCROP.

Die rasante Verbreitung digitaler Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) ist zugleich Chance und Herausforderung für die nachhaltige Entwicklung und das Erreichen der Treibhausgasneutralität. Einerseits birgt die Digitalisierung enorme Potenziale, die Energie- und Ressourceneffizienz in allen Lebens- und Wirtschaftsbereichen zu steigern sowie CO_2-Emissionen zu senken und wichtige Beiträge zu Umweltschutz und Nachhaltigkeit zu leisten. Andererseits sind digitale Technologien und Anwendungen für einen relevanten und steigenden Anteil des Energieverbrauchs und der Treibhausgasemissionen verantwortlich. Für die Herstellung z. B. von Endgeräten werden zudem große Mengen an Rohstoffen wie Seltene Erden benötigt. Den Energie- und Ressourcenverbrauch der Digitalisierung gilt es daher zu begrenzen.

Durch FuI-politische Initiativen, wie den *Aktionsplan „Natürlich.Digital.Nachhaltig."* und das *Deutsche Ressourceneffizienzprogramm ProgRess III,* aber auch mit einer Vielzahl an Fachprogrammen und Strategien, wie der *Digitalstrategie,* der Gigabitstrategie und der Datenstrategie, wirkt die Bundesregierung darauf hin, Digitalisierung und nachhaltige Entwicklung konsequent zusammenzuführen, den Nutzen digitaler Technologien für die Nachhaltigkeit zu steigern und sie gleichzeitig nachhaltiger zu machen. Diese Zielsetzung verfolgt das BMBF mit dem 2019 vorgelegten *Aktionsplan „Natürlich.Digital.Nachhaltig."* und der darauf aufbauenden Initiative *Digitale Nachhaltigkeitsinnovationen.* Es sollen Grundlagen für digitale Nachhaltigkeit geschaffen, digitale Technologien nachhaltig gestaltet sowie für die Erreichung der Nachhaltigkeitsziele digitale Techniken und Methoden gezielt entwickelt werden.

Mit der Fortschreibung des *ProgRess III* hat die Bundesregierung besonderes Augenmerk auf die Wechselwirkungen von Digitalisierung und Ressourceneffizienz gelegt. Maßnahmen zum Beitrag der Digitalisierung zu Transparenz und nachhaltigen Lieferketten sowie zu Ressourceneffizienz und Umweltaspekten im Industrie-4.0-Umfeld sind prioritär in *ProgRess III* verankert.

Eine nachhaltige KI-Gestaltung und die Nutzung ihrer Chancen für Umwelt und Klima nimmt das BMUV mit seinem *Fünf-Punkte-Programm „Künstliche Intelligenz für Umwelt und Klima“* in den Blick. Im Vordergrund stehen der Beitrag von KI für den Umwelt- und Klimaschutz, für mehr Ressourceneffizienz im Mittelstand und für das öffentliche Umweltverständnis sowie die Gemeinwohlorientierung und die ressourcenschonende Gestaltung von KI.

Weitere Informationen im Internet:

- Aktionsplan „Natürlich.Digital.Nachhaltig.“
- Deutsches Ressourceneffizienzprogramm (Progress III)
- Fünf-Punkte-Programm „Künstliche Intelligenz für Umwelt und Klima“

Nachhaltigkeit und Klimaschutz durch Digitalisierung

Die Verfügbarkeit und Vernetzung digitaler Daten und Rechenkapazitäten an Forschungsinfrastrukturen erlauben zudem neue wissenschaftliche Möglichkeiten, die die Nachhaltigkeits- und Klimaforschung voranbringen. Beispielsweise werden im BMBF-geförderten Projekt WarmWorld neue und verbesserte Klimamodelle durch den Einsatz von High-Performance-Computing-Rechenkapazitäten (HPC) sowie KI-Systemen ermöglicht (**IV 2.1 Klimaforschung für Klimaschutz**). Generell stellen umweltbezogene Forschungsthemen einen Schwerpunkt in der Nutzung deutscher HPC-Infrastrukturen dar – von regionalen Klimasimulationen für Afrika über Standortanalysen für Windenergie bis hin zu Fusionsplasmaberechnungen.

Die Anwendung von digitalen Technologien unterstützt die Bundesregierung auch im Rahmen der Technologieförderung: Seit 2023 werden Projekte gefördert, die durch quantentechnologische und photonische Systemlösungen Beiträge für drängende ökologische Herausforderungen liefern sowie die Zusammenarbeit und Vernetzung zwischen Akteuren aus Wirtschaft und Wissenschaft in den Bereichen Photonik, Quantentechnologie und Nachhaltigkeit stärken (**IV 4.6 Quantentechnologien**). Das BMUV zielt mit seiner Initiative *KI-Leuchttürme für Umwelt, Klima, Natur und Ressourcen* auf die Bewältigung ökologischer Herausforderungen durch KI ab. Im Mittelpunkt der 2023 gestarteten Vorhaben stehen KI-Anwendungen, mit denen sich der Ausstoß von Treibhausgasemissionen senken oder vermeiden lässt sowie die energie- und ressourcenschonende Gestaltung von KI-Systemen und ihrer Infrastruktur (**IV 4.4 Künstliche Intelligenz**).

Der Einsatz von digitalen Technologien und Datennutzung kann die nachhaltige Entwicklung, insbesondere die Steigerung der Energie- und Ressourceneffizienz, in vielen Anwendungsbereichen unterstützen und beschleunigen – in der Industrie und den Wertschöpfungsprozessen, der Mobilität, der Landwirtschaft, im Gebäudebereich und in der Stadtentwicklung. Daher fördert die Bundesregierung die anwendungsnahe Forschung und Entwicklung in den verschiedenen Sektoren.

Das BMWK fördert die Nutzung der Potenziale digitaler Technologien für die Nachhaltigkeit und den Klimaschutz. Im Mittelpunkt des Förderaufrufs *GreenTech Innovationswettbewerb* stehen FuE-Projekte zur Entwicklung, Erprobung und Anwendung von Plattformen, Werkzeugen, Methoden, Geschäftsmodellen, Nutzungsmodellen und Standards für die wirtschaftliche Erschließung und Integration digitaler Technologien für die Nachhaltigkeit.

Im Rahmen des BMBF-*Aktionsplans „Natürlich.Digital.Nachhaltig.“* werden seit 2021 mit *Digital GreenTech – Umwelttechnik trifft Digitalisierung* Verbundvorhaben gefördert. Im Mittelpunkt der Fördermaßnahme, die 2023 in die zweite Runde ging, stehen Themen der intelligenten Datennutzung, der Systemvernetzung, autonome Systeme sowie digitale Interaktionen für die Weiterentwicklung von Kreislaufwirtschaft und Ressourceneffizienz, die Zukunftsfähigkeit der Wasserversorgung und die Gestaltung eines smarten Stadt- und Landmanagements. Mit der BMBF-Fördermaßnahme *KI-Anwendungshub Kunststoffverpackungen – nachhaltige Kreislaufwirtschaft durch Künstliche Intelligenz* sollen im Sinne der *KI-Strategie* der Bundesregierung Potenziale von KI für den Umwelt- und Klimaschutz nutzbar gemacht werden. Ziel des KI-Anwendungshubs ist es, Methoden der KI entlang der gesamten Wertschöpfungskette für Kunststoffverpackungen zu erproben und in die Anwendung zu bringen.

Als Teil des BMBF Forschungsprogramms *Zukunft der Wertschöpfung* fördert das BMBF mit der Bekanntmachung *MobilKreis* seit 2022 kreislauffähige Wertschöpfungsketten in der Automobil- und Mobilitätsbranche durch neue Lösungen und den Einsatz von Industrie-4.0-Ansätzen wie digitale Zwillinge oder KI.

Die Schaffung von Umweltnutzen, wie z. B. die Reduzierung des Einsatzes von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln, durch digitalen Datenaustausch zwischen Landmaschinen und andere sogenannte Digital-Farming-Technologien wird vom BMEL im Rahmen der *Digitalen Experimentierfelder in der Landwirtschaft* gefördert. Die Nutzung digitaler Technologien im Sinne einer Landwirtschaft 4.0 zur Erreichung einer nachhaltigen Transformation im Agrarsektor nimmt auch die BMBF-Initiative *Agrarsysteme der Zukunft* in den Blick (→ **IV 2.4 Nachhaltige Agrar- und Ernährungssysteme**).

Im Sinne des Smart-City-Ansatzes spielen digitale Lösungen – wie digitale (urbane) Zwillinge, urbane Datenportale oder vernetzte und bedarfsorientierte urbane Infrastrukturen – eine zunehmend zentrale Rolle auf dem Weg zur nachhaltigen, integrierten und klimaneutralen Stadtentwicklung. Mit den *Modellprojekten Smart Cities* fördert das BMWSB deren modellhafte und wirkungsorientierte Umsetzung in der kommunalen Praxis (→ **IV 1.4 Zukunftsfähige Städte und Regionen**). Das BMDV fördert seit 2023 Vorhaben zur Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme mit dem expliziten Ziel, den Klima- und Gesundheitsschutz in Städten und Gemeinden zu steigern sowie zur Resilienz von Mobilitätsstrukturen – und deren Inklusionsangebote für Menschen mit besonderen Bedürfnissen – beizutragen (→ **IV 1.3 Transformation des Mobilitätssystems**).

Um das Potenzial von KI auch für eine effizientere und effektivere datenbasierte Umweltpolitik zu nutzen, wurde im Ressort des BMUV das Anwendungslabor für KI und Big Data (KI-Lab) aufgebaut, das seit 2023 in Betrieb ist. Ziel des KI-Labs ist es, gemeinsam mit den Ressortforschungseinrichtungen BfN, BfS, BASE und dem UBA selbst sowie in Kooperation mit externen Forschungs- und Verwaltungseinrichtungen, Daten mit Umweltbezug zu erschließen und KI- und datenbasierte Anwendungen im Umweltbereich zu entwickeln. Diese Daten und Anwendungen sollen die Behörden in ihren Forschungs-, Vollzugs- und Verwaltungsaufgaben unterstützen und mit dem Rückfluss der Ergebnisse in die Arbeit des Ministeriums neue Chancen für eine wissenschaftsbasierte Politikgestaltung ermöglichen. Darüber hinaus beschäftigt sich das KI-Lab mit Forschungsfragen zur nachhaltigen Nutzung und zum Betrieb von KI-Anwendungen.

Weitere Informationen im Internet:

- Gauss Centre for Supercomputing – Environment and Energy (engl.)
- Quantentechnologische und photonische Systemlösungen
- KI-Leuchttürme für Umwelt, Klima, Natur und Ressourcen
- GreenTech Innovationswettbewerb
- Digital GreenTech – Umwelttechnik trifft Digitalisierung
- KI-Anwendungshub Kunststoffverpackungen
- Nachhaltige Mobilität durch kreislauffähige Wertschöpfung
- Digitale Experimentierfelder in der Landwirtschaft
- Agrarsysteme der Zukunft
- Modellprojekte Smart Cities
- Digitalisierung kommunaler Verkehrssysteme
- UBA: Anwendungslabor für Künstliche Intelligenz und Big Data

Nachhaltige digitale Technologien

Damit die Digitalisierung ihre positiven Wirkungen voll entfalten und zugleich ihren Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung maximieren kann, muss die Nachhaltigkeit und die Energieeffizienz digitaler Technologien, wie IKT- oder KI-Systeme, selbst konsequent gesteigert werden.

Das BMUV hat 2023 die Initiative *Green-AI Hub Mittelstand* gestartet. Damit sollen die Erforschung, Entwicklung und Erprobung von KI-Technologien vorangetrieben werden, die der Ressourceneffizienz und der Einsparung von Materialien dienen. Gemeinsam mit ausgewählten KMU werden praktikable KI-Pilotanwendungen für betriebliche Herausforderungen entwickelt. Zudem unterstützt der Hub den Mittelstand durch ein mobiles Test- und Demonstrationszentrum sowie durch Online-Workshops für KI-Anwenderinnen und -Anwender sowie KI-Entwicklerinnen und -Entwickler.

Als Teil des *Rahmenprogramms „Mikroelektronik. Vertrauenswürdig und nachhaltig. Für Deutschland und Europa.“* wurden Innovationswettbewerbe zu energiesparsamen IKT- und KI-Systemen durchgeführt. Die vier Siegerprojekte des BMBF-Pilotinnovationswettbewerbs *Energieeffizientes KI-System* setzen bis 2024 Konzeptentwicklungen aus der Wettbewerbsphase um. Die erfolgreichen Projekte des Innovationswettbewerbs *Elektronik für energiesparsame Informations- und Kommunikationstechnik* setzen ihre Forschungsprojekte mit Industriebeteiligung um.

Die *Gigabitstrategie* der Bundesregierung verfolgt das Ziel, Handlungsempfehlungen zu entwickeln, um den nachhaltigen Ausbau von Gigabitnetzen weiter zu stärken. Die Infrastrukturen sollen nicht nur die Erreichung der Klimaziele anderer Sektoren unterstützen, sondern auch selber aktiv an der Erreichung von Nachhaltigkeits- und Klimazielen mitwirken. Das BMDV hat eine Studie mit der Entwicklung von Handlungsempfehlungen für den nachhaltigen Gigabitnetzausbau beauftragt. Eine Metastudie über den Stand der Forschung sowie ein Eckpunktepapier zu den Handlungsempfehlungen sind bereits veröffentlicht. Die Handlungsempfehlungen sollen im Juni 2024 veröffentlicht werden.

Aktuell fördert das BMBF zudem Verbundprojekte zur Verbesserung der Energieeffizienz im Bereich des Hoch- und Höchstleistungsrechnens sowohl von High-Performance-Rechenzentren an Universitäten und Forschungseinrichtungen als auch von kommerziellen Rechenzentren *(GreenHPC).* Mit der *Green-IT-Initiative* geht die Bundesregierung selbst voran und senkt den Energieverbrauch der Bundesverwaltung, setzt die Beschaffung von umwelt- und sozialverträglichen IKT-Produkten und Dienstleistungen um und erhöht die Effizienz der genutzten Rechenzentren.

Weitere Informationen im Internet:

- Green-AI Hub Mittelstand
- Elektronikforschung: Energieeffizientes KI-System
- Elektronik für energiesparsame Informations- und Kommunikationstechnik
- Handlungsempfehlungen für den nachhaltigen Gigabitnetzausbau
- GreenHPC
- Green-IT-Initiative
- Kompetenzzentrum für eine ressourcenbewusste Informations- und Kommunikationstechnik

Weiterführende Verweise zu diesem und anderen Kapiteln finden Sie unter ***BuFI-Online-Angebot: Linkportal***.

GreenICT@FMD

Damit die Digitalisierung ihre Potenziale für mehr Nachhaltigkeit voll entfalten kann, müssen auch die IKT-Systeme selbst und die Wertschöpfungsketten der Halbleiterfertigung nachhaltiger gestaltet werden. Daher wird mit dem Kompetenzzentrum für eine ressourcenbewusste Informations- und Kommunikationstechnik GreenICT@FMD bis 2026 eine zentrale Anlaufstelle für grüne IKT geschaffen. Mit knapp 34 Mio. Euro fördert das BMBF dessen Aufbau und Betrieb an der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD). Mit einem Fokus auf die Teilaspekte Sensor-Edge-Cloud-Systeme, energiesparende Kommunikationsinfrastrukturen und ressourcenoptimierte Elektronikproduktion bietet das Kompetenzzentrum Testumgebungen für grüne IKT. Darin werden im Rahmen von Validierungsprojekten neu erarbeitete Lösungen mit Industriepartnern erprobt. Zudem werden ein Systemmodell für die ökologische Bewertung erarbeitet, Start-ups gezielt adressiert sowie eine Studierendenakademie und Weiterbildungsangebote aufgebaut.



Wissenschaftlerin hält Petrischale mit Gehirn-Organoiden am Max-Planck-Institut für Psychiatrie in München.

3 Gesundheit

Krankheiten besser verstehen und ihnen vorbeugen, neue Therapieoptionen aufzeigen und die medizinische Versorgung der Menschen verbessern – das ist Aufgabe der Gesundheitsforschung. Die Bundesregierung stellt mit der langfristigen Ausrichtung der Forschungsförderung und inhaltlichen Impulsen sicher, dass das Gesundheitswesen der Zukunft den Bedürfnissen der Bürgerinnen und Bürger entspricht und neue Erkenntnisse zügig im klinischen Alltag ankommen.

Die Verbesserung der Gesundheit für alle ist eine von insgesamt sechs Missionen der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation*. Damit verbindet die Bundesregierung den Anspruch, dass das Gesundheitssystem der Zukunft leistungsstark, krisenfest, inklusiv, rehabilitativ, digital vernetzt, bedarfsgerecht und für alle leicht zugänglich ist. Zudem soll die zukünftige medizinische Versorgung in stärkerem Maße präventiv, personalisiert, präzise und partizipativ sowie teilhabeorientiert im gesamten Innovationsprozess sein. Mit dem *Rahmenprogramm Gesundheitsforschung* besteht dafür die strukturelle Grundlage.

In den vergangenen Jahren stand die Gesundheitsforschung vor der enormen Aufgabe, mit wissenschaftlich belastbaren Erkenntnissen und Fortschritten in Prävention, Diagnostik und Therapie zur Bewältigung der COVID-19-Pandemie beizutragen. Andere gesundheits- und gesellschaftspolitische Herausforderungen blieben bestehen. Zum Beispiel führt der demografische Wandel zu einer Zunahme der Fallzahlen bei den sogenannten Volkskrankheiten wie Krebs, Diabetes oder Demenz. Zudem werden mehr Menschen in unserer alternden Gesellschaft pflegebedürftig.

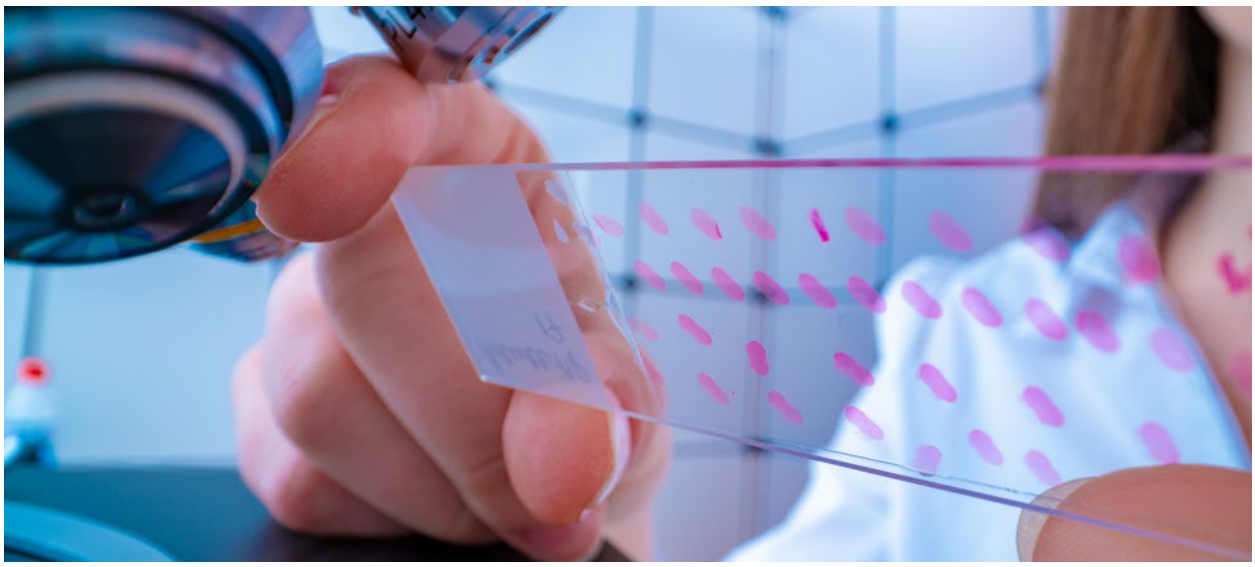


Transiente Elastographie zur Bestimmung der Lebersteifigkeit bzw. des Leberfibrose-Risikos am Deutschen Diabetes-Zentrum, Leibniz-Zentrum für Diabetes-Forschung an der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

Die Digitalisierung im Gesundheitswesen, die Möglichkeit, Versorgungsdaten auch für den medizinischen Fortschritt rechtssicher zu nutzen sowie die datengetriebene Forschung und Vernetzung über Standorte und Disziplinen hinweg sind Schlüsselfaktoren für ein effizientes und leistungsstarkes Gesundheitswesen, das für künftige Herausforderungen gewappnet ist. Dazu stärkt die Bundesregierung den Aus- und Aufbau sicherer Dateninfrastrukturen durch die Förderung der *Medizininformatik-Initiative (MII)* und des Netzwerks Universitätsmedizin (NUM). Weiter hat die Bundesregierung mit dem *Gesundheitsdatennutzungsgesetz (GDNG)* den nationalen rechtlichen Rahmen für die Gesundheitsdatennutzung weiterentwickelt und die bestehenden Regelungen zur Sekundärnutzung gezielt erweitert. Damit sollen die dringenden Bedarfe an einer besseren Verfügbarkeit und Nutzbarkeit von Gesundheitsdaten gedeckt, unser Gesundheitssystem weiter zu einem lernenden System ausgebaut und der europäische Gesundheitsdatenraum (EHDS) frühzeitig vorbereitet werden.

Die enge Verknüpfung zwischen Forschung, Entwicklung und Anwendung ist entscheidend, um den Forschungsfortschritt voranzutreiben und die Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands zu stärken. Unbestritten ist zudem: Die Einbeziehung von Bürgerinnen und Bürgern erhöht die gesellschaftliche Relevanz von Forschung – und fördert die schnelle Integration von Innovationen in die Gesundheitsversorgung.

3.1 Volkskrankheiten und weitere Erkrankungen mit hoher Krankheitslast



Histologische Untersuchung einer Gewebeprobe

Die Zahl der Menschen, die an Volkskrankheiten wie Krebs, Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes oder neurodegenerativen Erkrankungen wie z. B. Demenz leiden, nimmt weltweit zu. Diese Krankheiten einzudämmen, sie zu verhindern oder zu heilen, ist ein wichtiges Ziel der Bundesregierung. Zugleich gilt es, bereits Betroffenen das Leben mit ihrer Erkrankung zu erleichtern. Im Fokus steht deshalb die Forschung zur Verbesserung der Gesundheitsversorgung – von der Prävention und Früherkennung über die Diagnostik und Therapie bis hin zu Rehabilitation, Nachsorge und Pflege und Betreuung. Das *Rahmenprogramm Gesundheitsforschung* setzt darauf, Forschungsbereiche enger zu verzahnen, um medizinische Fortschritte rascher zu den Patientinnen und Patienten zu bringen. Forschende sollen vermehrt interdisziplinär und institutionsübergreifend zusammenarbeiten – an Hochschulen, außeruniversitären Forschungseinrichtungen und in der Wirtschaft.

Führend bei der Bekämpfung von Volkskrankheiten sind die sechs Deutschen Zentren der Gesundheitsforschung (DZG): das Deutsche Zentrum für Herz-Kreislauf-Forschung (DZHK), das Deutsche Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen (DZNE), das Deutsche Zentrum für Diabetesforschung (DZD), das Deutsche Zentrum für Infektionsforschung (DZIF), das Deutsche Zentrum für Lungenforschung (DZL) sowie das Deutsche Konsortium für translationale Krebsforschung (DKTK). In den sechs DZG arbeiten Hochschulen, Universitätskliniken und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen aus insgesamt 36 Städten zusammen. Das Modell der DZG soll auf weitere Forschungsbereiche ausgedehnt werden. Daher fördert das BMBF seit Mai 2023 den initialen Aufbau des künftigen Deutschen Zentrums für Psychische Gesundheit (DZPG) und plant eine entsprechende Aufbauförderung auch für das künftige Deutsche Zentrum für Kinder- und Jugendgesundheit (DZKJ), bei dem erstmals auch Kinder und Jugendliche mit lebensverkürzenden Erkrankungen einbezogen werden.

Antworten auf komplexe Fragen zur Entstehung von Volkskrankheiten verspricht sich die Wissenschaft von der NAKO Gesundheitsstudie, einer besonders großen Langzeit-Bevölkerungsstudie (→ **IV 3.4 Öffentliche Gesundheit (Public Health)**).

Weitere Informationen im Internet:

- Rahmenprogramm Gesundheitsforschung
- Volkskrankheiten
- Deutsche Zentren der Gesundheitsforschung (DZG)

Krebsforschung auf nationaler und europäischer Ebene

Damit jede Patientin und jeder Patient schneller und besser vom medizinischen Fortschritt profitieren kann, stärkt die Bundesregierung die deutsche Krebsforschung mit der 2019 ausgerufenen *Nationalen Dekade gegen Krebs (NDK).* Sie vereint Betroffene, Krebsforschung, Forschungsförderung, Gesundheitswesen, Wirtschaft, Gesellschaft und Politik in einem Bündnis, das gezielt patientenzentrierte und -orientierte Forschungsprojekte für eine wirksame Krebsprävention und bessere Behandlung anstößt. Deutschland baut damit seine Stellung als ein international führender Standort der patientenorientierten Krebsforschung weiter aus.

Das Nationale Centrum Tumorerkrankungen (NCT) ist eine langfristig angelegte Kooperation zwischen dem Deutschen Krebsforschungszentrum (DKFZ), exzellenten Partnern in der Universitätsmedizin und weiteren herausragenden Forschungspartnern an verschiedenen Standorten in Deutschland. Es zielt darauf, die Behandlungsergebnisse und Lebensqualität von Betroffenen zu verbessern. Erreicht wird dies, indem innovative präklinische Forschungsergebnisse effizient in klinische Anwendungen übertragen werden. Dies gelingt, indem Forschung und Versorgung im wahrsten Sinne des Wortes unter einem Dach erfolgt. Im Rahmen der *NDK* wurden zur Erweiterung des NCT durch ein internationales Gutachtergremium vier neue Standorte ausgewählt, die die bestehenden Standorte in Heidelberg und Dresden komplettieren: NCT Berlin, NCT Südwest mit Tübingen/Stuttgart-Ulm, NCT WERA mit Würzburg und den Partnern Erlangen, Regensburg und Augsburg sowie NCT West mit Essen und Köln. Gemeinsam mit den Standorten in Heidelberg und Dresden sowie mit dem DKFZ haben diese neuen Standorte ein strategisches Gesamtkonzept für den NCT-Ausbau entwickelt, das von dem internationalen Begutachtungsgremium positiv bewertet wurde und nun umgesetzt wird. Ein zentraler Schwerpunkt ist der Ausbau von klinischen Studien. Durch das NCT wird die deutsche Krebsforschungslandschaft im Rahmen der *NDK* nachhaltig gestärkt. Der Ausbau hat Mitte 2023 begonnen und soll 2029 abgeschlossen sein.

Während die *NDK* auf die innovative und intensive Erforschung von Tumorerkrankungen sowie auf die bessere Vernetzung der Forschung mit der Versorgung abzielt, nimmt der vom BMG koordinierte *Nationale Krebsplan* vor allem die bedarfsgerechte Weiterentwicklung der Strukturen und der Qualität der onkologischen Versorgung in den Blick.

Im Anschluss an die Novellierung des *Bundeskrebsregisterdatengesetzes* Mitte 2021 wurde der von den Krebsregistern der Länder an das Zentrum für Krebsregisterdaten (ZfKD) zu übermittelnde Datensatz um klinische Daten, z. B. zur Therapie und zum Verlauf von Krebserkrankungen, erweitert. Dies soll einen Mehrwert für Forschung und Versorgung generieren und das ZfKD dabei unterstützen, das Krebsgeschehen in Deutschland besser zu analysieren. Mit dem *Gesundheitsdatennutzungsgesetz (GDNG)* wurden darüber hinaus Verknüpfungsmöglichkeiten von Krebsregisterdaten mit Daten des Forschungsdatenzentrums (FDZ) für Gesundheit verbessert.

Analog hat die Europäische Kommission mit *Europas Plan gegen den Krebs* und der auf Forschung und Entwicklung abzielenden Krebsmission eine Priorität auf die Krebsbekämpfung gelegt. Der mit 4 Mrd. Euro ausgestattete *Europäische Krebsplan* fokussiert auf die Verbesserung der Versorgung krebskranker Personen sowie auf die Prävention von Tumorerkrankungen. Dazu zählen beispielsweise die Verbesserung des Zugangs für alle zu hochwertiger und innovativer Krebsdiagnostik und -behandlung und zu Programmen zur Krebsfrüherkennung, ferner ein EU-weites Netz von Krebszentren sowie eine Initiative für krebskranke Kinder. Die Krebsmission zielt auf die Verbesserung des Verständnisses von Krebs, von Prävention und Früherkennung, Diagnostik und Behandlung sowie der Lebensqualität von Betroffenen. Mit ihrem Strategiekreis fungiert die *Nationale Dekade gegen Krebs* als deutsche Expertenstelle eines Netzwerks aller EU-Mitgliedstaaten zur Unterstützung der auf Forschung ausgerichteten EU-Krebsmission, die Teil des *Europäischen Krebsplans* ist.

Darüber hinaus beteiligt sich das BMBF seit 2011 an einem Netzwerk europäischer Förderorganisationen, dem *ERA-NET on Translational Cancer Research (TRANSCAN).* Ziel ist u. a. die gemeinsame Planung und Umsetzung von Förderbekanntmachungen, um

den Transfer von Ergebnissen aus der Forschung in neue Strategien gegen Krebserkrankungen zu beschleunigen.

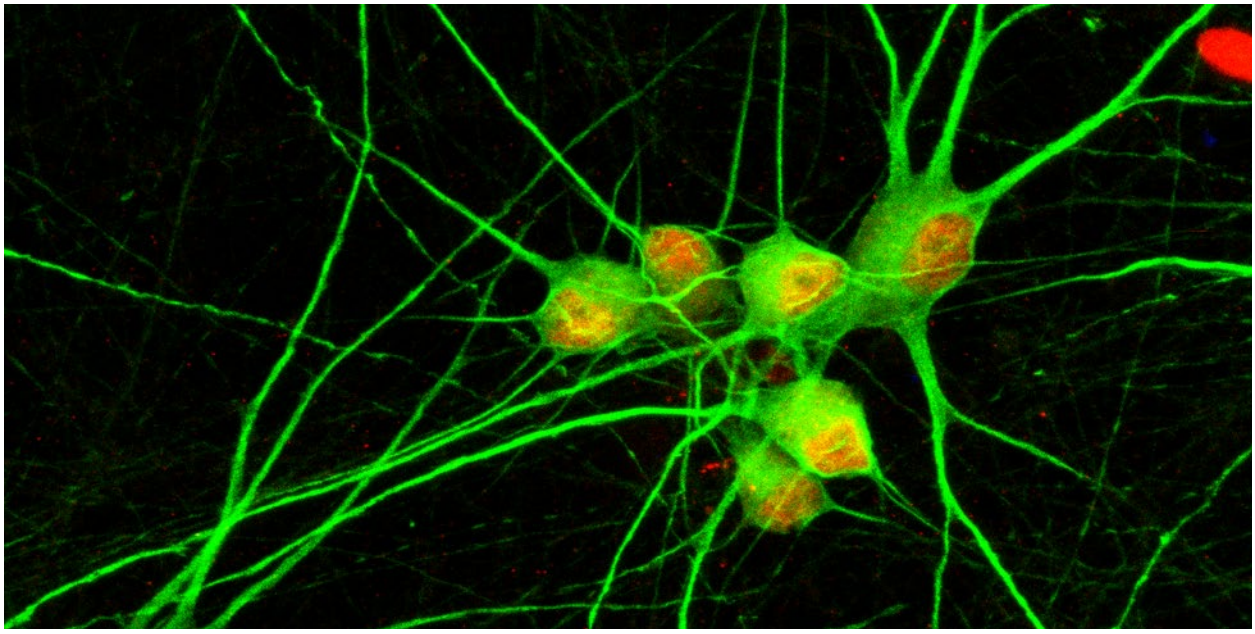
Weitere Informationen im Internet:

- Nationale Dekade gegen Krebs (NDK)
- Nationaler Krebsplan
- Krebsregisterdaten
- EU-Krebsmission
- EU-Krebsplan
- ECHoS Nationale Krebsmissionhubs (engl.)
- TRANSCAN – ERA-NET zu translationaler Krebsforschung

Psychische Erkrankungen

Auch psychische Erkrankungen zählen zu den Volkskrankheiten. Epidemiologischen Studien zufolge war in Deutschland schon vor der COVID-19-Pandemie mehr als jeder vierte Erwachsene z. B. von Angststörungen, Depressionen oder psychischen Störungen durch Alkohol- oder Arzneimittelkonsum betroffen. Hinzu kommt das wachsende Bewusstsein für psychische Erkrankungen in der Bevölkerung. Der Bedarf an wirksamer Prävention und Therapie sowie effizienter, niederschwelliger und zeitnaher Versorgung nimmt daher kontinuierlich zu. Die Forschung auf diesem Gebiet soll insbesondere das künftige Deutsche Zentrum für Psychische Gesundheit (DZPG) voranbringen. Hierbei sollen in enger Kooperation mit dem künftigen Deutschen Zentrum für Kinder- und Jugendgesundheit (DZKJ) verstärkt Kinder und Jugendliche in den Blick genommen werden, die auch im Zusammenhang mit der COVID-19-Pandemie besonderen psychischen Belastungen ausgesetzt waren.

Darüber hinaus widmen sich zwei deutschlandweite Forschungsnetzwerke Menschen, die aufgrund von Flucht und Migration traumatisiert sind bzw. Gewalt in Kindheit und Jugend erfahren haben. In den sieben bis Ende 2025 geförderten *Forschungsverbünden zur psychischen Gesundheit geflüchteter Menschen* werden kultursensitive Therapieansätze entwickelt und erprobt. Außerdem werden die Strukturen des deutschen Versorgungssystems untersucht, um eine bessere Integration der betroffenen Menschen in das Gesundheitssystem zu erreichen. Bis Ende 2024 wurden *Forschungsverbünde zu Verhaltensstörungen im Zusammenhang mit Gewalt, Vernachlässigung, Misshandlung und Missbrauch in Kindheit und Jugend* gefördert, um die Früherkennung, Therapie und Versorgung betroffener Kinder zu verbessern.



Konfokalmikroskopie-Bild von humanen Neuronen, die aus Stammzellen gewonnen wurden. Zellkörper und Dendriten sind mit MAP2 in Grün eingefärbt und Zellkerne sind in Rot sichtbar.

Einsamkeit kann, insbesondere wenn sie chronisch wird oder über einen längeren Zeitraum andauert, vielfältige negative Auswirkungen auf die psychische und physische Gesundheit von Menschen sowie auf die soziale Teilhabe und damit auf das gesellschaftliche Miteinander haben. Mit der im Dezember 2023 verabschiedeten *Strategie der Bundesregierung gegen Einsamkeit* wird das Thema erstmals in Deutschland übergreifend angegangen, um Einsamkeit in allen Altersgruppen vorzubeugen und zu lindern. Zentrales Ziel ist dabei, auch die Forschung zu Einsamkeit zu stärken, um bestehende Forschungslücken zu schließen. Hierzu wird u. a. das Kompetenznetz Einsamkeit gefördert. Es vernetzt Akteurinnen und Akteure aus Wissenschaft, Zivilgesellschaft, Politik und Praxis und setzt das Einsamkeitsbarometer um, welches zuverlässige Aussagen über die Entwicklung von Einsamkeitsbelastungen in Deutschland trifft.

Zur Entstigmatisierung psychischer Erkrankungen hat das BMG im Juli 2022 einen Förderschwerpunkt eingerichtet. Im Rahmen von Projektförderungen sollen Interventionen entwickelt, evaluiert und implementiert werden, mit denen die Stigmatisierung verringert und die Akzeptanz psychischer Erkrankungen verbessert werden kann. Dabei werden im Sinne eines partizipativen Ansatzes auch Betroffene einbezogen.

Weitere Informationen im Internet:

- Forschungsverbünde zur psychischen Gesundheit geflüchteter Menschen
- Forschungsverbünde zu Verhaltensstörungen im Zusammenhang mit Gewalt, Vernachlässigung, Misshandlung und Missbrauch in Kindheit und Jugend
- Strategie gegen Einsamkeit
- Forschung im Bereich Einsamkeit
- Gesundheitsförderung und Prävention

Demenz

Handlungsbedarf besteht auch in der Erforschung altersabhängiger Erkrankungen, insbesondere der Demenzforschung. In Deutschland sind derzeit etwa 1,8 Mio. Menschen von einer Demenz betroffen, Tendenz steigend – 2050 wird sich die Zahl der Betroffenen – nach heutigen Prognosen – auf bis zu 2,8 Mio. erhöhen. Mit der *Nationalen Demenzstrategie* setzt



Arbeiten an Zellkulturen am Deutschen Zentrum für Neurodegenerative Erkrankungen

sich die Bundesregierung dafür ein, die Lebenssituation für Menschen mit Demenz und ihre Angehörigen zu verbessern, die gesellschaftliche Teilhabe am Lebensort aus- und aufzubauen, die medizinische und pflegerische Versorgung weiterzuentwickeln sowie exzellente Forschung zu fördern (→ **IV 6.4 Teilhabe der älteren Generation**).

Die Unterstützung von Menschen mit Demenz und ihren Angehörigen ist eine langfristige gesamtgesellschaftliche Aufgabe. Die über 70 Akteure der *Nationalen Demenzstrategie* – aus Politik, Gesellschaft und Forschung – unter der Federführung des BMG und des BMFSFJ mit Co-Vorsitz der Deutschen Alzheimergesellschaft und dem BMBF für den Bereich der Demenzforschung haben hierzu vier übergreifende Handlungsfelder definiert und 27 Ziele vereinbart, die mit insgesamt 162 konkreten Maßnahmen hinterlegt wurden. Unter anderem wird die Forschung zu Ursachen und Entstehung demenzieller Erkrankungen gebündelt, um Prävention, Diagnostik, Therapie, Rehabilitation und Pflege weiter verbessern zu können.

Um die kontinuierlichen Entwicklungen und Arbeitsstände im Zeitraum der Umsetzung der Strategie gut begleiten, verfolgen und entsprechende Erkenntnisse nutzbar machen zu können, führt die am Deutschen Zentrum für Altersfragen (DZA) angesiedelte Geschäftsstelle ein jährliches Monitoring zum Umsetzungsstand der Maßnahmen durch und erstellt einen Bericht. Zudem wurde ein Netzwerk *Nationale Demenzstrategie* aufgebaut, welches stetig wächst und welches sich zielgerichtet und programmatisch

in die konzentrierte Umsetzung aktiv einbringt. In diesem Netzwerk fördern die Akteure einerseits selbst die Umsetzung der Strategie, indem sie den aktiven Erfahrungsaustausch und die gegenseitige Beratung nutzen. Andererseits können die Akteure Fach- und Informationsveranstaltungen sowie umfangreiche Informationsangebote nutzen, die über die Geschäftsstelle der Nationalen Demenzstrategie regelmäßig angeboten und zur Verfügung gestellt werden.

Weitere Informationen im Internet:

- Nationale Demenzstrategie
- DZA: Geschäftsstelle Nationale Demenzstrategie
- Netzwerk Nationale Demenzstrategie

Seltene Erkrankungen

In Deutschland leiden Schätzungen zufolge mehr als 4 Mio. Menschen an einer Seltenen Erkrankung. Als „selten" gilt eine Erkrankung in der Europäischen Union, wenn nicht mehr als fünf von 10.000 Menschen von ihr betroffen sind; unter diese Definition fallen insgesamt mehr als 6.000 Erkrankungen. Oft handelt es sich um sehr schwere Krankheiten, die eine aufwändige Behandlung und Betreuung erfordern. Aus der geringen Fallzahl der einzelnen Krankheiten ergeben sich große Herausforderungen in der Forschung und Patientenversorgung.

Um nachhaltige Verbesserungen der gesundheitlichen Situation von Menschen mit Seltenen Erkrankungen zu erreichen, hat das BMG 2010 gemeinsam mit dem BMBF und der Allianz Chronischer Seltener Erkrankungen (ACHSE e. V.) das Nationale Aktionsbündnis für Menschen mit Seltenen Erkrankungen (NAMSE) ins Leben gerufen. Das NAMSE umfasst 29 Bündnispartner und bringt als zentrales Koordinierungs- und Kommunikationsgremium alle wesentlichen Akteure des Gesundheitswesens zusammen. Es bündelt bestehende Initiativen, vernetzt Forschende und Versorgende und adressiert bestehende Bedarfe der gesundheitlichen Versorgung. Ein im BMG-Auftrag erstelltes und 2023 veröffentlichtes Gutachten zur gesundheitlichen Situation Betroffener zeigt Handlungsbedarfe auf und empfiehlt u. a., die Arbeit des Bündnisses langfristig fortzuführen, um sicherzustellen, dass die initiierten Entwicklungen fortgesetzt werden.

Weiterhin beteiligt sich das BMG mit einem nationalen Konsortium, dem auch die Geschäftsstelle des NAMSE angehört, an der durch *EU4Health* geförderten Gemeinsamen Maßnahme *JARDIN* (2024–2026). Hierdurch kann die grenzüberschreitende Gesundheitsversorgung im Bereich der Seltenen Erkrankungen unter Berücksichtigung der deutschen Interessen und der besonderen Struktur des deutschen Gesundheitssystems weiterentwickelt werden.

Das BMBF fördert neun große Forschungsverbünde zu Seltenen Erkrankungen bis einschließlich 2026, um die Kapazitäten in Forschung und Versorgung für verschiedene Erkrankungsgruppen zusammenzuführen. Damit werden die Voraussetzungen für eine spezifische Diagnose, eine systematische Forschung, einen optimalen Informationstransfer und eine kompetente Patientenversorgung geschaffen.

Arbeitsgruppen auf nationaler Ebene können das mit einer Seltenen Erkrankung verbundene komplexe Forschungspensum kaum bewältigen. Zudem sind innerhalb eines Landes die für die Forschung erforderlichen Patienten-Fallzahlen oftmals nicht hoch genug, um valide Forschungsergebnisse zu erhalten. Daher wird im Rahmen der europäischen Förderinitiative *European Joint Programme on Rare Diseases (EJP RD)* die internationale Forschungsvernetzung zu Seltenen Erkrankungen vorangetrieben. Bis 2026 werden 64 internationale Forschungsverbünde zur Verbesserung der Diagnose und dem Verständnis von Krankheitsursachen, zur präklinischen Therapieentwicklung und zu sozial- und geisteswissenschaftlichen Fragestellungen gefördert. Der weitere Ausbau der internationalen Kooperation ist im Rahmen der European Rare Diseases Research Alliance (ERDERA) geplant, die 2024 starten soll.

Weitere Informationen im Internet:

- Forschung zu Seltenen Erkrankungen
- BMG-Themenseite Seltene Erkrankungen
- BMBF-Dossier Seltene Erkrankungen
- Nationales Aktionsbündnis für Menschen mit Seltenen Erkrankungen (NAMSE)
- Gutachten zur gesundheitlichen Situation von Menschen mit Seltenen Erkrankungen
- Allianz Chronischer Seltener Erkrankungen (ACHSE)
- European Joint Programme on Rare Diseases (engl.)

Long-/Post-COVID und ME/CFS

Bei einem kleinen Teil der Patientinnen und Patienten kommt es nach der Akutinfektion mit dem Coronavirus SARS-CoV-2 zu langfristigen Folgebeschwerden, die als Long-COVID oder Post-COVID-Syndrom bezeichnet werden. Die Myalgische Enzephalomyelitis bzw. das Chronische Fatigue-Syndrom (ME/CFS) gilt möglicherweise als schwerwiegendste Form von Long-COVID. Bereits lange vor dem Auftreten des Erregers SARS-CoV-2 wurde ME/CFS als eigenständiges Krankheitsbild beschrieben. ME/CFS kann infolge verschiedener Infektionen, aber auch nach Unfällen auftreten. Die Mechanismen der Entstehung und Aufrechterhaltung der Erkrankung sind bisher ungeklärt. Angesichts der Neuartigkeit von Long-COVID und des breiten Spektrums von unterschiedlichen Symptomen ist der Forschungsbedarf hoch, um Ansatzpunkte für eine verbesserte Diagnose, gezielte Behandlung und zielgruppenspezifische Versorgung zu finden.

Das BMBF fördert gezielt Forschungsaktivitäten zum Thema Long-/Post-COVID und ME/CFS. Seit Mai 2021 wurden dazu fünf Förderbekanntmachungen gestartet und Mittel von insgesamt über 43 Mio. Euro bereitgestellt. Die Förderung umfasst die Forschung zu Krankheitsursachen, Diagnostik und Therapieentwicklung und die Versorgungsforschung. Neben einer Fördermaßnahme zur Erforschung der Spätsymptome von COVID-19 wurde mit der Förderung der Nationalen Klinischen Studiengruppe zu Post-COVID und ME/CFS die Möglichkeit geschaffen, die Wirksamkeit von bereits zugelassenen Arzneimitteln und Behandlungsverfahren bei der Therapie dieser Krankheitsbilder in klinischen Pilotstudien zu erproben. Weitere Förderbekanntmachungen zur Erforschung der Pathomechanismen von ME/CFS, zu neuen Ansätzen der Datenanalyse und des Datenteilens in der Long-/Post-COVID-Forschung und im Bereich Computational Life Sciences – Digitale Methoden zur Erforschung postakuter Infektionssyndrome wurden im September bzw. November 2023 veröffentlicht. Darüber hinaus ist eine schrittweise Fortsetzung der Forschungsförderung zu Long-/Post-COVID und ME/CFS geplant.

Auch das BMG fördert Forschung zu Long-COVID und ME/CFS. Ziele bei bisherigen Projekten und Studien waren, die Krankheit besser zu verstehen, ihre Häufigkeit genauer zu erfassen sowie eine bedarfsgerechte Versorgung sicherzustellen. Das BMG unterstützt auch den Aufbau eines Registers und einer Biobank zu ME/CFS. Seitens des BMG ist eine erhebliche Ausweitung der versorgungsnahen Forschung zu Long-COVID geplant.

Weitere Informationen im Internet:

- Long-COVID, Post-COVID und ME/CFS
- Nationales Pandemie Kohorten-Netz (NAPKON)
- Initiative Long-COVID



NAPKON und die Erforschung von Spät- und Langzeitfolgen von COVID-19

Zu Long-COVID und dem Post-COVID-Syndrom (PCS) – den Spät- und Langzeitfolgen einer Infektion mit SARS-CoV-2 – gibt es noch viele offene Forschungsfragen. Auch deshalb ist eine individuell passende Therapie nach wie vor schwierig. Dies zu ändern ist ein Ziel der Forschenden bei NAPKON, einem von mehreren Forschungsprojekten innerhalb des Netzwerks Universitätsmedizin (NUM). Die Abkürzung NAPKON steht für Nationales Pandemie Kohorten-Netz. Diese Kohorten enthalten inzwischen Daten und Bioproben von mehr als 7.000 an COVID-19 Erkrankten. Übermittelt wurden die Daten von Universitätskliniken, Kliniken und Arztpraxen, in denen die Betroffenen bis zu drei Jahre nach ihrer Erkrankung beobachtet und regelmäßig untersucht werden.

Auf den NAPKON-Daten beruht der sogenannte PCS Score, der bereits Einzug in die klinische Praxis gehalten hat. Die Klassifizierung erlaubt eine möglichst objektive und umfassende Beschreibung der Post-COVID-Beschwerden; mit seiner Hilfe können Ärztinnen und Ärzte anhand einer Punkteskala den Schweregrad der Langzeitfolgen feststellen. Mit einem Fragebogen lässt sich das Post-COVID-Syndrom in seiner ganzen Komplexität abbilden und in seinem zeitlichen Verlauf beurteilen – ein wichtiger Schritt hin zu einem weltweit einmalig genauen Datensatz zu den Auswirkungen von COVID-19 auf den Menschen und zu einer besseren Behandlung von Betroffenen.

Reproduktive Gesundheit

Das Thema reproduktive Gesundheit ist breitgefächert – es umfasst Fragen zur Fruchtbarkeit und menschlichen Fortpflanzung ebenso wie zu einem uneingeschränkten körperlichen und seelischen Wohlbefinden mit der eigenen Sexualität. Die thematische Bandbreite der Forschung in diesem Feld reicht von der Keimzellbildung über die embryonale Entwicklung bis hin zu sexueller Selbstbestimmung und zum allgemeinen Gesundheitszustand von Erwachsenen und ist damit von hoher gesellschaftlicher Relevanz. An fünf universitätsmedizinischen Standorten nahmen im November 2023 interdisziplinäre Nachwuchszentren für reproduktive Gesundheit ihre Arbeit auf.

Das BMBF fördert die Einrichtung dieser Zentren mit rund 11 Mio. Euro, um eine international wettbewerbsfähige Forschungslandschaft aufzubauen. Eine weitere Bekanntmachung ergänzt die Förderaktivitäten des BMBF zum Thema Frauengesundheit und Endometriose, einer häufigen gynäkologischen Erkrankung, deren Krankheitsmechanismen noch nicht ausreichend geklärt sind. Ziel ist es, mit Hilfe interdisziplinärer Verbundforschung die Pathomechanismen der Endometriose besser zu verstehen und Ansätze für eine verbesserte Prävention, Diagnostik und Therapie zu identifizieren.



Weitere Informationen im Internet:

↗ Reproduktive Gesundheit

3.2 Personalisierte Medizin und Translationsforschung

Jeder Mensch ist einzigartig – das gilt auch für den Verlauf seiner Krankheiten. Die personalisierte Medizin erfasst individuelle gesundheitsrelevante Faktoren – wie etwa Geschlecht, Alter und genetische Veranlagung – sowie ihre Wechselwirkungen. Dies bietet die Möglichkeit, für bestimmte Patienten- und Bevölkerungsgruppen maßgeschneiderte Präventions-, Diagnose- und Therapieoptionen zu entwickeln. Die personalisierte Medizin fungiert als Innovationstreiber sowohl für die Forschung und die Gesundheitsversorgung als auch für das Gesundheitssystem und die Gesundheitswirtschaft: Sie eröffnet eine neue Dimension in der Diagnose, Behandlung und Prävention von Krankheiten und ist gewissermaßen einer der Schlüssel zur Medizin der Zukunft.

Mit seiner bisherigen Förderung hat das BMBF eine breite Basis für Innovationen und eine moderne Gesundheitsversorgung geschaffen; nun geht es darum, personalisierte Behandlungsansätze in allen wichtigen Krankheitsgebieten voranzutreiben. Die aktuelle Förderrichtlinie *Translationsprojekte Personalisierte Medizin* zielt daher darauf ab, individuell zugeschnittene Therapieansätze noch schneller in die klinische Anwendung zu bringen bzw. die Entwicklung neuer Produkte und Verfahren voranzutreiben. Durch den modularen Aufbau der Förderlinie mit Schwerpunkten auf der präklinischen bzw. der frühen klinischen Forschung wird dem unterschiedlichen Entwicklungsstand in relevanten Krankheitsbildern Rechnung getragen. Seit 2021 werden dazu 13 Forschungsverbünde für bis zu fünf Jahre mit insgesamt rund 50 Mio. Euro gefördert.

Die Position Deutschlands als führender globaler Entwickler der personalisierten Medizin wird durch eine langjährige, aktive Beteiligung an europäischen und internationalen Initiativen unterstützt und weiter ausgebaut. Neben der aktiven Mitarbeit von Bund (BMBF und BMG) und einigen Bundesländern (Sachsen und Baden-Württemberg) bei *ICPerMed (International Consortium for Personalised Medicine)* wurde auch das europäische Forschungsförderungsnetz *ERA PerMed (European Research Area co-funded Network for Personalised Medicine)* erfolgreich umgesetzt. Hierüber werden bis 2026 über 110 transnationale Forschungsverbünde mit mehr als 130 Mio. Euro unterstützt.

Auf der Basis dieser Projekte wurde 2023 gemeinsam mit der Europäischen Kommission eine *Europäische Partnerschaft Personalisierte Medizin (EP PerMed)* als neues Element etabliert. Dem von Deutschland koordinierten Zusammenschluss von zunächst 50 internationalen Partnerorganisationen soll über zehn Jahre ein Gesamtbudget von über 370 Mio. Euro zur Verfügung stehen. *EP PerMed* wird in den kommenden Jahren interdisziplinäre Forschung zu personalisierten Ansätzen in Diagnose, Therapie und Prävention finanzieren sowie Aktivitäten durchführen, die einen erfolgreichen Transfer der Forschungsergebnisse in die Versorgung sicherstellen. Auch werden Prozesse und Instrumente zur Kommunikation von Fragen aus der Gesundheitsversorgung und von Patientinnen und Patienten in die Forschung gestärkt. Ziel ist es, die europäischen und nationalen Forschungs- und Förderstrategien aufeinander abzustimmen, exzellente transnationale Forschungskonsortien zu fördern, die europäische Wettbewerbsfähigkeit zu stärken sowie die Zusammenarbeit mit Nicht-EU-Ländern zu unterstützen. Als Basis personalisierter Ansätze sollen künftig verstärkt auch genomische Daten von Erkrankten helfen.

Des Weiteren beteiligen sich BMBF und BMG am EU-kofinanzierten Vorhaben, das die Vorgaben der *1+ Million Genomes-Initiative* implementieren soll (**IV 3.6 Biotechnologie und Bioethik**).

Ein mit § 64e Fünftes Buch, Sozialgesetzbuch eingeführtes Modellvorhaben kann Patentinnen und Patienten mit onkologischen und Seltenen Erkrankungen eine verbesserte Diagnose- und Therapiefindung auf Basis der Genomsequenzierung bieten. Nach erfolgter Einwilligung können die Daten aus dem Modellvorhaben durch die Forschung genutzt werden und so die Aufklärung von Krankheitsursachen sowie die Entwicklung neuer Therapieoptionen voranbringen.

Berlin Institute of Health (BIH)

Medizinische Translationsforschung wird auch im Rahmen der institutionellen Förderung unterstützt. So fördert der Bund gemeinsam mit dem Land Berlin im Verhältnis 90:10 das Berliner Institut für Gesundheitsforschung (engl. BIH) mit rund 86 Mio. Euro (Soll 2024). Dessen Fokus liegt auf der Stärkung translationaler Forschung und in der interdisziplinären Zusammenarbeit von grundlagen-, krankheits- und patientenorientierter Forschung, die organ- und indikationsübergreifend stattfindet. Das BIH, bis dahin eine rechtlich selbstständige außeruniversitäre Wissenschaftseinrichtung, wurde im Jahr 2021 als wirtschaftlich autonomer Translationsforschungsbereich in die Charité Universitätsmedizin Berlin integriert. Das BIH entwickelt derzeit gemeinsam mit zahlreichen Akteurinnen und Akteuren in einem sektorenübergreifenden Dialog eine nationale Strategie für Gen- und Zelltherapie. Anfang 2024 startete eine deutschlandweite Projektförderung in diesem Bereich.

Oberstes Ziel der Translationsforschung ist es, dass Patientinnen und Patienten möglichst schnell von medizinischen Therapien und Produkten profitieren können. Sie schlägt die Brücke von der biomedizinischen Grundlagenforschung in die klinische Anwendung. Dabei müssen neue Therapie- und Diagnosemöglichkeiten wichtige Voraussetzungen erfüllen, bevor sie den Versorgungsalltag erreichen, und z. B. in klinischen Prüfungen die Wirksamkeit und die Unbedenklichkeit neuer Therapieverfahren wissenschaftlich belegen. Klinische Prüfungen umfassen verschiedene Phasen: Erst wenn die Verträglichkeit neuer Therapieverfahren an gesunden Freiwilligen erforscht ist, wird die Wirksamkeit der neuen Behandlung auch an erkrankten Personen untersucht.



Pipettieren einer Probe in ein Fläschchen für DNA-Tests

Seit mehr als einem Jahrzehnt fördert das BMBF wissenschaftsinitiierte klinische Studien. Flankierend wird zudem die präklinische Forschung gestärkt und damit der Transfer ihrer Ergebnisse in die klinische Forschung verbessert. Erste Ergebnisse zu neuen Therapieverfahren werden so vor der ersten Anwendung am Menschen durch sorgfältig geplante Studien geprüft und statistisch abgesichert. Ferner werden seit 2020 gezielt frühe klinische Studien vor allem zu neuartigen Therapieansätzen unterstützt, die besonders für die personalisierte Medizin relevant sind.

Weitere Informationen im Internet:

- Individualisierte Medizin
- Translationsprojekte Personalisierte Medizin
- Förderung von frühen klinischen Studien
- Förderung von präklinischen konfirmatorischen Studien
- ERA PerMed (engl.)
- ICPerMed (engl.)
- EP PerMed (engl.)
- European Genomic Data Infrastructure (GDI, engl.)
- Berlin Institute of Health (BIH)

3.3 One Health und globale Gesundheit

Die Gesundheit von Mensch, Tier und Umwelt ist eng miteinander verbunden. Ein Beispiel: Viele humanpathogene Infektionskrankheiten haben ihren Ursprung im Tierreich und verbreiten sich zunehmend, je mehr der Mensch in die Umwelt und die Lebensräume der Tiere vordringt. Der One-Health-Ansatz (→ **Infobox: One-Health-Ansatz**) steht daher für eine nachhaltige Gesundheitsförderung, die die Interdependenzen zwischen den drei Sektoren in einem ganzheitlichen System betrachtet. Und er verdeutlicht, dass Lösungen für gesundheitliche Herausforderungen heute nicht mehr in isolierten, rein nationalen Forschungsansätzen entwickelt werden können. Infektionskrankheiten und zunehmende antimikrobielle Resistenzen (AMR) sowie mögliche Pandemien sind Beispiele für besonders drängende Herausforderungen für die globale Gesundheit.

Wegweisend für das deutsche Engagement sind die Strategie der Bundesregierung zur globalen Gesundheit aus dem Jahr 2020 und die *Global Health Strategy* der EU (2022). Auf nationaler Ebene unterstützt das BMBF seit 2020 die Vernetzungsplattform German Alliance for Global Health Research (GLOHRA). Diese bietet inzwischen mehr als 1.100 Mitgliedern (Stand: Februar 2024) ein Forum zur standort- und disziplinübergreifenden Vernetzung und Zusammenarbeit im Bereich der Globalen Gesundheit in Deutschland. Darüber hinaus strebt das BMBF Kooperationen für Gesundheitsforschung, -entwicklung und -innovation mit verschiedenen Ländern in Subsahara-Afrika an.



Tierarzt bei der Impfung von Masthühnern gegen Vogelgrippe

One-Health-Ansatz

Der One-Health-Ansatz steht für eine ganzheitliche Betrachtung von Fragen der globalen Gesundheit, die Zusammenhänge und Abhängigkeiten zwischen Menschen, Nutz- und Haustieren sowie den Ökosystemen, in denen sie leben, berücksichtigt. Besonders die COVID-19-Pandemie und der mutmaßliche Ursprung von SARS-CoV-2 in einem tierischen Wirt haben die Bedeutsamkeit dieses Ansatzes veranschaulicht. So arbeiten Expertinnen und Experten aus verschiedenen Fachdisziplinen – z. B. der Humanmedizin, der Veterinärmedizin und den Umweltwissenschaften – in Forschung und Entwicklung zusammen an Lösungen, um künftigen Gesundheitskrisen vorzubeugen. Aufgrund internationaler Vernetzung durch weltweite Mobilität und internationale Handelsströme können einzelne Länder die Herausforderungen kaum allein bewältigen. Die Notwendigkeit des Handelns im Sinne des One-Health-Ansatzes hat international entsprechend hohe politische Priorität. Die Bundesregierung fördert nationale und internationale Förderprogramme und plant, ihr Engagement noch weiter auszubauen.

Zentraler Akteur im Geschäftsbereich des BMG ist dabei das Robert Koch-Institut (RKI) mit seiner Fachexpertise sowie das 2019 gegründete Zentrum für Internationalen Gesundheitsschutz (ZIG). Zum Schutz der Gesundheit sind widerstandsfähige öffentliche Gesundheitssysteme – von der lokalen bis zur globalen Ebene – sowie internationale Vernetzung für einen kontinuierlichen und schnellen Austausch von Wissen und Erfahrungen unabdingbar. So kooperiert das RKI insgesamt und das ZIG im Besonderen mit Partnerländern und internationalen Public-Health-Akteuren, um öffentliche Gesundheitssysteme zu stärken und weltweit auf Gesundheitsnotfälle zu reagieren.

Im Jahr 2016 initiierte das BMG darüber hinaus das *Global Health Protection Programme (GHPP),* um die Kernkompetenzen und das Wissen hochspezialisierter deutscher Forschungseinrichtungen international einzubringen, um Deutschlands Engagement für den globalen Gesundheitsschutz zu stärken und um weltweit die Prävention und Bewältigung von Gesundheitskrisen zu unterstützen. Ziel des *GHPP* ist es, Partnerländer insbesondere in den Schwerpunktregionen Subsahara-Afrika und Osteuropa bei der Prävention und Bewältigung von Epidemien und Pandemien zu unterstützen.

Weitere Informationen im Internet:

- Internationale Kooperation in der Gesundheitsforschung
- Gesundheitsforschung in internationaler Kooperation
- Strategie der Bundesregierung zur globalen Gesundheit
- EU Global Health Strategy (engl.)
- German Alliance for Global Health Research (engl.)
- Global Health Protection Programme (GHPP)
- Robert Koch-Institut (RKI)

One Health: Wechselwirkungen zwischen Klima, Umwelt und Gesundheit

Unter Federführung des BMBF haben sich im Oktober 2022 sechs Ministerien – BMEL, BMG, BMUV, BMVg sowie BMZ – zusammengeschlossen, um den One-Health-Ansatz auch in der Gesundheitsforschung mit der *Forschungsvereinbarung zu One Health* zu stärken. Damit schuf die Bundesregierung die Grundlage für eine erfolgreiche Zusammenarbeit verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen, von der Human- und Veterinärmedizin, den Umwelt- und Agrarwissenschaften bis hin zur Lebensmitteltechnik und den öffentlichen Gesundheitsdiensten. Gemeinsam suchen sie national und international nach Wegen, um die Gesundheit von Menschen, Tieren und Ökosystemen zu erhalten und zu verbessern.

Helmholtz-Institut für One Health

Die interdisziplinäre Erforschung der Zusammenhänge zwischen Mensch-, Tier- und Umweltgesundheit ist auch Aufgabe des Helmholtz-Instituts für One Health (HIOH), dem Greifswalder Standort des Helmholtz-Zentrums für Infektionsforschung (HZI). In enger Zusammenarbeit mit der Universität Greifswald und dem Friedrich-Loeffler-Institut, dem Bundesforschungsinstitut für Tiergesundheit in Greifswald-Riems, wollen die Forschenden am HIOH ein besseres Verständnis zoonotischer Erkrankungen, antimikrobieller Resistenzen (AMR) und der Evolution von Pathogenen als Voraussetzung für eine erfolgreiche Pandemievorsorge und -prävention entwickeln.

Hierzu vereinbarten die beteiligten Bundesressorts zudem, die bis Ende 2023 geförderte *Nationale Forschungsplattform für Zoonosen* (bei Zoonosen handelt es sich um Infektionskrankheiten, die von Tier zu Mensch bzw. von Mensch zu Tier übertragbar sind) zu einer ressortübergreifenden *One Health Platform (OHP)* weiterzuentwickeln. Die mit der Plattform angestrebte interministerielle Vernetzung und Bündelung vorhandener Kompetenzen und Ressourcen ist ein Beitrag Deutschlands zur Stärkung der globalen Gesundheit im Rahmen des One-Health-Ansatzes und zu den globalen Nachhaltigkeitszielen der Vereinten Nationen. Neben der im Dezember 2023 gestarteten Förderung der *OHP* förderte das BMBF bis 2024 das *Forschungsnetz Zoonotische Infektionskrankheiten* mit insgesamt 40 Mio. Euro.

Das Wissen in den Bereichen Klimawandel und Umwelt mit der Gesundheitsforschung transdisziplinär und intersektoral zu verknüpfen, ist Ziel der BMBF-*Strategie Forschung für Nachhaltigkeit (FONA)* (→ **IV 2 Klima, Biodiversität und Ernährungssicherheit)** und des abteilungsübergreifenden Förderschwer-



Wasserprobe mit Bilharziose-Erregern

punkts Nachwuchsgruppen Globaler Wandel: Klima, Umwelt und Gesundheit. Junge Forschende erhalten von 2022 bis 2027 die Möglichkeit, eigenverantwortlich eine Arbeitsgruppe aufzubauen und mit innovativen Forschungsideen dazu beizutragen, den durch den Klimawandel verursachten gesundheitlichen Risiken zu begegnen (→ III 4.4 Wissenschaftlicher Nachwuchs).

Als Teil der *Forschungsinitiative zum Erhalt der Artenvielfalt (FEdA)* fördert das BMBF seit 2022 mit einer eigenen Förderrichtlinie die Erforschung der Zusammenhänge zwischen Biodiversität und menschlicher Gesundheit. Die Ergebnisse der geförderten Projekte sollen auch für Prävention und Gesundheitsförderung sowie für therapeutische Ansätze gegen körperliche und psychische Leiden genutzt werden können (→ IV 2.3 Biodiversitätsforschung).

Die Verknüpfung von Gesundheitsförderung und Umweltschutz steht auch in den BMBF-geförderten Interventionsstudien für gesunde und nachhaltige Lebensbedingungen und Lebensweisen im Mittelpunkt. Ziel ist es, eine bis dato in Deutschland noch nicht vorhandene Evidenzbasis zu generieren, die eine grundlegende gesellschaftliche Transformation in Richtung gesundheitsförderlicher, ökologisch nachhaltiger und sozial gerechter Lebensbedingungen und Lebensweisen vorbereiteten kann. Die Fördermaßnahme soll dazu beitragen, umwelt- und gesundheitsfreundliche Lebensumwelten zu schaffen, in denen ausreichende Bewegung, gesunde Ernährung und ähnliche Faktoren für alle Teile der Bevölkerung berücksichtigt und unterstützt werden. In einem ersten Schritt wurde eine sechsmonatige Konzeptentwicklungsphase für 21 Projektideen gefördert. Die aussichtsreichsten Projekte werden ab 2025 umgesetzt.

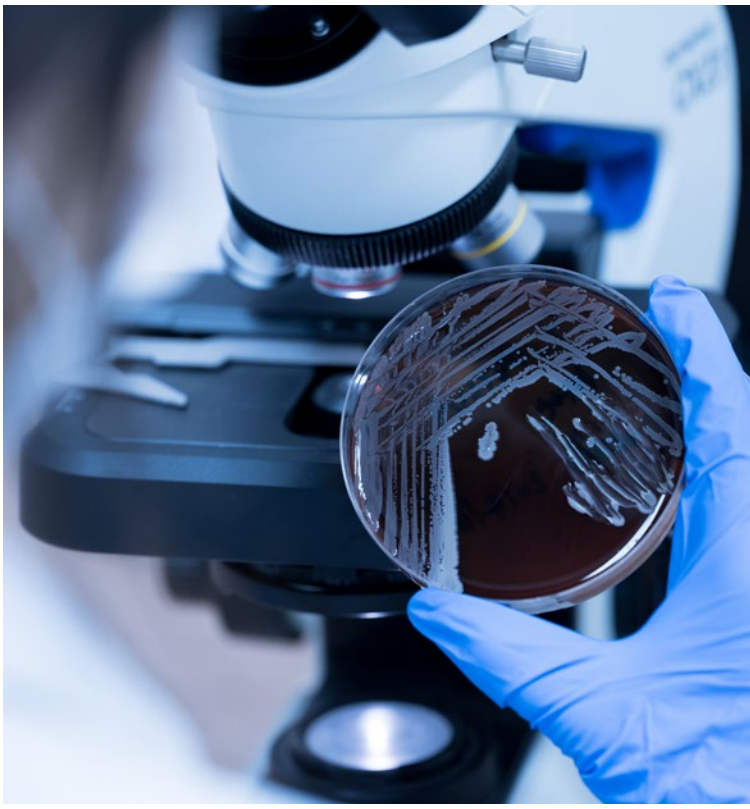
Um die Ressourceneffizienz und ökologische Nachhaltigkeit im Gesundheitswesen in den Vordergrund zu rücken, fördert das BMG seit 2023 Vorhaben im Rahmen der Bekanntmachung *Ökologische Nachhaltigkeit im ambulanten Gesundheitswesen*.

Manche Volkskrankheiten wie Erkrankungen der Atemwege oder des Herz-Kreislauf-Systems können durch Umweltbelastungen verursacht oder verstärkt werden. Zu diesen Zusammenhängen forscht das Umweltbundesamt (UBA) u. a. mittels Human-Biomonitoring und Humanproben der Umweltprobenbank des Bundes. Unter dem Stichwort „Umweltgerechtigkeit“ analysiert das UBA auch, welche

Rolle die soziale Lage von Menschen dabei spielt, wie stark sie von umweltbezogenen Gesundheitsrisiken betroffen sind.

Weitere Informationen im Internet:

- Nachwuchsgruppen Globaler Wandel: Klima, Umwelt und Gesundheit
- Erforschung der Zusammenhänge zwischen menschlicher Gesundheit und Biodiversität
- Ökologische Nachhaltigkeit im ambulanten Gesundheitswesen
- Forschungsvereinbarung One Health
- One Health Platform
- Nationale Forschungsplattform für Zoonosen
- Helmholtz-Institut für One Health (HIOH)
- UBA: Themenseite Gesundheit
- Friedrich-Loeffler-Institut



Infektionsforschung und antimikrobielle Resistenzen (AMR)

Die Infektionsforschung spielt eine wichtige Rolle im Kontext des One-Health-Ansatzes, der auf die Stärkung der globalen Gesundheit zielt. Um die Ausbreitung von Infektionskrankheiten und die von ihnen ausgehenden Gefahren einzudämmen, ist eine starke Forschungsbasis notwendig. Daher hat das BMBF die *Nachwuchsgruppen in der Infektionsforschung* etabliert und fördert so Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler in der klinischen und anwendungsorientierten Infektionsforschung. Bis 2027 werden in zwei Förderrunden insgesamt 21 Nachwuchsgruppen mit insgesamt bis zu 44 Mio. Euro gefördert (**III 4.4 Wissenschaftlicher Nachwuchs**).

Neben dem Helmholtz-Zentrum für Infektionsforschung (HZI) gehört zu den führenden Adressen in diesem Forschungsfeld das Deutsche Zentrum für Infektionsforschung (DZIF), unter dessen Dach 35 universitäre und außeruniversitäre Mitgliedseinrichtungen an sieben Standorten in Deutschland zusammenarbeiten. Die Finanzierung der DZIF-Projekte und -Förderprogramme erfolgt zu 90 % aus Bundesmitteln und zu 10 % aus Mitteln der beteiligten Länder. In neun Forschungsbereichen bündelt das DZIF Projekte, die sich jeweils einem Erreger, einer bestimmten Erkrankung oder einem gemeinsamen Thema innerhalb der Infektionsforschung widmen. Hier stehen neu auftretende Infektionskrankheiten ebenso im Fokus wie Krankenhauskeime und antibiotikaresistente Bakterien, neue Antibiotika, HIV/AIDS, Hepatitis und Tuberkulose sowie Malaria und vernachlässigte Tropenkrankheiten.

Die erfolgreiche Prävention von Infektionskrankheiten hängt eng mit der Bekämpfung antibiotikaresistenter Keime zusammen. Dies erfordert Maßnahmen auf nationaler, europäischer und internationaler Ebene, um Forschungsexpertise zu bündeln und geplante und bestehende Maßnahmen aufeinander abzustimmen. Nur so können Forschungsbedarfe und -lücken global identifiziert werden.

Auf nationaler Ebene wird das Thema antimikrobielle Resistenzen und neue Antibiotika über die *Nationale Wirkstoffinitiative* und in der im April 2023 vom Bundeskabinett verabschiedeten *Deutschen Antibiotika-Resistenzstrategie DART 2030* adressiert, die den One-Health-Ansatz verstärkt berücksichtigt. Die Strategie baut auf den vorherigen Strategien *DART* und *DART 2020* auf, durch die bereits erfolgreich die Entwicklung von Präventionsmaßnahmen, neuen Antibiotika und Therapieoptionen vorangebracht werden konnte.

Entwicklung von Tuberkulose-Kombinationstherapien

Vereint gegen Tuberkulose vorgehen, eine Krankheit, die zu den zehn bedrohlichsten weltweit gehört. Das ist das Programm des Forschungskonsortiums „Academia and industry united innovation and treatment for tuberculosis (UNITE4TB)“, das die Entwicklung neuer Arzneimittel gegen Tuberkulose in den Fokus rückt. Unter dem Dach der Innovative Medicines Initiative (IMI), einer Initiative der Europäischen Kommission und der European Federation of Pharmaceutical Industries and Associations (EFPIA), wird das 2021 ins Leben gerufene Konsortium neue und innovative Tuberkulose-Kombinationstherapien entwickeln. Insgesamt 30 Partner aus 13 Ländern beteiligten sich an „UNITE4TB“. Das BMBF fördert zwei deutsche Projektpartner über einen Zeitraum von sieben Jahren mit rund 25 Mio. Euro.

Im Rahmen der europäischen *Joint Programming Initiative on Antimicrobial Resistance (JPIAMR)* arbeiten 29 Nationen bei der Bekämpfung antimikrobieller Resistenzen (AMR) auf der Basis des One-Health-Ansatzes zusammen. *JPIAMR* wird ab 2025 in die *Europäische Partnerschaft One Health AMR* überführt. Das BMBF ist seit 2022 an der vorbereitenden Maßnahme für die Partnerschaft beteiligt, die durch gemeinsame, transnationale Förderinitiativen interdisziplinäre Forschung ermöglichen soll, um Wissenslücken im Bereich AMR zu schließen und Synergien zwischen Wissenschaftlern und weiteren Akteuren (z. B. Industrie, Gesundheitssysteme, Politik) zu stärken.

Darüber hinaus treibt das BMBF im Rahmen internationaler Initiativen wie *Combating Antibiotic-Resistant Bacteria Biopharmaceutical Accelerator (CARB-X)* und *Global Antibiotic Research & Development Partnership (GARDP)* die Forschung und Entwicklung neuer Antibiotika und alternativer Arzneimittel bzw. Behandlungsansätze weiter voran. *CARB-X* und *GARDP* stärken hierbei komplementär die Entwicklung neuer Antibiotika von der frühen präklinischen Forschung bis hin zur klinischen Entwicklung, Zulassung und Zurverfügungstellung.

Mit dem Ziel, FuE zu antimikrobiellen Resistenzen international zu stärken und noch besser aufeinander abzustimmen, wurde 2018 der *Global AMR R&D Hub* gegründet, an dem sich 17 Länder, die EU-Kommission und zwei philanthropische Stiftungen beteiligen. Der Hub erstellt Informationen, Analysen sowie Handlungsempfehlungen u. a. in Form von Fortschrittsberichten für die G7-Länder. Zunächst bis Ende 2024 fördert das BMBF das Sekretariat des Hubs in Berlin.

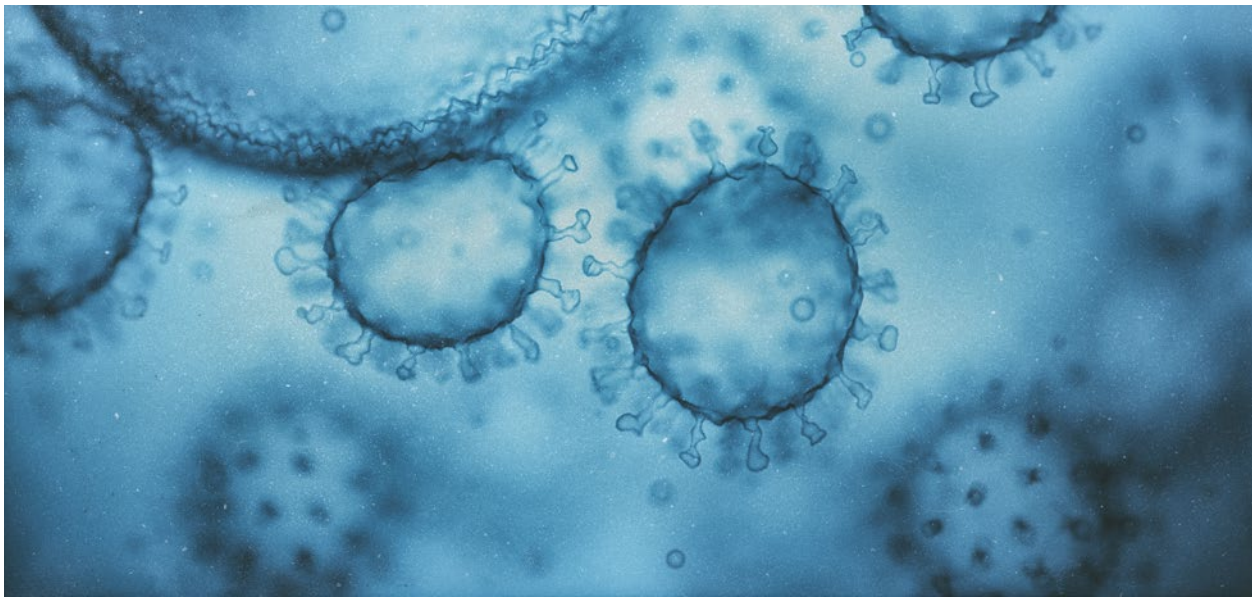
Weitere Informationen im Internet:

- Nachwuchsgruppen in der Infektionsforschung
- Innovative Wege gegen Infektionskrankheiten
- Deutsches Zentrum für Infektionsforschung (DZIF)
- Deutsche Antibiotika-Resistenzstrategie DART 2030
- JPI on Antimicrobial Resistance (engl.)
- Global AMR R&D Hub (engl.)
- Global Antibiotic Research and Development Partnership (engl.)
- Combating Antibiotic-Resistant Bacteria Biopharmaceutical Accelerator (engl.)
- UNITE4TB (engl.)

Pandemieprävention

Nur gemeinsames, international abgestimmtes Handeln kann die Weltgemeinschaft bei künftigen Pandemien wirksam schützen. Mit Blick darauf haben die sieben wichtigsten Industriestaaten (G7) Ende Mai 2022 während der deutschen G7-Präsidentschaft einen *Pact for Pandemic Readiness* beschlossen.

Die Europäische Kommission wird voraussichtlich ab 2025 eine Forschungspartnerschaft zur Pandemieprävention fördern. Ein Schwerpunkt wird darauf liegen, Forschungskapazitäten für klinische Studien auf europäischer Ebene so vorzubereiten, dass im Pandemiefall eine schnelle Durchführung klinischer Studien möglich ist. Auf deutscher Seite kann das Netzwerk Universitätsmedizin (NUM) hier einen wesentlichen Beitrag leisten (→ **IV 3.5 Digitalisierung in Gesundheitsforschung und -versorgung**). Auf europäischer Ebene wird die Partnerschaft in enger



Abstimmung mit der EU-Behörde Health Emergency Preparedness and Response (HERA) arbeiten.

Auf internationaler Ebene beteiligt sich das BMBF an der *Global Research Collaboration for Infectious Disease Preparedness (GloPID-R),* einem Zusammenschluss von Forschungsförderern. Ziel von *GloPID-R* ist es, eine abgestimmte, schnelle und wirksame Forschungsantwort auf signifikante Ausbrüche von neuen oder wiederauftretenden Infektionskrankheiten mit epidemischem und pandemischem Potenzial zu ermöglichen.

Die COVID-19-Pandemie hat gezeigt, dass globale Kooperation essenziell ist für Pandemiereaktion, aber auch -prävention. Um global auf zukünftige Pandemien besser vorbereitet zu sein, sowie deren Ausbrüche einzudämmen, beteiligt sich die Bundesregierung an den Verhandlungen zu einem internationalen Pandemieabkommen. Ziel des Abkommen ist u.a. eine bessere Surveillance und Eindämmung von Risikofaktoren, auch im Sinne des One-Health-Ansatzes.

Deutschland zählt zudem zu den Gründungsmitgliedern und größten Geldgebern der *Coalition for Epidemic Preparedness Innovations (CEPI).* Diese fördert in öffentlich-privaten Partnerschaften die Entwicklung von Impfstoffen gegen bekannte Krankheitserreger mit Pandemiepotenzial sowie von Impfstoff-Plattformen, die beim Auftreten eines bisher unbekannten pandemischen Erregers schnell angepasst werden könnten. Grundlage bildet die Liste der Erreger mit höchstem Pandemiepotenzial der Weltgesundheitsorganisation (WHO).

Die Erfahrung der COVID-19-Pandemie hat gezeigt: Um bei künftigen Epidemien und Pandemien besser gewappnet zu sein, müssen Pandemieausbrüche frühzeitig erkannt und verhindert werden. Daher betreibt die Weltgesundheitsorganisation (WHO) den *Global Hub for Pandemic and Epidemic Intelligence* am Standort Berlin. In dem Hub werden weltweit Daten erhoben, ausgewertet und aktuelle Erkenntnisse zusammengeführt, um wichtige handlungsorientierte Erkenntnisse für Regierungen und Verantwortliche weltweit abzuleiten. Für die Vorbereitung auf zukünftige Pandemien hat das BMG beim Paul-Ehrlich-Institut (PEI) das Zentrum für Pandemie-Impfstoffe und -Therapeutika (ZEPAI) errichtet. Das ZEPAI dient der Planung und Durchführung der Pandemievorsorge und -bekämpfung mit Impfstoffen und anderen Arzneimitteln.

Weitere Informationen im Internet:

- G7-Pact for Pandemic Readiness (engl.)
- EC: Health Emergency Preparedness and Response (engl.)
- Global Research Collaboration for Infectious Disease Preparedness (engl.)
- Global Health Protection Programme
- Coalition for Epidemic Preparedness Innovations (CEPI, engl.)
- WHO: Hub for Pandemic and Epidemic Intelligence (engl.)
- Zentrum für Pandemie-Impfstoffe und -Therapeutika (ZEPAI)



Kooperationen für Gesundheitsforschung, -entwicklung und -innovation mit Afrika

Das BMBF engagiert sich nachhaltig für die Stärkung von Forschung und Entwicklung zu Krankheiten in verschiedenen Ländern Subsahara-Afrikas, die vor Ort eine hohe Krankheitslast und großes Leid verursachen. Dazu gehören vernachlässigte Tropenkrankheiten, Tuberkulose, Infektionen mit antibiotikaresistenten Bakterien und Sepsis, aber auch Krebs und die Verbesserung der Jugendgesundheit.

Über die Förderinitiative *Forschungsnetzwerke für Gesundheitsinnovationen in Subsahara-Afrika (engl. Research Networks for Health Innovations in Sub-Saharan Africa; RHISSA)* unterstützt das BMBF seit 2016 afrikanisch-deutsche Forschungsnetzwerke, die exzellente Forschung betreiben, um die Krankheitslast in Subsahara-Afrika zu verringern. Ein Eckpfeiler der Maßnahme ist, wissenschaftliche Erkenntnisse z. B. zu einer besseren Diagnostik und Therapie über die Einbindung politischer Stakeholder möglichst zügig in die praktische Anwendung zu bringen.

2023 startete die zweite Förderphase der mit insgesamt mehr als 100 Mio. Euro unterstützten Maßnahme. Bis Anfang 2028 werden sechs Netzwerke in 14 Ländern Subsahara-Afrikas unterstützt. Neben der Forschung tragen die Netzwerke durch Ausbau individueller und infrastruktureller Kapazitäten vor Ort und internationale Vernetzung zum Aufbau von Forschungskompetenz in den Partnerländern bei – unter afrikanischer Leitung, am lokalen Bedarf orientiert und im Einklang mit den Gesundheitsstrategien der jeweiligen Ministerien.

Bereits seit 2011 fördert das BMBF nicht gewinnorientierte Produktentwicklungspartnerschaften (engl. Product Development Partnerships; PDPs), in denen Universitäten, Forschungseinrichtungen, Pharmafirmen und NGOs zusammenarbeiten. Ziel ist die Entwicklung von Präventionsmaßnahmen, Therapien und Diagnostika gegen vernachlässigte und armutsassoziierte Infektionskrankheiten mit besonderer Bedeutung für Länder mit geringem und mittlerem Einkommen. Die Erforschung von vernachlässigten und armutsassoziierten Infektionskrankheiten unterstützt das BMBF zudem durch die Beteiligung an der *European and Developing Countries Clinical Trials Partnership (EDCTP).*

Weitere Informationen im Internet:

- Armutsbegünstigte Krankheiten
- Armutsassoziierte Krankheiten
- Forschungsnetzwerke für Gesundheitsinnovationen in Subsahara-Afrika
- European and Developing Countries Clinical Trials Partnership (engl.)
- Global Health Protection Programme (GHPP)

3.4 Öffentliche Gesundheit (Public Health)



Gesundheit fördern, Krankheiten verhindern und Leben verlängern sind die Ziele von Forschung und Praxis zu Öffentlicher Gesundheit (Public Health). Dazu richtet die Public-Health-Forschung ihren Fokus sowohl auf die Förderung körperlicher und psychischer Gesundheit sowie die Prävention von Krankheiten als auch auf die Versorgung im Krankheitsfall, das Gesundheitsverhalten und den Einfluss der Lebensumstände oder des Versorgungssystems. Entsprechend setzt sich die Bundesregierung für die Stärkung von Versorgungs- und Pflegeforschung, eine Förderung der allgemeinen Gesundheitskompetenzen in der Bevölkerung sowie gesunde Ernährung und mehr Bewegung ein.

Weitere Informationen im Internet:

↗ NAKO Gesundheitsstudie

NAKO Gesundheitsstudie

Antworten auf komplexe Fragen zur Entstehung von Volkskrankheiten verspricht sich die Wissenschaft von der NAKO Gesundheitsstudie. Sie ist die bislang umfangreichste längsschnittliche Datenerhebung in einer großen Stichprobe der Bevölkerung in Deutschland. Seit 2014 werden 200.000 erwachsene Frauen und Männer in Deutschland über mehrere Jahrzehnte hinweg wiederholt umfassend medizinisch untersucht und befragt. Die Studie soll dazu beitragen, herauszufinden, wie häufige Krankheiten entstehen, welche Faktoren sie begünstigen oder verhindern und wie man diesen Krankheiten vorbeugen kann. Zusätzliche Sonderbefragungen zur COVID-19-Pandemie lieferten wichtige Daten u. a. zu psychosozialen Auswirkungen, möglichen Infektionen und zur medizinischen Versorgung während der Pandemie. Im Mai 2023 startete die dritte, fünfjährige Förderphase des Projektes. Die NAKO Gesundheitsstudie wird auf Basis einer Bund-Länder-Vereinbarung vom Bund, den an der Studie beteiligten Ländern und der Helmholtz-Gemeinschaft mit insgesamt bis zu 383 Mio. Euro über eine Laufzeit von 15 Jahren finanziert.

Versorgungsforschung

Damit Patientinnen und Patienten eine möglichst optimale Behandlung erhalten, adressiert die Versorgungsforschung den medizinischen Alltag sowie Organisation, Steuerung und Finanzierung der Kranken- und Gesundheitsversorgung. Ergänzend erprobt sie neue Versorgungskonzepte, die die Perspektive der Patientinnen und Patienten besonders berücksichtigen. Das *Rahmenprogramm Gesundheitsforschung* der Bundesregierung unterstreicht die Bedeutung der Versorgungsforschung deshalb noch einmal explizit. Gefördert wird die Versorgungsforschung in Bereichen der Grundlagenforschung und Methodenentwicklung, der wissenschaftliche Nachwuchs sowie durch gezielte Fördermaßnahmen forschungspolitisch besonders bedeutsame Themen.

Auch sollen die großen Potenziale der Allgemeinmedizin, der in der gesundheitlichen Versorgung eine zentrale Rolle zukommt, künftig noch stärker in die klinische Forschung einfließen. Bis 2025 fördert das BMBF über die *Initiative Deutscher Forschungspraxennetze – DESAM-ForNet* den bundesweiten Aufbau von Forschungsinfrastruktur im hausärztlichen Setting.



Mittlerweile haben sich sechs regionale Forschungspraxennetze mit 24 Universitätsstandorten und 1.360 Forschungspraxen in dieser Initiative zusammengeschlossen, bis Ende 2024 sollen es mehr als 1.700 sein.

Über die Ressortforschung fördert das BMG die Verbesserung der Arzneimittelversorgung, die Qualitätssicherung der medizinischen Versorgung, die evidenzbasierte Überprüfung von Therapieempfehlungen und deren Anpassung an den aktuellen Stand der Wissenschaft. Mit Blick auf Pflegebedürftige und Menschen mit psychischen Erkrankungen werden zahlreiche Projekte und Studien gefördert, um Prävention, Beratung und Behandlung sowie Rehabilitation zu verbessern.

Das zentrale Instrument zur Förderung neuer Versorgungsformen und Vorhaben der Versorgungsforschung ist der seit 2016 bestehende *Innovationsfonds*, der sich aus Mitteln der gesetzlichen Krankenkassen und aus dem Gesundheitsfonds speist. Mit dem vom Deutschen Bundestag im Dezember 2023 beschlossenen *Gesetz zur Beschleunigung der Digitalisierung des Gesundheitswesens (Digital-Gesetz – DigiG)* wurde der Innovationsfonds mit einem jährlichen Finanzvolumen von 200 Mio. Euro verstetigt. Davon stehen 40 Mio. Euro für Versorgungsforschung zur Verfügung. Seit Start des Fonds wurden mehr als 400 Projekte zur Versorgungsforschung gefördert. Die Ergebnisse und Erkenntnisse aus den Vorhaben werden auf ihre Eignung zur Verbesserung der Versorgung geprüft.

Die vom BMG geförderte Cochrane Deutschland Stiftung (CDS) unterstützt als deutsche Vertretung der internationalen Cochrane-Collaboration die Akteure des hiesigen Gesundheitswesens: Mit den systematischen Übersichtsarbeiten wird die gesamte wissenschaftliche Evidenz zu einer konkreten Fragestellung aus der Medizin oder anderen Gesundheitswissenschaften zusammen gefasst. Die Erkenntnisse fließen insbesondere in ärztliche Entscheidungen zu Diagnostik und Therapie und bei der Erstellung evidenzbasierter Leitlinien durch die medizinischen Fachgesellschaften ein.

Im Rahmen der *KI-Strategie* der Bundesregierung unterstützt das BMG Projekte zu Künstlicher Intelligenz (KI) im Gesundheitswesen. Bis Herbst 2025 fördert das BMG insgesamt 38 Projekte, die die breite Palette der Anwendungs- und Einsatzmöglichkeiten von KI im

Gesundheitswesen abdecken. Diese Projekte zeigen Wege auf, wie innovative Technologien dazu beitragen können, sowohl die Forschung als auch die Patientenversorgung voranzutreiben.

Weitere Informationen im Internet:

- Versorgungsforschung
- Innovationfonds und Innovationsausschuss beim G-BA
- Forschungspraxen-Netze in der Allgemeinmedizin – DESAM-ForNet
- Cochrane Deutschland Stiftung
- Digitale Innovationen für eine patientenzentrierte Gesundheitsversorgung
- Forschungsvorhaben Krebsregisterdaten

Pflegeforschung

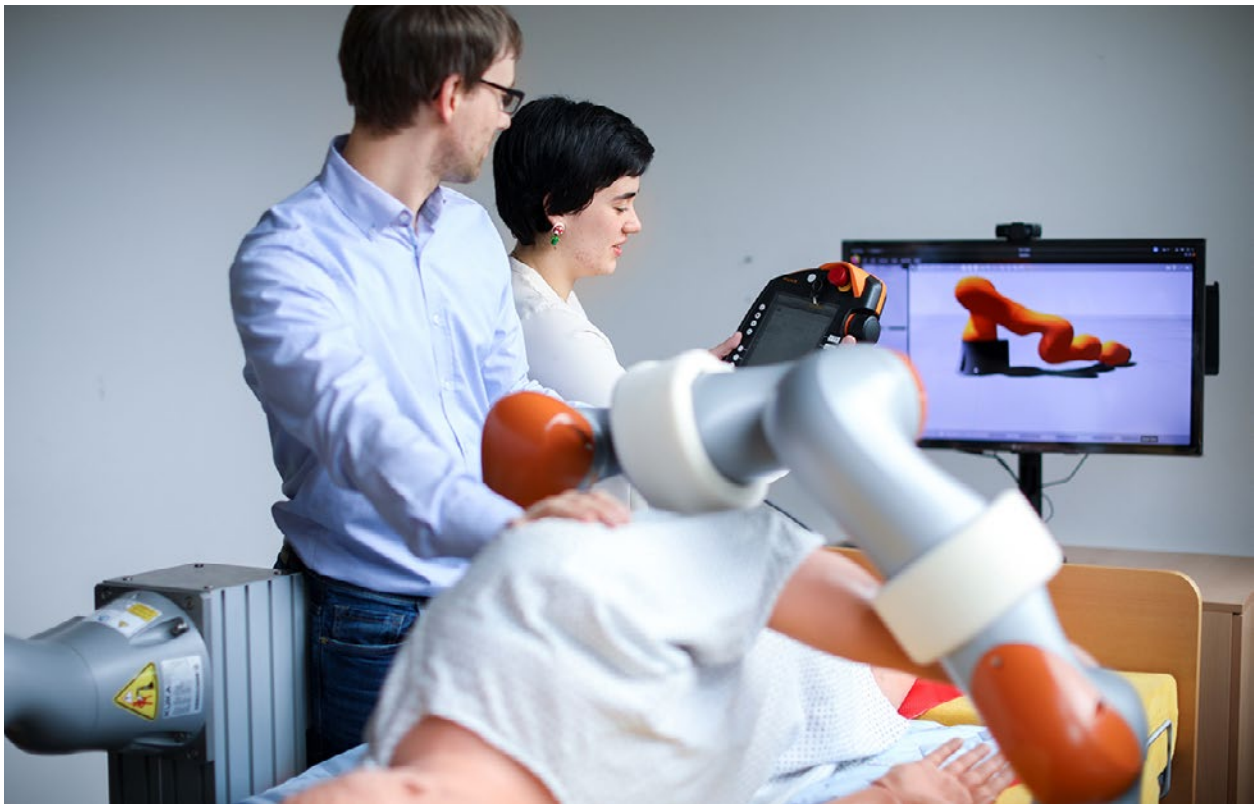
Aufgrund der steigenden Lebenserwartung und der demografischen Entwicklung werden immer mehr Menschen auf Hilfe, Betreuung und Pflege angewiesen sein – zugleich steigt der Bedarf an Pflegefachpersonen, an Betreuungskräften und weiteren Beteiligten, die an der Gestaltung des Alltags mit Pflegebedarf beteiligt sind. Zudem fühlen sich pflegende Angehörige, die einen großen Teil der Pflege und Betreuung übernehmen, zunehmend belastet. Die adäquate Pflege und Betreuung meist alter und beeinträchtigter Menschen stellt eine gesellschaftliche Herausforderung dar, deren Dimension und Relevanz durch den demografischen Wandel und veränderte Rahmenbedingungen familiärer Strukturen signifikant steigt.

Die Bundesregierung misst einer leistungsfähigen Pflegeforschung hohe Bedeutung bei, denn erst diese schafft die notwendige wissenschaftliche Grundlage, um die Qualität der Pflegepraxis gezielt und wirksam zu verbessern. Dies nimmt das BMBF mit der Förderbekanntmachung *Stärkung der Pflegeforschung* in den Blick. Ausgewählte Hochschulstandorte werden dabei unterstützt, Forschungskapazitäten zu entwickeln und auszubauen. 2024 startete die Begutachtung der in Modul 1 geförderten Professuren an zwei der ausgewählten Standorte, die in Modul 2 geförderten Projekte des wissenschaftlichen Nachwuchses in der Pflegewissenschaft laufen seit 2021.

Technische Assistenzsysteme können die Pflegearbeit in der stationären Langzeitpflege, in Krankenhäusern und im häuslichen Umfeld erheblich erleichtern: Sie bieten das Potenzial, beruflich Pflegende von Routinearbeiten zu entlasten sowie pflegende Angehörige bei der Versorgung und Pflegebedürftige in ihrer Selbstständigkeit zu unterstützen. Im Mittelpunkt der BMBF-Initiative *Pflegeinnovationen 2030* steht die Entwicklung neuer technisch-digitaler und organisatorischer Lösungen, wie z. B. die Anwendung von KI, Robotik und Datenrepositorien, die dabei helfen, Pflegebedürftige qualitativ hochwertig und bedarfsgerecht zu versorgen. Den Praxistransfer von Pflegeinnovationen förderte das BMBF bis 2024 im Rahmen des Clusters *Zukunft der Pflege*. In einem bundesweit einmaligen Pflegeinnovationszentrum und in vier Praxiszentren wurden neuartige Lösungen im Pflegealltag auf ihre Praxistauglichkeit und Wirksamkeit untersucht, um künftig technische und Soziale Innovationen eng miteinander zu verzahnen.

Ethische Fragen robotischer Pflegeassistenz

Um zu erforschen, unter welchen Bedingungen der Einsatz von sozialen Robotern in der Pflege verantwortbar oder sogar geboten ist, fördert das BMG seit 2022 das Projekt „Ethics Guidelines for Socially Assistive Robots in Elderly Care: An Empirical-Participatory Approach (E-cARE)“. Das bis 2025 laufende Projekt der Universität Potsdam soll helfen, den bedarfs- und bedürfnisgerechten sowie sicheren und sinnvollen Einsatz robotischer Assistenzsysteme im Pflegealltag zum Wohl der zu pflegenden Menschen zu gestalten. Ergebnisse sollen in einem Leitfaden als Orientierungshilfe für unterschiedliche Zielgruppen (z. B. Pflegeeinrichtungen, Patientinnen und Patienten, Angehörige) münden.



Forschung zur robotischen Unterstützung in der Pflege am OFFIS Institut für Informatik

Die Bundesregierung hat zur Fachkräftesicherung, insbesondere auch im Gesundheits- und Pflegebereich, verschiedene Maßnahmen ergriffen, um die Attraktivität von Pflegeberufen zu verbessern und die pflegerische Versorgung der Bevölkerung sicherzustellen. Das BMG hat dazu u. a. in einer Studie die Arbeitsplatzsituation in der Akut- und Langzeitpflege untersucht, um Maßnahmen zur Steigerung der Attraktivität des Arbeitsplatzes Pflege zu identifizieren und Indikatoren für gute Arbeitsbedingungen zu entwickeln. Darüber hinaus sollen die Potenziale und mögliche Anwendungsfelder der Telepflege untersucht werden.

Über die Ressortforschung des BMG werden ergänzende Maßnahmen zur Verbesserung der Situation sowohl von Pflegefachpersonen als auch von Pflegebedürftigen und ihrer Angehörigen initiiert – insbesondere zu Themen des selbstbestimmten Lebens im Pflegeheim, Kompetenzkommunikation und Wertschätzung in der Pflege sowie in der Demenzforschung. Im Rahmen des *Forschungsprogramms zur Pflegebildung und zum Pflegeberuf* vergibt und begleitet das Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) in Abstimmung mit BMG und BMFSFJ verschiedene Forschungsprojekte zur Pflegebildung und zum Pflegeberuf. Inhaltliche Schwerpunkte sind Bildungsarchitektur, Ausbildungsqualität, Transparenz und Durchlässigkeit der Bildungswege, Berufseinmündung und Bewerbendenakquise, digitaler Wandel, nachhaltige Migration und Versorgungsqualität (→ **III 4 Fachkräfte und Zukunftskompetenzen**).

Weitere Informationen im Internet:

- Cluster Zukunft der Pflege
- Pflege durch innovative Technologien erleichtern
- Repositorien und KI-Systeme im Pflegealltag nutzbar machen
- Projekt SeLeP 1.0
- Projekt KoWeP
- Forschung zur Pflegeausbildung und zum Pflegeberuf
- BMG Ressortforschung
- Pflegenetzwerk Deutschland

Stärkung der Gesundheitskompetenz

Einen besonderen Fokus legt die Bundesregierung auf die Stärkung der Gesundheits- und Patientenkompetenz der Bevölkerung. Bürgerinnen und Bürger sollen verlässliche gesundheitsbezogene Informationen leichter finden, verstehen, beurteilen und auf die eigene Lebenssituation anwenden können, insbesondere auch im digitalen Raum.

Im Rahmen der Ressortforschung des BMG wurden Studien zur Messung der Gesundheitskompetenz durchgeführt, die einen großen Handlungsbedarf aufzeigen. Besonderen Unterstützungsbedarf haben demnach insbesondere Ältere, chronisch Kranke sowie Menschen mit einem niedrigeren Bildungs- oder Einkommensstatus. Ein Schwerpunkt liegt auf der Stärkung der Gesundheitskompetenz vulnerabler Gruppen sowie medizinischer Fachkräfte, die trotz beruflicher Tätigkeit im Gesundheitswesen häufig Schwierigkeiten bei der Recherche und Auswertung relevanter Gesundheitsinformationen (z. B. Einschätzung von Risiken) haben. Erklärtes Ziel ist darüber hinaus, Organisationen gesundheitskompetent zu gestalten und die Navigation durch das Gesundheitswesen zu erleichtern.

Diesen Zielen widmet sich auch die Allianz für Gesundheitskompetenz, an der sich neben dem BMG und der Gesundheitsministerkonferenz der Länder Spitzenorganisationen der Selbstverwaltung des deutschen Gesundheitssystems beteiligen. In Abstimmung mit Repräsentantinnen und Repräsentanten aus Politik, Zivilgesellschaft, Angehörigen unterschiedlicher Gesundheitsberufe sowie Patienten- und Bürgervertretungen wurde der *Nationale Aktionsplan Gesundheitskompetenz* auf den Weg gebracht. Als wissenschaftlicher Leitfaden enthält er Empfehlungen anerkannter Expertinnen und Experten, wie die Gesundheitskompetenz in Deutschland gestärkt werden kann. Informationen zum Thema Gesundheit erhalten Bürgerinnen und Bürger zudem auf dem vom BMG entwickelten Nationalen Gesundheitsportal.

Zur Steuerung und Weiterentwicklung von Maßnahmen der Prävention führt die Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA) regelmäßig bevölkerungsweite Repräsentativerhebungen zu Wissen, Einstellungen und Verhalten sowie der Erreichbarkeit von Zielgruppen durch. Die Studien sind wichtige Datenquellen für die nationale und internationale Gesundheitsberichterstattung und damit Grundlage für politisches Handeln.

Weitere Informationen im Internet:

- Nationales Gesundheitsportal
- Messung der Gesundheitskompetenz in der Bevölkerung
- Praxisorientierte Forschung zur Gesundheitskompetenz
- Allianz für Gesundheitskompetenz
- Nationaler Aktionsplan Gesundheitskompetenz

Gesundheitsförderliche Ernährung

Die Bundesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, allen Bevölkerungsgruppen eine nachhaltige und gesundheitsförderliche Ernährung zu ermöglichen. Hierzu wurde Anfang 2024 die federführend vom BMEL betreute *Ernährungsstrategie der Bundesregierung* vom Kabinett beschlossen. Sie gibt ernährungspolitische Ziele und Leitlinien vor, definiert Handlungsfelder und enthält konkrete, möglichst messbare Maßnahmen. Bestehende Strategien und Maßnahmenpläne wie z. B. die *Nationale Strategie zur Reduzierung der Lebensmittelverschwendung*, die *Nationale Reduktions- und Innovationsstrategie für Zucker, Fette und Salz in Fertigprodukten* und der *Nationale Aktionsplan IN FORM – Deutschlands Initiative für gesunde Ernährung und mehr Bewegung* wurden in der neuen Strategie fortentwickelt (**IV 2.4 Nachhaltige Agrar- und Ernährungssysteme**).

Eingebettet in die gemeinsame europäische Programminitiative *A Healthy Diet for a Healthy Life (HDHL)* trägt die Bundesregierung über das BMBF und das BMEL dazu bei, die Entstehung und Prävention von ernährungs- und lebensstilassoziierten Erkrankungen zu erforschen. Beispiele für aktuelle Fördermaßnahmen im Rahmen von *HDHL* sind Forschungsprojekte zur innovativen Erfassung von Ernährungsverhalten und körperlicher Aktivität sowie zu innovativen ernährungsbasierten Ansätzen, die die Entwicklung eines gesunden Immunsystems unterstützen. Auch die Europäische Partnerschaft *Fostering a European Research Area for Health*

(ERA4Health), in der Deutschland über das BMBF vertreten ist, adressiert prioritäre Forschungsfelder der öffentlichen Gesundheit in Europa. Eine im Februar 2023 veröffentlichte transnationale Fördermaßnahme hat zum Ziel, die Gesundheit und das Wohlbefinden von sozioökonomisch benachteiligten Gruppen durch passgenaue Ansätze für eine langfristige Verhaltensänderung mit Blick auf eine gesunde Ernährung und körperliche Bewegung zu verbessern. Entsprechende Projekte werden seit dem Frühjahr 2024 gefördert.

Die Verringerung von durch Lebensmittel ausgelösten Allergien und Unverträglichkeiten ist ein zunehmend wichtiger Bereich, der aktuell durch fünf BMBF-geförderte Forschungsverbünde adressiert wird. Die Forschungsarbeiten der Verbünde laufen noch bis Mitte 2024 mit dem Ziel, die Erkenntnisse zu biomedizinischen Ursachen von Nahrungsmittelallergien und -unverträglichkeiten zu vertiefen, neue diagnostische Marker und Methoden zu erforschen sowie neue Therapiekonzepte zu entwickeln. Ergänzende Aspekte werden in der parallel laufenden transnationalen Förderrichtlinie zum Einfluss der Zusammensetzung und Verarbeitung von Lebensmitteln auf Nahrungsmittelunverträglichkeiten aufgegriffen.

Weitere Informationen im Internet:

- Nationaler Aktionsplan IN FORM
- Gesunde Ernährung, sichere Lebensmittel
- Nationale Reduktions- und Innovationsstrategie für Zucker, Fette und Salz in Fertigprodukten
- Ernährungsstrategie
- Joint Programming Initiative A Healthy Diet for a Healthy Life (engl.)

Sport- und Bewegungsförderung

Für einen Teil der Bevölkerung gehören Bewegung im Alltag sowie aktives Sporttreiben bereits heute zu einer gesundheitsbewussten Lebensgestaltung. Denn neben der Vermittlung von Werten wie Vielfalt, Toleranz, Teamgeist und Engagement haben Sport und Bewegung einen positiven Einfluss auf die körperliche und psychische Gesundheit jedes Einzelnen. Bewegungsmangel gilt als ein zentraler Risikofaktor für die



Entstehung vieler lebensstilassoziierter Krankheiten wie Herz-Kreislauf-Erkrankungen, Diabetes Typ II, Krebs oder Gelenk- und Rückenleiden.

Es ist daher das erklärte Ziel der Bundesregierung, noch mehr Menschen zu mehr körperlicher Aktivität zu motivieren. Die Nationalen Empfehlungen für Bewegung und Bewegungsförderung liefern dafür die wissenschaftlichen Grundlagen. Im Rahmen des *Nationalen Aktionsplans IN FORM* fördert das BMG praxisnahe Projekte zur Implementierung von Maßnahmen der Bewegungsförderung. Zudem wird ein breites Angebot an Informationsmaterialien rund um das Thema Bewegung und Gesundheit zur Verfügung gestellt.

Vor dem Hintergrund des Rückgangs der körperlichen Aktivitäten im Zuge der Eindämmungsmaßnahmen bei der COVID-19-Pandemie hat die BZgA zahlreiche Aufklärungsmaßnahmen für unterschiedliche Altersgruppen, insbesondere ältere Menschen und Kinder, um Aspekte der Bewegungsförderung erweitert. Das BMI förderte zudem bis Ende 2023 mit 25 Mio. Euro das Programm *ReStart – Sport bewegt Deutschland* des Deutschen Olympischen Sportbundes (DOSB), um nach der COVID-19-Pandemie wieder mehr Menschen für Vereinssport zu begeistern und die Vereinsentwicklung zu unterstützen. Auch der im März 2024 ausgerichtete zweite Bewegungsgipfel hatte das Ziel, wieder mehr Menschen für Bewegung zu motivieren (→ **Infobox: Zweiter Bewegungsgipfel der Bundesregierung**).

Zweiter Bewegungsgipfel der Bundesregierung

Starke Impulse für Sport und Bewegung in Deutschland – dieses Ziel verfolgen BMI und BMG mit dem im März 2024 veranstalteten zweiten Bewegungsgipfel in Berlin. Mit hochrangigen Vertreterinnen und Vertretern von Bund, Ländern und kommunalen Spitzenverbänden sowie des organisierten Sports wurden dabei die Ergebnisse des „Runden Tisches Bewegung und Gesundheit“ (Federführung: BMG), die im Konsenspapier zusammengefasst sind, sowie des Entwicklungsplans Sport (Federführung: BMI) diskutiert. Auf Grundlage der Ergebnisse und der Beratungen beim Bewegungsgipfel werden die Initiativen zur Stärkung von Bewegung und für eine bewegungsfreundliche Politik weiter vorangetrieben und vereinbarte Maßnahmen sowie empfohlene Ansätze umgesetzt und in die Breite getragen.

Das Bundesinstitut für Sportwissenschaft (BISp) spielt als Ressortforschungseinrichtung des BMI eine besondere Rolle in der Forschungsförderung, im Wissensmanagement, in der Politikberatung und der Vernetzung. Es nimmt eine Schnittstellenfunktion zwischen Akteurinnen und Akteuren aus Sport, Wissenschaft und Politik ein, identifiziert Forschungsbedarfe, initiiert und koordiniert Forschungsvorhaben und leistet eine Analyse dieser Ergebnisse. Das BISp vergibt jährlich Förderungen an FuE-Projekte, die anwendungsbezogenes Wissen gewinnen, evaluieren und in die Praxis transferieren.

Weitere Informationen im Internet:

- BZgA: Nationale Empfehlungen für Bewegung und Bewegungsförderung
- Nationaler Aktionsplan IN FORM
- Bewegung und Bewegungsförderung
- Nationale Sportpolitik
- 15. Sportbericht der Bundesregierung
- Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA)
- Bundesinstitut für Sportwissenschaften (BISp)
- Deutscher Olympischer Sportbund (DOSB)
- Bewegungsgipfel 2024

3.5 Digitalisierung in Gesundheitsforschung und -versorgung

Die Digitalisierung verändert Gesundheitsforschung und Gesundheitsversorgung grundlegend. Digitale Technologien und Innovationen können Diagnostik, Therapien, Prävention und Pflege verbessern und eröffnen neue Potenziale für die Gesundheitsforschung und -wirtschaft. Die sichere Speicherung, Nutzung und der Austausch von Gesundheitsdaten erlauben immer tiefere Einblicke in die komplexen Ursachen der Entstehung, Ausbreitung und Heilung von Krankheiten. Diese und weitere Aspekte werden auch in der im März 2023 durch das BMG veröffentlichten *Digitalisierungsstrategie für das Gesundheitswesen und die Pflege* adressiert.



Ein Akteur im Feld der digitalen und datenbasierten Gesundheitsforschung sind die Universitätskliniken: Sie sind die Orte, an denen exzellente Forschung und Versorgung besonders eng beieinander liegen und Forschende sowie Praktizierende voneinander lernen können – eine wesentliche Voraussetzung für Durchbrüche in der Forschung und Verbesserungen in der Gesundheitsversorgung.

Den digitalen Wandel in der Medizin und Pflege, der auch durch den Einsatz von auf KI basierenden Methoden vorangetrieben wird, begleitet die Bundesregierung mit einer passgenauen Forschungsförderung. Im *Rahmenprogramm Gesundheitsforschung* und dem 2021 veröffentlichten *Addendum zur COVID-19-Forschung* ist die Digitalisierung als Leitlinie verankert, die sämtliche Handlungsfelder der Gesundheitsforschung durchdringt.

Weitere Informationen im Internet:

- Digitalisierungsstrategie für das Gesundheitswesen und die Pflege
- Zentrum für Künstliche Intelligenz in der Public Health-Forschung

Zentrum für Künstliche Intelligenz in der Public Health-Forschung

Das BMG hat mit dem Zentrum für Künstliche Intelligenz in der Public Health-Forschung (ZKI-PH) am Standort Wildau ein weltweit einzigartiges Zentrum für Methodenkompetenz beim Robert Koch-Institut (RKI) aufgebaut. Am ZKI-PH werden die Themengebiete Bioinformatik, Digitale Epidemiologie, moderne Datenvisualisierung sowie Big-Data- und Systemanalyse mit den zentralen methodischen Bausteinen des maschinellen Lernens, der KI, der Entscheidungsforschung sowie der Entwicklung realistischer Computersimulationen im Bereich der Public Health-Forschung verbunden und in internationale Forschungsnetzwerke wie dem European Laboratory for Learning and Intelligent Systems (ELLIS) eingebracht.

Gesundheitsdatennutzungsgesetz (GDNG)

Mit dem im Dezember 2023 vom Bundestag beschlossenen *Gesetz zur verbesserten Nutzung von Gesundheitsdaten (Gesundheitsdatennutzungsgesetz – GDNG)* sollen Gesundheitsdaten für die Forschung erschlossen werden. Kern des Gesetzes ist die erleichterte Nutzbarkeit von Gesundheitsdaten für gemeinwohlorientierte Zwecke. Das *GDNG* bereitet die Umsetzung des Europäischen Raums für Gesundheitsdaten (European Health Data Space, EHDS) in Deutschland vor. Mit der Schaffung des EHDS wird u. a. die Vernetzung zwischen den EU-Mitgliedstaaten und die Sekundärnutzung von Gesundheitsdaten erleichtert.

Dazu wird u. a. die dezentrale Gesundheitsdateninfrastruktur mit dem Aufbau einer zentralen Datenzugangs- und Koordinierungsstelle (DZKS) für Gesundheitsdaten beim Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) weiter ausgebaut. Die DZKS soll bürokratische Hürden abbauen, den Zugang zu Forschungsdaten erleichtern und soll als zentrale Anlaufstelle für Datennutzende fungieren. Darüber hinaus werden zahlreiche weitere Maßnahmen getroffen, die Forschung mit Gesundheitsdaten ermöglichen bzw. vereinfachen. Beispielsweise wird datenverarbeitenden Gesundheitseinrichtungen die Nutzung von eigenen Daten für Forschungszwecke umfangreich und unbürokratisch ermöglicht.



Das ebenfalls beim BfArM angegliederte Forschungsdatenzentrum Gesundheit (FDZ Gesundheit) wird es Nutzungsberechtigten ermöglichen, Abrechnungsdaten der gesetzlichen Krankenversicherung und Daten aus den elektronischen Patientenakten (ePA) für bestimmte Zwecke, insbesondere für die wissenschaftliche Forschung und die Weiterentwicklung des Gesundheitswesens, auszuwerten. Das FDZ Gesundheit wird im *GDNG* weiterentwickelt. Für die Freigabe von Daten aus der elektronischen Patientenakte an das FDZ gilt zukünftig ein Opt-Out-Verfahren. Im *GDNG* wird zudem ein Forschungsgeheimnis bei der Nutzung von Gesundheitsdaten eingeführt. Bei Verletzung dieser Geheimhaltungspflichten greift eine strafrechtliche Sanktionierung.

Weitere Informationen im Internet:

- ↗ Gesundheitsdatennutzungsgesetz (GDNG)
- ↗ Europäischer Raum für Gesundheitsdaten (EHDS)
- ↗ Forschungsdatenzentrum Gesundheit

Medizininformatik-Initiative

Ein Motor des digitalen Wandels in der Medizin ist die langfristig angelegte *Medizininformatik-Initiative (MII)* der Bundesregierung: Gemeinsam mit ihren *Digitalen FortschrittsHubs Gesundheit* ist sie eine Vorreiterin für die standort- und sektorenübergreifende Nutzung digitaler Gesundheitsdaten in der Forschung.

In der durch das BMBF mit mehr als 480 Mio. Euro geförderten *MII* arbeiten alle Universitätskliniken in Deutschland in vier Konsortien aus Wissenschaft, Wirtschaft und Versorgung zusammen. Gemeinsam mit dem Netzwerk Universitätsmedizin (NUM) hat die *MII* dezentrale, gut vernetzte Dateninfrastrukturen an den Universitätskliniken aufgebaut und entwickelt diese stetig weiter. Das verbessert die datengetriebene Gesundheitsforschung und gleichzeitig die Versorgung von Patientinnen und Patienten: In klinischen Anwendungsfällen werden z. B. digitale Lösungen entwickelt, die vor unerwünschten Nebenwirkungen bei der Gabe mehrerer Arzneimittel warnen oder Ärztinnen und Ärzten den Austausch von Daten aus unterschiedlichen Quellen ermöglichen, um gemeinsam die erfolgversprechendste Therapieentscheidung zu treffen.



Seit Mai 2023 besteht mit dem Deutschen Forschungsdatenportal für Gesundheit (FDPG) eine zentrale Anlaufstelle, über die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler einen Zugang zu den an den Universitätskliniken erhobenen Daten von Patientinnen und Patienten und Bioproben für medizinische Forschungszwecke beantragen können. Zugleich richtet sich das FDPG an Bürgerinnen und Bürger, indem es transparent macht, welche Projekte mit den freigegebenen Patientendaten forschen und welche Ergebnisse dabei erzielt wurden. Das Portal wird im Rahmen der *MII* entwickelt und betrieben.

Die *Digitalen FortschrittsHubs Gesundheit* flankieren die *MII* seit 2021. Hier vernetzen sich die Datenintegrationszentren der Universitätskliniken, in denen die digitalen Daten und Dienste für die vernetzte Forschung gebündelt werden, mit regionalen Partnern – darunter regionale Krankenhäuser, Arztpraxen, Rehabilitations- und Pflegeeinrichtungen sowie Rettungsdienste. In Pilotprojekten zeigen sie, wie sektorübergreifende und forschungskompatible Vernetzung von Gesundheitsdaten auf der regionalen Versorgungsebene erfolgreich umgesetzt werden kann.

Im Rahmen der Förderrichtlinie *KI-basierte Assistenzsysteme für prozessbegleitende Gesundheitsanwendungen* fördert das BMBF zudem seit 2022 insgesamt 14 FuE-Projekte, die medizinische oder administrative Abläufe in Krankenhäusern mit Methoden der KI unterstützen. Ziel ist insbesondere die Entlastung des medizinischen Fachpersonals bei repetitiven Aufgaben wie Dokumentation, Koordination und Planung.

Weitere Informationen im Internet:

- Medizininformatik
- Medizininformatik-Initiative (MII)
- Netzwerk Universitätsmedizin (NUM)
- Deutsches Forschungsdatenportal für Gesundheit (FDPG)
- KI-basierte Assistenzsysteme für prozessbegleitende Gesundheitsanwendungen

Netzwerk Universitätsmedizin (NUM)

Zunächst mit dem Ziel einer möglichst optimalen Versorgung von an COVID-19 Erkrankten haben sich die deutschen Universitätskliniken im Zuge der Pandemie im Netzwerk Universitätsmedizin (NUM) zusammengeschlossen. Um die wissenschaftliche Qualität der Universitätsmedizin weiter zu steigern, ist die Vernetzung der Universitätsmedizin essenziell. Zudem wird durch das NUM eine bessere Pandemievorsorge möglich sein und die Leistungsfähigkeit Deutschlands bei der Durchführung klinischer Studien gestärkt.

Ein besonderer Fokus des NUM liegt auf der schnellen und einheitlichen Erfassung und Zusammenführung medizinischer Daten. Hierfür wurden entsprechende Infrastrukturen aufgebaut, die die standortübergreifende Kooperation und Vernetzung der Universitätsmedizin langfristig verbessern. Mit der Forschungsdaten-Infrastruktur des NUM wurden wichtige Voraussetzungen geschaffen, damit das deutsche Gesundheitssystem auf mögliche künftige Pandemien und Krisen besser vorbereitet ist und die medizinische Forschung schnell und effizient mit Daten unterstützen und vorantreiben kann.

Die standortübergreifende Vernetzung der Universitätsmedizin in Deutschland, auch auf dem Gebiet der Informationstechnologie, ist für die zukunftsorientierte Patientenversorgung und innovative medizinische Forschung von grundlegender Bedeutung. Die in der *MII* aufgebauten und den Universitätskliniken



angegliederten Datenintegrationszentren (DIZ) sind ein Kernelement für die standortübergreifende Datennutzung zwischen Krankenversorgung und Forschung. Seit Anfang 2023 sind die DIZ ein fester Bestandteil der Forschungsdaten-Infrastruktur des NUM. In diesen werden Forschungs- und Versorgungsdaten der Universitätsmedizin zusammengeführt und unter Sicherstellung von Datenschutz und Datenqualität für die medizinische Forschung bereitgestellt.

Mit dem NUM werden die strukturellen Voraussetzungen für eine möglichst optimale klinische Forschung innerhalb der Hochschulmedizin geschaffen. Für das mit insgesamt 390 Mio. Euro geförderte Netzwerk ist nach Abschluss der aktuellen Förderphase 2025 eine weitere Förderung und Verstetigung geplant. Zudem ist eine Anbindung der universitären Dateninfrastrukturen an den Europäischen Gesundheitsdatenraum EHDS vorgesehen.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Netzwerk Universitätsmedizin (NUM)
↗ Datenintegrationszentren (DIZ)

Digitale Medizintechnik und Digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA)

Neue Möglichkeiten bei der Versorgung von Patientinnen und Patienten, die von der Diagnose und Therapie über die Überwachung und Nachsorge reichen, eröffnen sich mit der Digitalisierung der Medizintechnik. Im Rahmen des BMBF-Fachprogramms Medizintechnik und insbesondere der Fördermaßnahme *Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung* treiben industriegeführte Verbünde die Entwicklung von neuen, marktfähigen digitalen Medizintechniklösungen voran, darunter zahlreiche, in denen Methoden der KI eingesetzt werden. Mit dem Ziel, durch datengetriebene Entscheidungs- und Unterstützungssysteme medizinische Behandlungen zum Wohl von Patientinnen und Patienten weiter zu verbessern, wird der BMBF-Förderschwerpunkt zur digitalen Medizintechnik und KI durch eine spezifische Fördermaßnahme vertieft. Mit dem Programm *Miteinander durch Innovation – Interaktive Technologien für Gesundheit und Lebensqualität* nimmt die Bundesregierung zudem FuE-Projekte in den Blick, die Verbesserungen in der Gesundheitsversorgung und in der Pflege zum Ziel haben. Bis 2025 werden für dieses Programm insgesamt rund 370 Mio. Euro bereitgestellt.

Deutschland hat bei der strukturierten und qualitätsorientierten Einbindung digitaler Versorgungsangebote eine vielbeachtete internationale Vorreiterrolle. Digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA) haben sich inzwischen in vielen Bereichen der medizinischen Versorgung etabliert und unterstützen bei der Diagnostik und Behandlung von Erkrankungen wie Diabetes, Depression oder Panikstörungen. DiGA können beispielsweise als Webanwendung oder Smartphone-App konzipiert sein. Das Bundesinstitut für Arzneimittel und Medizinprodukte (BfArM) prüft die Anwendungen mit Blick auf Sicherheit, Qualität, Datenschutz, Datensicherheit und einen nachzuweisenden positiven Versorgungseffekt. Mit dem vom Deutschen Bundestag im Dezember 2023 beschlossenen *Gesetz zur Beschleunigung der Digitalisierung des Gesundheitswesens (Digital-Gesetz – DigiG)* werden DiGA weiter in die Versorgung integriert und auf weitere Versorgungsszenarien wie telemedizinisches Monitoring oder hybride Versorgungsansätze ausgeweitet. Mit der erfolgsorientierten Vergütung entsprechender Ansätze und einer anwendungsbegleitenden Erfolgsmessung als deren Grundlage leistet Deutschland im Bereich der digitalen Versorgungsangebote erneut Pionierarbeit.

Auch im BMG-Forschungsschwerpunkt *Digitale Innovationen für eine patientenzentrierte Versorgung* steht der konkrete Nutzen von KI-gestützten Verfahren und Methoden für eine bessere Patientenversorgung im Vordergrund. Hier werden Projekte über vier Module gefördert: smarte Sensorik, smarte Datennutzung, smarte Algorithmen und Expertensysteme und smarte Kommunikation. Ein wichtiger Aspekt der geförderten Projekte ist es, große Mengen unterschiedlicher Daten sowie Datenbestände und verteilt vorliegendes Wissen zusammenzuführen und nutzbar zu machen. Die entsprechenden KI-Anwendungen werden in der Praxis erprobt und getestet. Dadurch werden Erkenntnisse gewonnen, die Ärztinnen und Ärzte bei ihren Entscheidungen unterstützen und die Patientenversorgung verbessern.

Für eine stärkere Praxisanwendung digitaler Lösungen initiierte das BMG die bis Ende 2022 angelegte *Zukunftsregion Digitale Gesundheit (ZDG).* An Standorten in der Region Berlin-Brandenburg wurden in Modellvorhaben digitale Lösungen und Prozesse für unterschiedlichste Einsatzgebiete im praktischen Versorgungsalltag erprobt – darunter auch Apps, die Patientinnen und Patienten sowie pflegende Angehörige beim Umgang mit ihrer Erkrankung bzw. bei der Organisation des Pflegealltags unterstützen sollen. Darüber hinaus werden über die 2022 veröffentlichte Bekanntmachung *Experimentelle Pilotvorhaben zur Verbesserung der Gesundheitsversorgung, Rehabilitation und Pflege* Projekte mit kurzer Laufzeit gefördert, die Erkenntnisse zu digital gestützten effizienten und zukunftsfähigen Versorgungsmodellen generieren.

Weitere Informationen im Internet:

- Medizintechnische Lösungen für eine digitale Gesundheitsversorgung
- Optimale Therapien durch datengetriebene Entscheidungs- und Unterstützungssysteme
- Interaktive Technologien für Gesundheit und Lebensqualität
- Digital-Gesetz
- Digitale Innovationen für eine patientenzentrierte Gesundheitsversorgung
- Zukunftsregion Digitale Gesundheit

Systemmedizin

Als zentrales Element der datenbasierten Medizin hat sich die Systemmedizin etabliert. Sie verbindet rechnergestützte Modellierung mit biomedizinischer Forschung, um Krankheiten zugrundeliegende Mechanismen als Ganzes zu verstehen und innovative Verfahren für eine bessere Diagnostik, Therapie und Prävention zu ermöglichen.

Der Forschungsansatz der Systemmedizin ist ganz auf die Komplexität des menschlichen Organismus und seiner vielfältigen Erkrankungen ausgerichtet. Er sammelt, verknüpft und analysiert Daten aus so unterschiedlichen Bereichen wie individuellen medizinischen Behandlungsverläufen, Genom- und Transkriptom-Sequenzierungen oder der medizinischen Bildgebung. Zunehmend werden dabei biomedizinische Daten hochpräzise bis auf die Ebene der Einzelzelle verfügbar. Eine besondere Chance, aber auch Herausforderung liegt damit in der komplexen systemischen Analyse dieser umfangreichen Datensätze. Sie kann nur unter Einsatz hochinnovativer Ansätze des Datenteilens und Datenanalysierens angegangen werden.

Das BMBF hat den Aufbau dieses Forschungsfeldes durch das Förderkonzept *e:Med – Maßnahmen zur Etablierung der Systemmedizin* bislang mit mehr als 340 Mio. Euro unterstützt. Aktuelle Förderschwerpunkte umfassen *Demonstratoren zur Individualisierten Medizin, Juniorverbünde in der Systemmedizin* sowie *Systemmedizinische Forschungsverbünde*. Um den Austausch zwischen Fachdisziplinen zu stärken und junge Forschende frühzeitig an den interdisziplinären Ansatz der Systemmedizin heranzuführen, wurden zudem *Interdisziplinäre Summer Schools in der Systemmedizin* gefördert.

Im Forschungsnetz LiSyM-Krebs wird der Einsatz systemmedizinischer Modelle für die klinische Forschung demonstriert. Hierzu werden die verschiedenen systemmedizinischen Expertisen mit behandelnden Ärztinnen und Ärzten zusammengebracht, um Wege zu einer verbesserten Frühdiagnose von Leberkrebs erforschen und effektivere Präventionsmöglichkeiten entwickeln zu können.

Die Förderungen zu *Computational Life Sciences* umfassen die Gesamtheit von Methoden und Techniken aus den Bereichen Bioinformatik, Modellierung und Simulation, maschinellem Lernen und Künstlicher Intelligenz sowie unterstützender Bereiche, die im Umfeld der Lebenswissenschaften eingesetzt werden. Aufgrund der teils enormen Zunahme der digitalisierten Daten in der lebenswissenschaftlichen und medizinischen Forschung werden innovative Methoden und Softwarewerkzeuge zur Analyse, Interpretation und Nutzbarmachung dieser Daten benötigt. Bis 2027 sollen hierfür insgesamt rund 60 Mio. Euro bereitgestellt werden.

Mit der Förderung von *Forschungskernen für Massenspektrometrie in der Systemmedizin* werden durch eine interdisziplinäre Vernetzung Grundlagen geschaffen, um modernste Analysemethoden der Massenspektrometrie auf breiter Basis in der klinisch orientierten Forschung anwenden zu können. So können bereits zu sehr frühen Zeitpunkten durch die Kombination mit KI-basierten Vorhersagealgorithmen für komplexe Krankheitsverläufe hochpräzise und nebenwirkungsarme Diagnosen erstellt werden, die eine verbesserte personalisierte Medizin ermöglichen. Gerade auch beim gleichzeitigen Vorliegen mehrerer Krankheiten, wie es etwa bei älteren Menschen oft der Fall ist, können individuell zugeschnittene Therapien deutlich effektiver gestaltet werden.

Interdisziplinäre Zusammenarbeit prägt auch das Modellierungsnetz für schwere Infektionskrankheiten (MONID). Das BMBF fördert damit interdisziplinäre Forschungsprojekte bis 2025 mit insgesamt mehr als 15 Mio. Euro. Die Expertise von Forschenden zu virologischen, infektiologischen, epidemiologischen, mathematischen, statistischen, medizininformatischen, psychologischen und sozialwissenschaftlichen Fragen werden so nutzbringend auch mit dem Einsatz von KI kombiniert.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Systemmedizin
↗ Lebenswissenschaftliche Grundlagenforschung
↗ Computational Life Sciences

3.6 Biotechnologie und Bioethik



Eine Mitarbeiterin an einem 3-D-Biodrucker im NMI Naturwissenschaftlichen und Medizinischen Institut an der Universität Tübingen

Die Biotechnologie zählt zu den Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts – nicht zuletzt der erste in der EU zugelassene, in Deutschland entwickelte mRNA-Impfstoff gegen COVID-19 zeugt von ihrem Innovationspotenzial. In der Biotechnologie stehen mehrere Technologien mit erheblichem Disruptionspotenzial an der Schwelle zum Transfer. Ein wichtiges Zukunftsfeld in dem Bereich ist beispielsweise die Gen- und Zelltherapie. Der zunehmende Einsatz der biotechnologischen Methoden des Genome-Editings, wie die Genschere CRISPR/Cas, eröffnen erhebliche Entwicklungs- und Anwendungspotenziale und die Möglichkeit, Erkrankungen künftig gezielter und schonender zu behandeln oder sogar heilen zu können. Um die Forschungseinrichtungen und Unternehmen am Biotech-Standort Deutschland noch besser für diesen zu erwartenden Umbruch in der Medizin zu rüsten, stärkt die Bundesregierung diesen Bereich über eine strategische Förderung. Ziel ist es, international einer der führenden Standorte für Biotechnologie zu werden.

Zu den Aufgaben einer innovationsorientierten Forschungspolitik gehört auch, neue ethische und gesellschaftliche Fragen zu berücksichtigen, die sich mit wissenschaftlichen und technologischen Fortschritten ergeben. Es gilt, die nationalen und internationalen Diskussionsprozesse dazu frühzeitig wissenschaftlich zu untermauern und zu begleiten. Eine frühzeitige Erforschung ethischer, rechtlicher und sozialer Aspekte innovativer Technologien unterstützt zudem die bedarfsgerechte Forschung und Entwicklung und somit die Translation von Forschungsergebnissen in die Praxis.

Molekularmedizin/Biomedizin

Im Rahmen der europäischen Zusammenarbeit macht sich die European Molecular Biology Conference (EMBC) die Weiterentwicklung der molekularbiologischen Forschung zur Aufgabe und schafft einen grenzüberschreitenden Rahmen für Kooperationen. Die EMBC trägt wesentlich dazu bei, europäische Talente auszubilden und umfassend zu unterstützen sowie modernste Herangehensweisen in der Molekularbiologie zu fördern. Mit ihrer Umsetzung wurde die European Molecular Biology Organization (EMBO) beauftragt, die als Vereinigung europäischer Spitzenforscherinnen und Spitzenforscher aktuell mehr als 1.700 Mitglieder zählt. Das European Molecular Biology Laboratory (EMBL) in Heidelberg rangiert unter den weltweit führenden biomedizinischen Forschungseinrichtungen der Grundlagenforschung und wird zurzeit von 28 Staaten finanziert. Deutschland zählt zu den zehn Gründungsmitgliedern und ist Hauptbeitragszahler.

BBMRI – Europäische Forschungsinfrastruktur für Biobanking

Ein umfassender Zugang zu human-biologischen Daten und Proben erlaubt neue Ansätze für Innovationen in der personalisierten Medizin und erleichtert die Entwicklung von Biomarkern, Diagnostika und Therapeutika. In Biobanken werden die dazu benötigten Proben gesammelt und gelagert: menschliche Zellen, Gewebe, Blut und weitere biomolekulare Ressourcen. Die Biobanking and Biomolecular Resources Research Infrastructure (BBMRI) bringt alle in diesem Feld wichtigen Akteure aus der Forschung, dem Biobanking, der Industrie und von Patientenorganisationen zusammen. Ziel ist der europaweite Zugang zu qualitativ hochwertigen und leistungsfähigen Biobanken. Das BBMRI leistet dazu auch in ethischen, rechtlichen und gesellschaftlichen Fragen Unterstützung. Dem Konsortium gehören aktuell 19 Mitgliedsländer und fünf Länder mit Beobachterstatus an.



Kryokonservierung von Zellen und Gewebe im Stickstofflagertank

Weitere Informationen im Internet:

- European Molecular Biology Organization (EMBO, engl.)
- European Molecular Biology Conference (EMBC, engl.)
- European Molecular Biology Laboratory (EMBL, engl.)
- Biobanking and Biomolecular Resources Research Infrastructure (BBMRRI, engl.)

Genomsequenzierung, Genommedizin

Der sichere Zugang zu genomischen in Verbindung mit klinischen Daten besitzt großes Potenzial für eine bessere Forschung, personalisierte Gesundheitsversorgung oder die Prävention von Krankheiten. Die *1+ Million Genomes-Initiative* soll – unter der Beteiligung von insgesamt 25 Staaten der EU sowie des Vereinigten Königreichs und Norwegen – den grenzüberschreitenden Zugang zu mindestens einer Million kompletten Genomsequenzen und weiteren Gesundheitsdaten ermöglichen. Dazu führt die Initiative Daten aus regionalen, nationalen und themenspezifischen internationalen Projekten systematisch zusammen. Der umfassende Datenbestand wird zu einem tieferen Verständnis von Krankheitsmechanismen beitragen und neue Wege für die Diagnostik, Prävention und personalisierte Behandlung aufzeigen. Hierfür notwendige Infrastrukturen werden im Rahmen des Vorhabens „Genomic Data Infrastructure“ aufgebaut (→ **IV 3.2 Personalisierte Medizin und Translationsforschung**).

Im Rahmen der *Nationalen Strategie für Genommedizin (genomDE)* des BMG sollen den Patientinnen und Patienten die Vorteile der Genommedizin langfristig zugänglich gemacht werden. Mit dem Start der Initiative *genomDE* 2021 wurde die Konzipierung und Pilotierung einer entsprechenden Plattform, die den Aufbau und die Vernetzung von Versorgungsstrukturen sowie die Etablierung von Standards in den Sequenzierungstechnologien mit einbezieht, vorangetrieben.

Mit dem ebenfalls 2021 verabschiedeten Gesetz zur Weiterentwicklung der Gesundheitsversorgung wurde ein Modellvorhaben zur umfassenden Diagnostik und Therapiefindung mittels Genomsequenzierung sowohl bei Seltenen als auch bei onkologischen Erkrankungen in § 64e Fünftes Buch, Sozialgesetzbuch aufgenommen. Mit dem *Gesundheitsdatennutzungsgesetz (GDNG)* wurden für das Modellvorhaben Anpassungen für eine dezentrale Dateninfrastruktur vorgenommen und eine einwilligungsbasierte Daten-

nutzung zusätzlich auch für die private Forschung ermöglicht. Das Modellvorhaben startet 2024. Als Träger der Dateninfrastruktur des Modellvorhabens nimmt das BfArM eine Qualitätssicherung der Daten vor, macht diese für Nutzungsberechtigte zugänglich und fördert deren wissenschaftliche Erschließung.

Darüber hinaus wird eine europäische Anbindung des Modellvorhabens über die europäische Genomdateninfrastruktur (Genomic Data Intrastructure; GDI) im Einklang mit dem europäischen Gesundheitsdatenraum vorbereitet.

Weitere Informationen im Internet:

- 1+ Million Genomes Initiative (engl.)
- European Genomic Data Infrastructure (GDI, engl.)
- Nationale Strategie für Genommedizin

ELSA-Forschung: ethische, rechtliche und soziale Fragen

Neue Erkenntnisse in den Lebenswissenschaften tragen wesentlich dazu bei, große gesellschaftliche Herausforderungen zu lösen. Zugleich berühren die daraus entstehenden Innovationen häufig besonders sensible Bereiche und werfen bedeutsame ethische, rechtliche und gesellschaftliche Fragen (engl. ethical, legal and social aspects; ELSA) auf. Auch systemische Veränderungen oder Entwicklungen wie der Klimawandel oder Pandemien können die Lebenswissenschaften betreffen und werden von der ELSA-Forschung adressiert.



Die ELSA-Forschung liefert wissenschaftliche Grundlagen zu möglichen Auswirkungen lebenswissenschaftlicher FuE. Ihre Ergebnisse fließen in den gesellschaftlichen Diskurs ein, sind entscheidend für ärztliches Handeln, stoßen weitere FuE an oder begründen Entscheidungen der Politik bzw. des Gesetzgebers. Die ELSA-Forschung ist durch eine enge interdisziplinäre Zusammenarbeit u. a. zwischen Vertreterinnen und Vertretern der Geistes- und Sozialwissenschaften, der Lebenswissenschaften, der Ingenieurwissenschaften, der Rechtswissenschaften sowie der Öffentlichkeit gekennzeichnet.

In den vergangenen Jahren erbrachten neue Technologien aufsehenerregende Durchbrüche beispielsweise in der Stammzellforschung: So gelang es, aus Stammzellen von Mäusen, Affen und Menschen künstliche Embryoide herzustellen, die für Forschung in der Entwicklungsbiologie eingesetzt werden. Um hier nicht den Anschluss an die internationale Forschung zu verlieren, gilt es, die Perspektiven der modernen Medizin und ihre Rahmenbedingungen in Deutschland zu reflektieren sowie in wissenschaftlicher, ethischer und rechtlicher Hinsicht zu bewerten – auch mit Blick auf die Forschung an frühen humanen Embryonen in vitro und neuartigen Zellstrukturen. Dazu leistete eine im Oktober 2023 vom BMBF ausgerichtete Fachkonferenz unter Beteiligung nationaler und internationaler Expertinnen und Experten einen wichtigen Beitrag. Die Konferenz zeigte Perspektiven für eine zeitgemäße medizinische Forschung auf und gab zugleich Impulse für einen informierten Diskurs in Wissenschaft und Gesellschaft.

Weitere Informationen im Internet:

- ELSA-Forschung
- Bioethik / Moderne Lebenswissenschaften
- Gesundheitsforschung – Bioethik
- Fachkonferenz Humane Embryonen in der medizinischen Forschung: Tabu? – Vertretbar? – Chance?

3.7 Innovation in der Gesundheitswirtschaft

Die Gesundheitswirtschaft leistet mit ihrer großen Innovationskompetenz einen unverzichtbaren Beitrag, um den Herausforderungen in der medizinischen Versorgung zu begegnen. Der Bedarf an effektiver und effizienter Prävention, Diagnostik, Therapie, Rehabilitation und Pflege wächst stetig – und innovative Produkte und Dienstleitungen sind ein wesentlicher Faktor, um einerseits die Patientenversorgung weiter zu verbessern und andererseits das große Wertschöpfungspotenzial der Gesundheitswirtschaft nutzbringend für das Gesundheitssystem in Deutschland einzusetzen.

Dafür steht das BMBF-*Fachprogramm Medizintechnik „Patientenversorgung verbessern – Innovationskraft stärken“*. Mit einem breiten Spektrum an Förderinstrumenten und Maßnahmen – strukturiert in die fünf Handlungsfelder Patientennutzen, Innovationstreiber, Mittelstand, Innovationsprozess und Innovationssystem – wird der zukunftsgerichtete Wandel des Innovationssystems Medizintechnik nachhaltig begleitet. Die Förderung richtet sich überwiegend an kleine und mittlere Unternehmen (KMU), um deren Innovationskraft zu stärken, und zielt auf eine engere Vernetzung der Medizintechnikunternehmen untereinander sowie mit der Wissenschaft und klinischen Anwendern zur Erforschung neuer medizintechnischer Lösungen ab. Mit der BMBF-Fördermaßnahme *KMU-innovativ: Medizintechnik* werden sie darin unterstützt, neue medizintechnische Verfahren und Anwendungen zu erforschen und zu entwickeln, um damit die Grundlage für eine spätere Produktentwicklung oder eine klinische Erprobung zu legen. Im Rahmen des *Fachprogramms Medizintechnik* werden KMU auch bei klinischen Erprobungen unterstützt, um erfolgversprechende Innovationen mit hohem Versorgungspotenzial rasch in die Patientenversorgung zu bringen. Zur Vernetzung trägt auch das Nationale Community-Portal medteconline.de bei.

Im Bereich der Wirkstoff- und Arzneimittelforschung fördert das BMBF die Entwicklung neuer Arzneimittel und die Wirkstoffforschung (u. a. zu Infektionskrankheiten) im Rahmen der *Nationalen Wirkstoffinitiative*. Um an COVID-19 erkrankte Personen mit einer breiteren Auswahl an wirksamen Arzneimitteln bedarfsgerecht behandeln zu können, engagiert sich das BMBF zudem bis Ende 2023 bzw. Mitte 2024 mit drei dedizierten Förderrichtlinien. Mit der Maßnahme *KMU-innovativ: Biomedizin* stärkt das BMBF außerdem seit dem Jahr 2022 gezielt das Innovationspotenzial KMU im Bereich der roten Biotechnologie. Angesichts von neu auftretenden Erregern ausgehenden Gesundheitsgefahren und der weltweiten Zunahme antimikrobieller Resistenzen nimmt die Bundesregierung die FuE-Förderung anti-infektiver Arzneimittel auch im Rahmen der *Deutschen Antibiotika-Resistenzstrategie DART 2030* in den Blick (→ **IV 3.3 One Health und globale Gesundheit**).

Mit dem geplanten *Medizinforschungsgesetz* will die Bundesregierung die Bedingungen in Deutschland für die pharmazeutische Forschung und die Produktion von Arzneimitteln erleichtern. Im Mittelpunkt der gesetzlichen Neuerungen stehen die Erleichterung klinischer Prüfungen, die Digitalisierungsförderung und die Stärkung der Zulassungsbehörden. Zudem soll Deutschland und die EU als Pharmastandort gestärkt und Lieferketten diversifiziert werden. Begleitend setzt sich die Bundesregierung für den Schutz geistigen Eigentums auf EU- und internationaler Ebene ein.

Weitere Informationen im Internet:

- Medizintechnik
- Fachprogramm Medizintechnik
- Nationales Community-Portal Medizintechnik
- KMU-innovativ: Medizintechnik
- Medizintechnische Lösungen in die Patientenversorgung überführen – Klinische Evidenz ohne Verzögerung belegen
- Gesundheitswirtschaft
- Wirkstoffforschung
- KMU-innovativ: Biomedizin
- DART 2030 – Deutsche Antibiotika-Resistenzstrategie
- Medizinforschungsgesetz



Weiterführende Verweise zu diesem und anderen Kapiteln finden Sie unter ***BuFI-Online-Angebot: Linkportal***.



Ein Mitarbeiter des Karlsruher Instituts für Technologie interagiert mit einen Roboter mittels VR-Brille und Controllern.

4 Digitale und technologische Souveränität

Der intensive internationale Technologiewettbewerb stellt Deutschland und seine europäischen Partner vor die drängende Frage nach technologischer Souveränität. Vor diesem Hintergrund fördert die Bundesregierung die digitale Transformation und will dazu beitragen, in den zentralen Schlüsseltechnologien aufzuholen, dabei international führende Positionen einzunehmen sowie neue Themen und Innovationsbereiche zu erschließen und zu besetzen. Indem Deutschland und Europa eigene weltweit konkurrenzfähige Technologien auf Basis freiheitlich-demokratischer Werte entwickeln und damit kritische und teilweise einseitige technologische Abhängigkeiten von anderen Ländern verringern, wird die wirtschaftliche und auf Schlüsseltechnologien basierende Gestaltungsfähigkeit gestärkt.

Die Bundesregierung treibt die Erforschung, Entwicklung und Anwendung innovativer digitaler Technologien stark voran, um Potenziale der Digitalisierung zu nutzen sowie die digitale und technologische Souveränität zu sichern. Mit dieser Mission, die in der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* festgeschrieben ist, wird der Anspruch und die Fähigkeit zur kooperativen (Mit-) Gestaltung von Schlüsseltechnologien und technologiebasierten Innovationen verbunden. Denn um wirtschaftlich, gesellschaftlich und politisch souverän zu handeln, müssen Deutschland und Europa fähig sein, Anforderungen an Technologien, Produkte und Dienstleistungen entsprechend konkurrenzfähiger Leistungsmerkmale zu formulieren, Technologien gemäß diesen Anforderungen (weiter) zu entwickeln und wirtschaftlich zu verwerten sowie entsprechende Standards auf den globalen Märkten durchzusetzen.

Als eine Schlüsseltechnologie steht die Künstliche Intelligenz (KI bzw. engl. Artificial Intelligence; AI) besonders im Fokus. Deutschland und Europa wollen sich als weltweit führender KI-Standort etablieren und die verantwortungsvolle, menschenzentrierte und gemeinwohlorientierte Erforschung, Entwicklung und Nutzung von KI unterstützen. Die Verfügbarkeit und Zugänglichkeit von Daten soll dafür ausgebaut werden – insbesondere über nationale und europäische Dateninfrastrukturen. Die Bundesregierung will zudem die IT- und Cybersicherheit stärken, um sicherzustellen, dass IKT-Systeme zuverlässig funktionieren und Geräte und Anwendungen höchsten Anforderungen hinsichtlich Verfügbarkeit, Integrität, Vertraulichkeit, Datenschutz und Privatheit gerecht werden.

Die Bundesregierung fördert auch Forschung und Entwicklung (FuE) zu kreislauffähigen, datenorientierten und resilienten Produktionsverfahren der Industrie 4.0 sowie zu weiteren Schlüsseltechnologien – einschließlich der Quantentechnologien und Photonik, Mikroelektronik, Material- und Werkstofftechnologien, interaktiver Technologien und der Robotik. Neue Formen der Arbeitsorganisation und -gestaltung zu untersuchen, ist ebenfalls Gegenstand der Förderung.



Aufbau neuartiger Quantenlichtmodule am Ferdinand-Braun-Institut, die in der quantengestützten Frühdiagnostik von Krebs eingesetzt werden sollen

4.1 Digitale Technologien



Optisches Gitter für photonische Anwendungen

Die Digitalisierung bringt umfassende technische und gesellschaftliche Veränderungen mit sich: wie wir leben und arbeiten, wie wir uns informieren, wie wir kommunizieren und konsumieren. Die digitale Transformation gilt es daher verantwortungsvoll und zum Nutzen aller in der Gesellschaft und der Wirtschaft so zu gestalten, dass sie mit der freiheitlich-demokratischen Grundordnung Deutschlands und Europas im Einklang stehen. Die Bundesregierung möchte dem Aufbruch in die gemeinsame digitale Zukunft auf allen Ebenen neuen Schub verleihen. Dabei sollen sowohl die digitalen Potenziale effektiver ausgeschöpft als auch die Risiken möglicher Veränderungen in den Blick genommen werden.

Im August 2022 hat die Bundesregierung die *Digitalstrategie*, die den übergeordneten Rahmen der Digitalpolitik zunächst bis 2025 vorgibt, beschlossen. Ziel ist ein digitaler Aufbruch und eine Verbesserung der Rahmenbedingungen für die Digitalisierung in den drei großen Lebensbereichen „Vernetzte und digital souveräne Gesellschaft“, „Innovative Wirtschaft, Arbeitswelt, Wissenschaft und Forschung“ und „Lernender, digitaler Staat“. Die *Digitalstrategie* legt einen Fokus auf drei strategische Vorhaben mit besonderer Hebelwirkung: leistungsfähige Netze und die Verfügbarkeit von Daten und Datenwerkzeugen; international einheitliche technische Normen und Standards; sichere und nutzerfreundliche digitale Identitäten und moderne Register. Da es sich bei der Digitalisierung um eine Querschnittsaufgabe handelt, haben alle Bundesministerien und das Kanzleramt an der *Digitalstrategie* mitgewirkt, während das BMDV die Koordination übernommen hat. Jedes Ressort trägt mindestens ein Vorhaben zu den 19 Leuchtturmprojekten der *Digitalstrategie* (Stand 2024) bei. Die Umsetzung der *Digitalstrategie* wird durch einen Beirat aus 17 Mitgliedern aus Zivilgesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft sowie durch ein Monitoring begleitet.

Mit der *Strategie für die Internationale Digitalpolitik* hat die Bundesregierung zudem im Februar 2024 einen gemeinsamen Handlungsrahmen für eine aktive und kohärente internationale Digitalpolitik beschlossen. Die Strategie positioniert Deutschland als verlässlichen, demokratischen Partner in der internationalen Digitalpolitik. Zielbild ist eine globale digitale Ordnung, die Demokratie und Freiheit, Wohlstand sowie Nachhaltigkeit und Resilienz fördert. Im Zentrum der Strategie stehen insgesamt neun handlungsleitende

Grundsätze. Die Bundesregierung wird sich u. a. dafür einsetzen, Technologiepartnerschaften mit Deutschlands Wertepartnern zu intensivieren, menschenzentrierte und innovationsfreundliche Regeln für den digitalen Raum zu fördern und die Digitalisierung zur Bewältigung globaler Herausforderungen, etwa der Erreichung der globalen Nachhaltigkeitsziele, zu nutzen. Die Strategie setzt so einen ambitionierten, langfristigen und zugleich flexiblen Rahmen für einen fortlaufenden Umsetzungsprozess, in den weiterhin auch Stakeholder intensiv eingebunden werden sollen.

Das BMBF fokussiert in seiner 2019 verabschiedeten *Digitalstrategie „Digitale Zukunft: Lernen. Forschen. Wissen."* auf fünf Bereiche, in denen es den digitalen Wandel vorantreiben möchte: „Besser und nachhaltig leben, arbeiten und wirtschaften", „Digitale Bildung und Ausbildung und ihre Institutionen stärken", „Aus Daten Wissen und Innovationen schaffen", „Technologische Souveränität und wissenschaftliche Vorreiterrolle für Deutschland sichern" sowie „Vertrauen schaffen und Sicherheit geben". Neben der Beschreibung der Herausforderungen und des geplanten Vorgehens sowie ausgewählter Initiativen gibt das BMBF auch Zielmarken für konkrete Ergebnisse vor, die zumeist bis zum Jahr 2025 erreicht werden sollen.



Das BMBF hat mit dem *Aktionsplan „Natürlich. Digital. Nachhaltig."* 2021 die Förderung digitaler Technologien in den Blick genommen, die eine nachhaltige Entwicklung unterstützen und beschleunigen können – beispielsweise durch datengetriebene Effizienzsteigerungen oder digitale Innovationen, die in der nachhaltigen Stadtentwicklung, in der Kreislaufwirtschaft und innerhalb der Energiewende Anwendung finden (→ **IV 1 Industrie, Energie, Mobilität und Kreislaufwirtschaft**).

Digital-Gipfel der Bundesregierung 2023

„Digitale Transformation in der Zeitenwende. Nachhaltig. Resilient. Zukunftsorientiert." – unter diesem Motto fand im November 2023 in Jena der gemeinsam vom BMDV und BMWK veranstaltete 16. Digital-Gipfel der Bundesregierung statt. Zusammen mit zahlreichen Bundesministerinnen und -ministern diskutierten mehr als 1.000 Vertreterinnen und Vertreter aus Wissenschaft, Wirtschaft, Verwaltung, Politik und der Zivilgesellschaft darüber, wie Digitalisierung helfen kann, multiple Herausforderungen unserer Zeit zu bewältigen sowie Resilienz und Zukunftsfähigkeit zu stärken.

Im Rahmen der unterjährigen Arbeit von acht Plattformen wurden Projekte und Exponate für die Präsentation auf dem Digital-Gipfel vorbereitet. Seit 2006 dient der mit jährlich wechselnden Schwerpunktthemen stattfindende Gipfel als nationales Dialogforum bei der Gestaltung des digitalen Wandels. Eine besondere Bedeutung kommt dabei dem gipfelbegleitenden „Markt der digitalen Möglichkeiten" zu, der Digitalisierung begreifbar und erlebbar macht.

Der Aufbau eines lebendigen Open-Source-Ökosystems ist ein Ziel der Bundesregierung. Aktuell läuft dazu die BMBF-Maßnahme *Software-Sprint,* die erstmalig im Jahr 2016 erschien und 2020 um fünf Jahre verlängert wurde. Sie richtet sich an freie Entwicklerinnen und Entwickler, die Softwareprojekte umsetzen und Prototypen entwickeln, die eine gesellschaftliche Relevanz (Public Interest Tech) haben. Im Fokus der Förderung stehen insbesondere Projekte aus den Bereichen Civic Tech, Data Literacy und Software-Infrastrukturen. Die Entwicklerinnen und Entwickler bewerben sich mit ihren Ideen über den Prototype Fund, der einen Anker für das Open-Source-Ökosystem darstellt und die Verbreitung der Innovationen unterstützt. Die Evaluation der Maßnahme im Jahr 2023 zeigte eine sehr effektive Förderung mit weiterhin hohem Potenzial für das Open-Source-Ökosystem.

Mit dem Förderprogramm *Entwicklung digitaler Technologien* verfolgt das BMWK das Ziel, flexibel auf aktuelle Themenschwerpunkte, Trends und Bedürfnisse im Markt reagieren und entsprechende Förderbekanntmachungen schnell veröffentlichen zu können. Die Förderung richtet sich sowohl auf Technologien als auch auf Anwendungen und Ökosysteme. Unterstützt werden Schlüsseltechnologien u. a. aus den Bereichen Quantencomputing, KI, Edge Computing, Green Technologies und Robotik. Gefördert wird zudem die Entwicklung von Lösungen für sichere digitale Identitäten, der Ausbau von Kommunikationstechnologien (5G/6G einschließlich Open RAN) u. a. im Rahmen von Campusnetzwerken.

Weitere Informationen im Internet:

- Digitalstrategie der Bundesregierung
- Strategie für internationale Digitalpolitik
- Digitalstrategie
- Digitalisierung und Nachhaltigkeit
- Software-Sprint für Open-Source-Entwicklungsprojekte
- Prototype Fund
- Den digitalen Wandel gestalten
- Förderprogramm Entwicklung digitaler Technologien
- Sichere digitale Identitäten
- Digital-Gipfel der Bundesregierung

4.2 Kommunikationstechnologien

Kommunikationssysteme und Netzwerktechnologien sind das Nervensystem der Digitalisierung. Daher nehmen sie eine Schlüsselfunktion für Wirtschaft, Gesellschaft und öffentliche Verwaltung ein und sind auch für die technologische Souveränität Deutschlands und Europas von maßgeblicher Bedeutung. Zugleich stellen intelligente Gesundheitsdienste, vernetzte Mobilität, eGovernment und die Vernetzung von Produktionsprozessen steigende Anforderungen an ihre Leistungsfähigkeit und Verfügbarkeit.

Um Fördermaßnahmen zu Forschung, Entwicklung und Innovation für Kommunikationstechnologien unter einem gemeinsamen Dach zu bündeln, hat das BMBF im Juni 2021 erstmalig ein eigenständiges *Forschungsprogramm Kommunikationssysteme „Souverän. Digital. Vernetzt."* auf den Weg gebracht. Das Forschungsprogramm gliedert sich in drei Handlungsfelder: Im ersten sollen die Vernetzungstechnologien von morgen wie 6G (→ **Infobox: Von 5G zu 6G**), KI in Kommunikationsnetzen oder explorative Technologiefelder erforscht werden. Das zweite Handlungsfeld beschäftigt sich mit der ganzheitlichen, sicheren und nachhaltigen Gestaltung vernetzter Systeme der Zukunft. Darüber hinaus sind konkrete Anwendungen und „smarte" Kommunikationslösungen für den Alltag der Menschen, für die Industrie und Städte die zentralen Themen des dritten Handlungsfeldes. Dafür stellt das BMBF bis 2026 Fördermittel in Höhe von bis zu 700 Mio. Euro bereit, u. a. durch Mittel des *Konjunktur- und Zukunftspakets*.

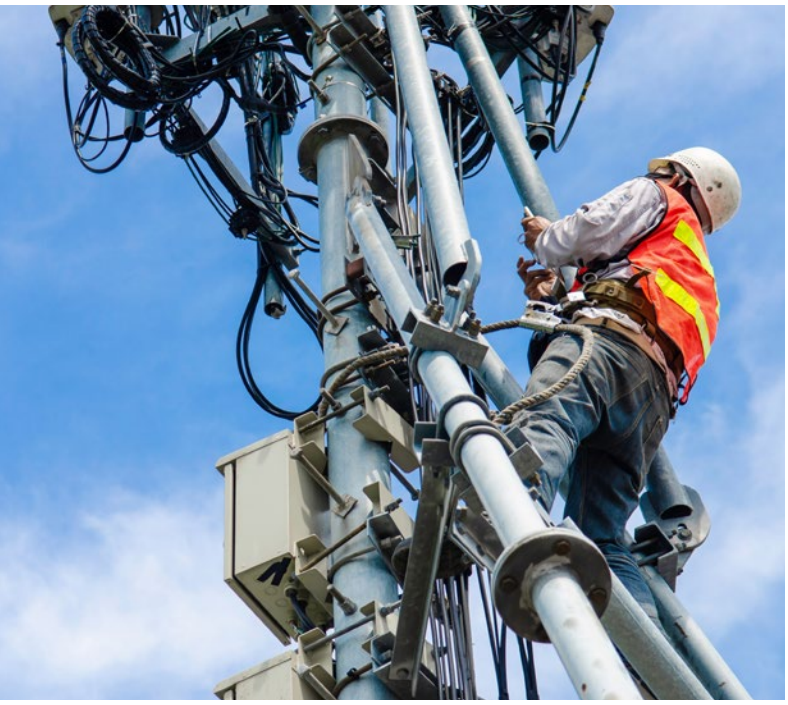
Begleitend zum *Forschungsprogramm „Souverän. Digital. Vernetzt."* wurde im Jahr 2022 die *Leitinitiative Hyperkonnektivität* des BMBF verkündet, die der zunehmenden digitalen Vernetzung von Menschen und Dingen Rechnung trägt. Bereits in der Forschung und Technologieentwicklung werden Themen wie Resilienz, Sicherheit, Privatheit, Nachhaltigkeit und freiheitlich-demokratische Werte berücksichtigt und der Mensch in den Mittelpunkt gestellt. Für die Umsetzung werden verschiedene Kommunikationstechnologien wie Glasfaser und 6G mit Technologien aus den Bereichen KI, IT-Sicherheit und Quantenkommunikation ganzheitlich betrachtet.

Als einen zentralen Bestandteil innerhalb der *6G-Initiative* fördert das BMBF seit August 2021 bundesweit den Aufbau von vier *Hubs zur Erforschung der Zukunftstechnologie 6G* mit insgesamt ca. 265 Mio. Euro.

Von 5G zu 6G

Die Anforderungen an die mobile Kommunikation steigen in einer vernetzten Welt zunehmend. Vor diesem Hintergrund forciert das BMDV daher den Ausbau des 5G-Mobilfunkstandards, um diesen künftigen Anforderungen hinsichtlich Verfügbarkeit und Latenz gerecht zu werden und den steigenden Breitbandbedarf zu decken. Nach den Daten des Mobilfunk-Monitorings der Bundesnetzagentur vom Oktober 2023 liegt die 5G-Versorgung durch mindestens einen Netzbetreiber bei etwa 90 % der Fläche der Bundesrepublik.

Perspektivisch werden auch in den nächsten Jahren immer höhere Datenübertragungsraten erreicht und benötigt, die wiederum viele neue digitale Anwendungsfälle ermöglichen. Das BMBF fördert deshalb mit der 6G-Initiative bereits jetzt die Erforschung der technischen und wissenschaftlichen Grundlagen für den Mobilfunk der sechsten Generation, mit dessen Einführung in den 2030er Jahren gerechnet wird. Über die Ressortrunde „Zukunft der Kommunikationstechnologien" werden die Förderaktivitäten des BMDV, des BMBF, des BMWK und des BMI zur 5G- und 6G-Technologie aufeinander abgestimmt.



Arbeiten an einem Funkmast

Diese Zentren bündeln die Kompetenzen der besten Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen auf dem Forschungsgebiet. Durch die Kooperation innerhalb dieser Verbünde mit Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft sollen Innovationen für die Kommunikationstechnologien der Zukunft ermöglicht werden. Sie werden von der Plattform für zukünftige Kommunikationstechnologien und 6G flankiert, die übergeordnete Fragestellungen adressiert und wissenschaftlich, vernetzend sowie strategisch arbeitet. Ergänzend zur internen Wissenskommunikation richtet sich die Plattform auch an Adressaten außerhalb der Wissenschaft und bietet Gelegenheit zum Dialog, um eine möglichst breite Teilhabe am Innovationspotenzial von 6G zu erreichen.

Im Rahmen der Fördermaßnahme *6G-Industrieprojekte zur Erforschung von ganzheitlichen Systemen und Teiltechnologien für den Mobilfunk der 6. Generation* werden Netzausrüster, Technologieanbieter und Anwender (z. B. aus den Bereichen Industrie, Mobilität, Gesundheit oder Stadt der Zukunft) in große und schlagkräftige Forschungsvorhaben einbezogen. So soll eine gemeinsame Vision von 6G geschaffen werden, in die Anforderungen wichtiger vertikaler Industrien aus Deutschland einfließen. Darüber hinaus soll ein maßgeblicher Einfluss auf die Harmonisierung und Standardisierung von 6G – in Zusammenarbeit mit der 6G-Plattform sowie internationalen Technologie- und Wertepartnern – ausgeübt werden.

Die 18 Verbundvorhaben werden im Zeitraum von 2022 bis 2025 mit rund 150 Mio. Euro gefördert. Im Januar 2023 wurden zudem sieben Forschungsprojekte aus der Bekanntmachung *Resilienz – Widerstandsfähige digitale Systeme* gestartet, die bis zum Dezember 2025 mit ca. 24 Mio. Euro gefördert werden. Mit der Förderrichtlinie strebt das BMBF an, die Grundlagen für die resiliente Vernetzung zukünftiger digitaler Systeme zu legen. Eine weitere Maßnahme im Rahmen des BMBF-Forschungsprogramms nimmt *Hochgeschwindigkeitsnetze für die Hyperkonnektivität* in den Fokus. Im Rahmen der 2023 gestarteten Maßnahme sollen neue optische Datenübertragungstechnologien, mit denen Hochgeschwindigkeitsnetze für die hochvernetzte Gesellschaft aufgebaut werden können, erforscht werden.

Eine umfassende und nachhaltige Nachfrage nach 5G-Mobilfunkanwendungen unterstützt das Ziel, Deutschland als Leitmarkt für 5G zu etablieren. Daher hat das BMDV seit 2019 in sechs 5G-Forschungsregionen die Entwicklung innovativer 5G-Anwendungen durch Forschungseinrichtungen und Universitäten gefördert. Mit dem *5G-Innovationswettbewerb* unterstützt das BMDV ergänzend dazu die Entwicklung und Erprobung von 5G-Anwendungen in regionalen Realumgebungen. In diesem Rahmen erhielten 67 Städte, Regionen und Zweckverbände finanzielle Unterstützung bei der Entwicklung ihrer Konzepte für 5G-basierte Anwendungen und Geschäftsmodelle, u. a. in den Bereichen Verkehr, Landwirtschaft, Industrie und Medizin. In anschließend drei Runden der 5G-Umsetzungsförderung erhielten 2021 und 2022 bislang insgesamt 50 Projekte eine Förderung durch das BMDV. Die bis Ende 2024 laufende Umsetzungsförderung zielt darauf ab, Anwendungsfälle zu erproben und weiterzuentwickeln. Auf diese Weise soll schließlich das nationale 5G-Ökosystem aufgebaut und marktfähige Angebote entwickelt werden. Dabei decken die derzeit geförderten Projekte sämtliche Lebensbereiche ab und zeigen, dass private 5G-Netze einen erheblichen Mehrwert bieten, um unterschiedliche Herausforderungen zu bewältigen.

Mit dem Programm *Innovative Netztechnologien (InnoNT)* nimmt das BMDV die Erforschung und Entwicklung offener Netzarchitekturen in den Blick und fördert im Rahmen von zwei Aufrufen 2022 und 2023 bisher 26 Projekte mit einem Umfang von rund 76 Mio. Euro. Die Projekte sind darauf angelegt,

die Innovationskraft insbesondere von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) zu stärken, die Kooperation und Vernetzung innerhalb der Industrie zu fördern und den Austausch zwischen Anbietern und Anwendern zu forcieren. Ziel ist es, mit der Förderung von Anwendungen innovativer, softwaregesteuerter Netztechnologien den Aufbau eines nationalen wie europäischen Innovations-Ökosystems mit starken Akteuren auf der Anwendungs- und Angebotsseite mitzugestalten.

Im Jahr 2021 hat das BMDV zudem den Startschuss für die Förderung der Intensivierung und Stärkung von Forschungs-, Entwicklungs- und Innovationsaktivitäten zu Open Radio Access Networks (Open RAN) gegeben. So wurde ein „Open RAN Lab“ unter dem Namen „i14y Lab“ als offene Plattform für die Entwicklung und Erprobung von Open RAN-basierten Netzen etabliert, „Open RAN Cities“ als Leuchtturmprojekte gefördert sowie Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, die den Markteintritt neuer Lieferanten von Komponenten für das Open-RAN-Ökosystem erleichtern, gefördert.

Mit dem Leitfaden für 5G-Campusnetze unterstützt das BMWK seit 2020 vor allem KMU dabei, 5G-Campusnetze aufzubauen und zu betreiben. Er bietet eine Übersicht und zeigt insbesondere mögliche Anwendungsszenarien sowie Betreibermodelle auf. Mit dem Ziel, Lösungen für private 5G-Netze zu entwickeln, fördern das BMWK und das französische Ministerium für Wirtschaft und Finanzen MEFR bilaterale Innovationsprojekte französischer und deutscher Unternehmen.

Die Europäische Weltraumorganisation ESA treibt mit ihrem Programm *ARTES 4.0* die technologische Entwicklung auf dem Gebiet der Satellitenkommunikation voran und führt dazu Systemstudien und Marktanalysen durch und initiiert offene Aufrufe. Im Rahmen von *ScyLight,* eines von drei strategischen Programmlinien, legt die ESA einen besonderen Schwerpunkt auf die Bereiche optische und Quantenkommunikation (**VI 3.1 Europäischer Forschungsraum**).

Im Rahmen der europäischen Forschungskooperation *Accelerating Digital Transformation in Europe by Intelligent NETwork Automation (AI-NET)* fördert das BMBF seit Februar 2021 eine deutsche Beteiligung mit insgesamt rund 36 Mio. Euro. An der Forschungskooperation des *Eureka*-Clusters „CELTIC-NEXT“ sind mehr als 90 Partner aus Deutschland, Frankreich, Finnland, den Niederlanden, Schweden und dem Vereinigten Königreich beteiligt. Ziel ist es, eine zukunftsorientierte Kommunikationsinfrastruktur als Basis der Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft zu entwickeln und so die technologische Souveränität und die Wettbewerbsfähigkeit der Europäischen Union zu stärken.

Weitere Informationen im Internet:

- Vernetzung und Sicherheit digitaler Systeme
- Forschungsprogramm Kommunikationssysteme Souverän. Digital. Vernetzt.
- 6G-Forschungshubs
- 6G-Industrieprojekte zur Erforschung von ganzheitlichen Systemen und Teiltechnologien für den Mobilfunk der 6. Generation
- Resilienz – Widerstandsfähige digitale Systeme
- Hochgeschwindigkeitsnetze für die Hyperkonnektivität
- 5G-Innovationsprogramm
- Innovative Netztechnologien
- Förderung von Open RAN
- Open Lab für Open RAN – i14y Lab
- Leitfaden für 5G-Campusnetze
- Deutsch-französische Innovationsprojekte für private 5G-Netzwerke
- ESA: ScyLight (engl.)
- Eureka-Cluster AI-NET (engl.)

4.3 Dateninfrastrukturen und -verfügbarkeit



Ein Techniker nimmt Messungen im Serverraum eines Rechenzentrums vor.

Daten sind eine zentrale Ressource der digitalen Gesellschaft und die Verfügbarkeit von qualitativ hochwertigen Daten ist eine wesentliche Voraussetzung für die Entwicklung von innovativen Produkten, Dienstleistungen und Geschäftsmodellen. Insbesondere für die Entwicklung von KI-Technologien ist eine große Menge an Daten unverzichtbar. Daher sind die Bereitstellung von leistungsfähigen Dateninfrastrukturen sowie die Stärkung des Zugangs zu sowie die verantwortungsvolle Nutzung von Daten zentrale Prioritäten der Bundesregierung. Darüber hinaus soll Open Access als Standard des wissenschaftlichen Publizierens in Deutschland etabliert werden.

Nationale und europäische Dateninfrastrukturen

Dateninfrastrukturen stellen die technische Basis aus Komponenten und Diensten dar, auf der Daten zur Verfügung und Software bereitgestellt werden können. Leistungsfähige und nachhaltig ausgestaltete Dateninfrastrukturen sind unabdingbar für das Ermöglichen von Innovationen in der Datenökonomie – Wertschöpfungsbereiche, die auf der Auswertung, Nutzung und Verwendung von Daten beruhen. Daher fördert die Bundesregierung in ihrer 2021 erstmalig vorgelegten und 2023 weiterentwickelten *Datenstrategie* den Ausbau nationaler und europäischer Dateninfrastrukturen. Auf europäischer Ebene ist besonders der European Health Data Space (EHDS) zu nennen, dieser stellt den ersten gemeinsamen EU-Datenraum in einem spezifischen Bereich dar. Weitere europäische Datenräume sollen folgen. National sind hier insbesondere die *Nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI)*, die Europäische Cloud für offene Wissenschaften (engl. European Open Science Cloud; EOSC) und Gaia-X zu nennen. Auf Basis dieser Infrastrukturen können sektoren- und branchenübergreifende Datenräume und -ökosysteme entstehen, die das verantwortungsvolle Teilen und gemeinsame Nutzen von Daten erleichtern.

Die *NFDI* (→ **III 1.2 Wissenschaftliche Forschungsinfrastrukturen)** wird gemeinsam von Bund und Ländern im Zeitraum von 2019 bis 2028 mit Mitteln in Höhe von bis zu 90 Mio. Euro pro Jahr gefördert. Mit ihr sollen wissenschaftliche Datenbestände, die dezentral, projektgebunden und/oder temporär gelagert werden, zentral verfügbar gemacht werden und somit der Zugang zu Forschungsdaten systematisch und nachhaltig verbessert werden. Darüber hinaus leistet die *NFDI* einen Beitrag zur Umsetzung der EOSC, mit der die Grundlagen für einen europäischen

Forschungsdatenraum gelegt werden. Die EOSC soll eine zuverlässige Umgebung bieten, in der wissenschaftliche Daten und Ergebnisse gespeichert, genutzt und wiederverwendet werden können.

Mit dem Aufbau von Gaia-X hat die Bundesregierung einen wesentlichen Beitrag für eine branchen- und sektorenübergreifende Cloud- und Dateninfrastruktur, die sich an europäischen Werten orientiert, geschaffen. Ziel ist eine Vernetzung beziehungsweise interoperable Verknüpfung von Infrastrukturdiensten, sodass ein Ökosystem entsteht, in dem Daten sicher und vertrauensvoll geteilt werden. Gaia-X leistet somit einen wichtigen Beitrag zur Förderung datenbasierter Innovationen sowie zur Stärkung der europäischen Datensouveränität.

Im Zuge der Gründung der europäischen Dachorganisation Gaia-X European Association for Data and Cloud (AISBL) im Januar 2021 durch 22 Unternehmen und Organisationen wurde das gemeinsame Projekt in eine feste organisatorische Struktur überführt. In der Zwischenzeit ist die AISBL auf mehr als 340 Mitglieder angewachsen.

Mit dem Gaia-X Förderwettbewerb *Innovative und praxisnahe Anwendungen und Datenräume im digitalen Ökosystem Gaia-X* nahm das BMWK 2021 die Anwendungsseite von Gaia-X in den Blick. Gefördert werden vorwettbewerbliche Vorhaben, um konkrete Anwendungsbeispiele mit Leuchtturmcharakter zu entwickeln, die die technologische Machbarkeit, die wirtschaftliche Umsetzbarkeit und Nutzbarkeit sowie die gesellschaftliche Akzeptanz innovativer digitaler Technologien und Anwendungen im Rahmen von Gaia-X demonstrieren. Ziel ist, Impulse für die Nachfrage nach Gaia-X-basierten datengetriebenen Anwendungen und Datenräumen zu generieren und die Anschlussfähigkeit für weitere Interessierte sicherzustellen. Aus mehr als 130 Projektskizzen wurden 2021 die vielversprechendsten 11 Vorhaben mit Leuchtturmcharakter ausgewählt, die bis Ende 2024 umgesetzt werden sollen. Das BMWK stellt dafür Fördermittel in Höhe von insgesamt rund 117 Mio. Euro zur Verfügung.

Edge Computing ermöglicht die Datensammlung und -verarbeitung und damit verbunden die Wertschöpfung in der Nähe des Ortes, an dem die Daten generiert werden. Die Erschließung und Erprobung innovativer Data Science-Technologien für Edge-Computing-Anwendungen steht deshalb im Fokus des *Technologieprogramms Edge Datenwirtschaft*. Ziel des Technologieprogramms ist es, die Entwicklung und Erprobung von Edge Computing-Software und die Ausbalancierung von Edge- und Cloud-Datenräumen als Grundlage zum souveränen Datenaustausch und zur nutzung zu forcieren. Dafür stellt das BMWK bis 2025 ca. 30 Mio. Euro bereit.

Um die Integration von Edge Computing und modernsten Cloud-Technologien voranzutreiben, beteiligt sich die Bundesregierung über das BMWK an einem wichtigen Vorhaben von gemeinsamem europäischem Interesse (engl. Important Project of Common European Interest; IPCEI). Das *IPCEI Cloud (IPCEI-CIS)* ist die zentrale digitale Initiative für Europa, die von mehr als 100 Unternehmen und Forschungseinrichtungen aus 12 EU-Mitgliedstaaten vorangetrieben wird. Das Hauptziel ist es, eine völlig neue dezentrale Software-Infrastruktur für die fortschrittliche Nutzung von Datenverarbeitungsressourcen von der Cloud bis zur Edge zu schaffen. Dieses neuartige offene Ökosystem, das von mehreren Anbietern betrieben wird, wird sowohl kritische technologische Abhängigkeiten als auch Lock-in-Effekte reduzieren. Darüber hinaus wird es neuartige und innovative datengetriebene Geschäftsmodelle ermöglichen für ein breites Einsatzspektrum in Branchen wie Fertigung, Mobilität und Energie.

„terrabyte“ – Plattform für die Nutzung von Satellitendaten

Die Nutzung globaler und dekadischer Erdbeobachtungsdaten von unterschiedlichen internationalen Satellitenmissionen, wie Sentinel, Landsat, MODIS, VIIRS, Meteosat, ENIVSAT und ERS sowie deren Kombination mit KI-Methoden, erlaubt neue wissenschaftliche Möglichkeiten zur Beantwortung dringlicher Fragen des Klimawandels. Mit der im Juni 2023 eröffneten Plattform und dem Großrechner „terrabyte“ unterstützt das DLR am Standort Garching in Zusammenarbeit mit dem Leibniz-Rechenzentrum (LRZ) der Bayerischen Akademie der Wissenschaften Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler mit dem erforderlichen Datenzugang und entsprechenden Werkzeugen.

Weitere Informationen im Internet:

- Datenstrategie der Bundesregierung (2021)
- Datenstrategie der Bundesregierung (Weiterentwicklung 2023)
- Fachseite Nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI)
- Nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI)
- European Open Science Cloud EOSC (engl.)
- Dateninfrastruktur Gaia-X
- Gaia-X Förderwettbewerb
- Edge Datenwirtschaft
- IPCEI Cloud
- DLR: terrabyte
- Europäischer Raum für Gesundheitsdaten (EHDS)
- Europäisches Daten-Governance-Gesetz (DGA)

Verfügbarkeit von Daten

Daten sind Ressourcen, die für die Zukunftsfähigkeit des Innovationslandes Deutschland von zentraler Bedeutung sind, da auf ihrer Basis neue Erkenntnisse gewonnen werden, die wiederum in innovative Technologien, Produkte und Geschäftsmodelle transferiert werden können. Um dieses Potenzial nutz- und gewinnbringend auszuschöpfen, setzt sich die Bundesregierung für die Schaffung von verbesserten und rechtssicheren Rahmenbedingungen für die Datenökonomie ein. Diese beziehen sich auf den Zugang zu Daten aus Wirtschaft, Wissenschaft, Verwaltung und Zivilgesellschaft sowie auf Fragen der Portabilität und Interoperabilität. Eine Prämisse ist, dass stets eine verantwortungsvolle Balance zwischen Datennutzung und -schutz gewährleistet wird.

Das Ziel einer effektiven Erhebung einer souveränen, innovativen und verantwortungsvollen Nutzung und Verwaltung von Daten steht im Vordergrund der 2023 weiterentwickelten *Datenstrategie* der Bundesregierung. Ein Forschungsdatengesetz soll zukünftig den Zugang zu Daten für die öffentliche und die private Forschung erleichtern und rechtliche Rahmenbedingungen für den Zugang der Forschung zu Daten verbessern. Verschiedene Datensätze sollen durch interoperable Standards und Qualitätssicherung künftig auch einfacher miteinander verknüpft werden können. Gleichzeitig gilt es, Grund- und Schutzrechte einzuhalten.



Mit der *Datenstrategie* soll die Datenkompetenz und Datenakzeptanz gestärkt (**III 4.1 Zukunftskompetenzen)** und ein Wandel der Datenkultur hin zu mehr – auch kollaborativer – Datenbereitstellung und Datennutzung vorangetrieben werden.

Im Rahmen der *Datenstrategie* sollen neue Datenräume geschaffen und vermehrt neue kooperationsfördernde Lösungen wie Datentreuhänder zum Einsatz kommen. Das BMBF fördert die Pilotierung, Etablierung und Skalierung von Datentreuhändern durch verschiedene miteinander vernetzte Maßnahmen seit 2021.

Darüber hinaus sollen die Interessen von Bürgerinnen und Bürgern künftig besser berücksichtigt werden. Zugleich soll der Staat als Vorbild vorangehen und auf das möglichst breite Teilen öffentlich finanzierter Datensätzen sowie von Open Government Data setzen. Ein weiteres Ziel der *Datenstrategie* ist der Ausbau von Datenkompetenzen in Bevölkerung, Wirtschaft und Wissenschaft. Künftig sollen auch neue Gesetzgebungsvorhaben dahingehend überprüft werden, inwiefern durch die Einführung von Forschungsklauseln der Datenzugang für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vereinfacht werden kann.

Der vom BMBF 2020 initiierte *Aktionsplan Forschungsdaten* adressiert in drei Bereichen das Bereitstellen und Weiterverwenden von Daten in Bildung, Wissenschaft und Forschung. Im Bereich „Datensouveränität“ wird die Entwicklung von Technologien für den Aufbau und Betrieb energieeffizienter, sicherer und moderner Dateninfrastrukturen unterstützt. Die Maßnahmen im Bereich „Datenbasierte Innovationen“ zielen auf

die bessere Nutzbarmachung von Daten sowie die Erschließung neuer Datenquellen ab. Im Bereich „Datenkompetenz“ werden Maßnahmen gefördert, die den Umgang mit digitalen Daten in der Wissenschaft (engl. Data Science) verbessern. Als Teil des Aktionsplans sollen Daten aus BMBF-geförderten Projekten entsprechend der FAIR-Prinzipien (Findable, Accessible, Interoperable, Reusable) nutzbar und zugänglich gemacht werden. Des Weiteren werden seit 2022 Projekte zum Aufbau von Datenkompetenzen bei Nachwuchsforschenden und von leistungsfähigen Strukturen für das Management von Forschungsdaten an Fachhochschulen und Hochschulen für angewandte Wissenschaften gefördert. Seit Ende 2023 wird darüber hinaus die Einrichtung von elf Datenkompetenzzentren in der Wissenschaft unterstützt, die das Thema Data Literacy disziplinen- und einrichtungsübergreifend im Wissenschaftssystem stärken sollen.

Die Bundesregierung treibt den Aufbau eines Dateninstituts als einen agilen, schlagkräftigen Akteur voran, der die Verfügbarkeit und -standardisierung von Daten forciert und eine Koordinationsfunktion wahrnimmt, um insbesondere auch intersektoralen Austausch zu ermöglichen. Basierend auf den Empfehlungen einer Gründungskommission sowie unter Berücksichtigung der Ergebnisse einer breit angelegten Stakeholderkonsultation haben BMWK und BMI unter Beteiligung der Ressorts ein Konzeptpapier für einen bedarfsorientierten Aufbau erstellt. Der diesem Konzept entsprechend nun stattfindende Aufbauprozesses gliedert sich in drei parallele, miteinander verzahnte Module, von denen zwei Module beispielhaft je einen Pilot-Use-Case so umsetzen, dass sich daraus Erkenntnisse über die Herausforderungen ableiten lassen, die das Dateninstitut angehen muss. Diese fließen in den Aufbauprozess ein. Im dritten Modul werden unter Verwendung der Erkenntnisse aus den beiden Use-Case-Modulen die organisatorische, rechtliche und personelle Ausgestaltung des künftigen Dateninstituts erarbeitet, bevor dieses gegründet wird und den Betrieb aufnimmt. Eines der Use-Case-Module ist bei der Deutschen Energieagentur (dena) bereits in die Umsetzung gestartet, die beiden übrigen Module werden zeitnah ausgeschrieben.

Weitere Informationen im Internet:

- Datenstrategie der Bundesregierung
- Aktionsplan Forschungsdaten
- Forschungsdatenmanagement an Fachhochschulen
- Datenkompetenzen für den wissenschaftlichen Nachwuchs
- Datenkompetenzzentren für die Wissenschaft
- Konzept zum Aufbau des Dateninstituts
- DataRun

DataRun – der Hackathon des BMDV

Der DataRun war auch 2023 ein voller Erfolg. Im Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) programmierten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer an zwei Tagen im Juni 2023 um die Wette. Vier Challenges standen zur Auswahl: „Daten überwinden Barrieren“ zu Inklusion und Teilhabe im Mobilitätssektor, „Meer Daten für die Zukunft“ zu maritimen Anwendungen, die zur Sicherheit der Seeschifffahrt oder zum Schutz und zur nachhaltigen Nutzung der Meere beitragen können, sowie „Mobilität läuft nur mit Dir“ für effizientere Logistik im Hamburger Hafen. Die vierte Challenge war themenoffen. Um ihre Prototypen zu entwickeln, erhielten die Teilnehmenden im Rahmen des Hackathons Zugang u. a. zu Daten aus der Mobilithek, dem Mobility Data Space und zu Daten des BSH. Fünf Teams wurden mit ihren Projekten prämiert. Diese behandelten die Analyse von Satellitenbildern mittels KI, intelligente Chatbots, den Schutz kritischer Infrastrukturen, die Parkplatzsuche per App und eine KI-gestützte Ampelschaltung. Aus den Prototypen können nun Projekte entstehen. Die Innovationsinitiative mFUND des BMDV (→ **III 2.4 Innovative Start-ups und Gründungskultur**) stellt dazu jeweils bis zu 3 Mio. Euro an Fördermitteln bereit.

Förderung offener Publikationsformen

Neben der Verfügbarkeit von (offenen) Daten ist Open Access – der digitale und unentgeltliche Zugang zu Publikationen – ein weiterer Schlüssel, um wissenschaftliche Erkenntnisse zugänglich zu machen und ihre breite Anwendung zu ermöglichen. Dieser offene Zugang zu wissenschaftlichen Publikationen trägt dazu bei, neue Ideen in die Breite zu tragen, Forschungsprozesse zu beschleunigen und effizienter zu gestalten sowie ihre Transparenz und Qualität durch bessere Reproduzierbarkeit zu sichern.

Das BMBF hat sich mit seiner bereits 2016 veröffentlichten Strategie *Open Access in Deutschland* zum Ziel gesetzt, Open Access zum Standard des wissenschaftlichen Publizierens in Deutschland zu machen. Unter anderem verankert das BMBF darin Open Access als Grundprinzip der Förderung und hält mit einer Open-Access-Klausel in den Förderbestimmungen Zuwendungsempfangende dazu an, Ergebnisse aus BMBF-geförderten Projekten der Allgemeinheit unentgeltlich zugänglich zu machen. Publikationskosten für Open-Access-Veröffentlichungen können bei Projekten mit beantragt werden.

Mit einer Förderrichtlinie unterstützt das BMBF seit 2021 die Beschleunigung der Transformation des wissenschaftlichen Publikationssystems hin zu Open Access. Im Rahmen von drei Themenfeldern werden Vorhaben unterstützt, die die Umstellung von Schriftenreihen auf Open Access, die Entwicklung technischer Erfolgsmodelle im Verlagswesen sowie das Open-Access-Publikationssystem in Deutschland allgemein stärken.

Mit einer weiteren Fördermaßnahme, die sich an Hochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, KMU (z. B. Verlage), Stiftungen und Vereine richtet, fördert das BMBF die Etablierung einer gelebten Open-Access-Kultur. Seit 2022 unterstützt das BMBF Projekte in drei Themenbereichen mit einer jeweils bis zu dreijährigen Förderung: Vorhaben, die wissenschaftsgetragene Finanzierungsmodelle entwickeln, erproben und etablieren; Vorhaben, die die Anerkennung von Open Access steigern; sowie Vorhaben, die anderweitig zielführend sind und die diversen Bedarfe einer Open-Access-Kultur aufgreifen.

Open-access.network

Um offene Publikationsformen zu unterstützen, fördert das BMBF das Verbundprojekt open-access.network, das vom Kommunikations-, Informations-, Medienzentrum (KIM) der Universität Konstanz geleitet wird und dem fünf weitere Projektpartner angehören. Die Förderung der ersten Projektphase erfolgte in der Laufzeit von 2019 bis 2022 und wird seither im Rahmen einer weiteren Fördermaßnahme bis Ende 2025 fortgesetzt. Das Projekt verfolgt drei Ziele: die disziplinenübergreifende und zentrale Bereitstellung von Informationen; die Vermittlung von Kompetenzen zu Open Access; die Vernetzung relevanter Akteurinnen und Akteure innerhalb der Open-Access-Community sowie der Wissenschaft und des Bibliothekswesens. Dazu bietet das Projekt eine breite Palette von Materialien und Veranstaltungen an, darunter Fortbildungen, Schulungen, Barcamps, thematische Workshops, regionale Netzwerktreffen, Train-the-Trainer-Workshops sowie Webinare.

Weitere Informationen im Internet:

- Open Access
- Strategie Open Access in Deutschland
- Beschleunigung der Transformation zu Open Access
- Förderung einer gelebten Open-Access-Kultur
- open-access.network

4.4 Künstliche Intelligenz



Der Begriff „Künstliche Intelligenz“ (KI) umfasst – im Sinne der *Strategie für Künstliche Intelligenz der Bundesregierung* – Verfahren, Algorithmen und Lösungen, die technische Systeme zur Selbstoptimierung und zu autonomen Entscheidungen in konkreten Anwendungskontexten befähigen. So werden auch Aspekte menschlicher Intelligenz nachgebildet und formal beschrieben, beziehungsweise Systeme zur Simulation und Unterstützung menschlichen Denkens konstruiert. Ein aktuell wichtiger Ansatz sind große Sprachmodelle (engl. Large Language Models; LLM), die auf Basis vorhandener riesiger Mengen an Textdaten und Informationen versuchen, Inhalte zu verstehen und Anfragen in Textform geeignet zu beantworten.

Einerseits besitzt KI großes Potenzial, das Leben vieler Menschen zu verbessern, den Umwelt- und Klimaschutz zu befördern und der Wirtschaft Wachstumsimpulse zu geben. Die *KI-Strategie* der Bundesregierung sowie die *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* verfolgen das Ziel, Deutschland und Europa als einen weltweit führenden KI-Standort zu etablieren und so zu beider technologischen Souveränität und Sicherung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit beizutragen. KI soll verantwortungsvoll und menschenzentriert entwickelt und genutzt werden. Die *KI-Strategie* wurde 2018 beschlossen und 2020 fortgeschrieben und gibt seitdem den politischen Rahmen für die KI-Politik der Bundesregierung vor. Gesellschaft, Wirtschaft und Staat sind gemeinsam gefordert, die Chancen von KI zu nutzen, aber sich auch den Risiken der KI zu stellen.

Mit der *KI-Verordnung* (engl. *AI Act)* setzt die EU den Rahmen für KI in Europa – als weltweit erstes umfassendes Regelwerk für Künstliche Intelligenz. Mit der Regulierung von KI sollen bessere Bedingungen für die Entwicklung und Nutzung dieser innovativen Technologie geschaffen werden. Mit der Einrichtung eines sicheren Rechtsrahmens wurde die Grundlage für die Entwicklung anwendungsorientierter KI in Europa geschaffen, die Innovationen in KI fördert und gleichzeitig Risiken in der Anwendung adressiert.

Andererseits will die Bundesregierung vor dem Hintergrund möglicher Risiken, die von dieser Schlüsseltechnologie ausgehen, die verantwortungsvolle und menschenzentrierte Erforschung, Entwicklung und Nutzung von KI zum Wohle möglichst vieler fördern und Anschub für gemeinwohlorientierte KI-Projekte leisten. Der *Ideenwettbewerb „Gemeinsam wird es KI“*, der im Rahmen der Civic Innovation Platform (CIP) der Abteilung Denkfabrik Digitale Arbeitsgesellschaft im BMAS ausgerichtet wird, ist ein exzellentes Beispiel für die Förderung sozialer, inklusiver und partizipativer Anwendungen von KI-Technologien im Sinne des Gemeinwohls (→ **III 5.1 Moderner Staat**). Im Juni 2023 wurden die 27 vielversprechendsten Ideen der 3. Wettbewerbsrunde auf der re:publica ausgezeichnet. Gleiches gilt für die CIP-Förderrichtlinie *Civic Innovation* im Rahmen derer Projektverbünde bei der Entwicklung und Implementierung von gemeinwohlorientierten KI-Anwendungen mit arbeits- und sozialpolitischem Bezug per Projektförderung in Form einer Zuwendung unterstützt werden. Zudem wurde der bisherige CIP-Community-Bereich im Sommer 2023 in *Civic Coding – Innovationsnetz KI für das Gemeinwohl* – einer gemeinsamen Initiative des BMAS, des BMFSFJ und des BMUV – integriert. Weitere Beiträge zur Erforschung und Nutzung von KI sind zudem die BMFSFJ-Richtlinie zur *Förderung von*

Künstlicher Intelligenz für das Gemeinwohl sowie die ebenfalls durch das BMFSFJ geförderte Studie „Kompass: KI und Kompetenz 2023".

Der im November 2023 vom BMBF vorgestellte *KI-Aktionsplan* stellt eine auf die Zuständigkeiten des BMBF bezogene Umsetzungsplanung der *KI-Strategie* der Bundesregierung dar. Während bereits Verbesserungen der Rahmenbedingungen initiiert wurden und eine gute Grundlage für ein KI-Ökosystem in den letzten Jahren geschaffen wurde, soll das Engagement nun auf eine nächste qualitative Stufe gestellt werden. Erreicht werden soll, dass Forschungserkenntnisse und Kompetenzen stärker in ökonomischen Erfolg und gesellschaftlichen Nutzen münden, dass das Alleinstellungsmerkmal „KI made in Germany" stärker herausgearbeitet wird und dass Dialog- und Strategieprozesse auf unterschiedlichen Ebenen neue Impulse erhalten. Um diese Ziele zu erreichen, identifiziert der KI-Aktionsplan elf Handlungsfelder, die mit konkreten Maßnahmen unterlegt sind. Eine Bekanntmachung von September 2023 stellt z. B. die Förderung von FuE zu flexiblen, resilienten und effizienten Machine-Learning-Modellen in den Mittelpunkt.

Die Bundesregierung baut die KI-Forschungskapazitäten in Deutschland mit strukturbildenden Maßnahmen kontinuierlich und verlässlich aus und stärkt die Sichtbarkeit der deutschen KI-Forschung. Als zentrale Maßnahme fördert das BMBF sechs Kompetenzzentren für KI-Forschung, die gemeinsam den Nukleus des deutschen KI-Forschungsökosystems bilden (→ **Infobox: Kompetenzzentren für KI-Forschung)**.

Das BMBF fördert zudem mit dem *Smart Data Innovation Lab (SDIL)* eine Austausch- und Betriebsplattform, die die Zusammenarbeit von Wirtschaft, öffentlicher Hand und Forschung unterstützt und Innovationszyklen durch die Nutzung von Smart-Data-Ansätzen beschleunigen soll. Zudem hat sich die Plattform als „Datenreinraum" etabliert, der die Lücke zwischen akademischer Forschung und Industrieproblemen schließt und KI-Forschung auf industriellen Datenquellen ermöglicht. Die Plattform Lernende Systeme bietet ein Netzwerk von etwa 200 Expertinnen und Experten aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft, die in Arbeitsgruppen Handlungsempfehlungen für die verantwortungsvolle Nutzung von KI erarbeiten. Mit einer KI-Landkarte von Deutschland vermittelt sie zudem einen Überblick darüber, wo KI zum Einsatz kommt, welche Einrichtungen zu KI forschen und wo Studiengänge mit KI-Relevanz angeboten werden.

Im Rahmen der FuE-Förderung hat die Bundesregierung ressortübergreifend eine Vielzahl an Fördermaßnahmen zu KI für Universitäten, Forschungseinrichtungen, KMU und die Industrie auf den Weg gebracht. Diese decken dabei sowohl die KI-Grundlagenforschung als auch die breite Palette ihrer Anwendungsmöglichkeiten ab. Aktuelle Fördermaßnahmen des BMBF umfassen u. a. die Erklärbarkeit und Transparenz von KI, den Aufbau von KI-Servicezentren, die Nutzung von KI-Methoden in KMU, die Etablierung eines Anwendungshubs für die Anwendung von KI-Methoden für eine ressourceneffiziente Kreislaufwirtschaft, die Entwicklung von KI-basierten interaktiven Assistenzsystemen im Gesundheitswesen und die Anwendung von KI in der zivilen Sicherheitsforschung.

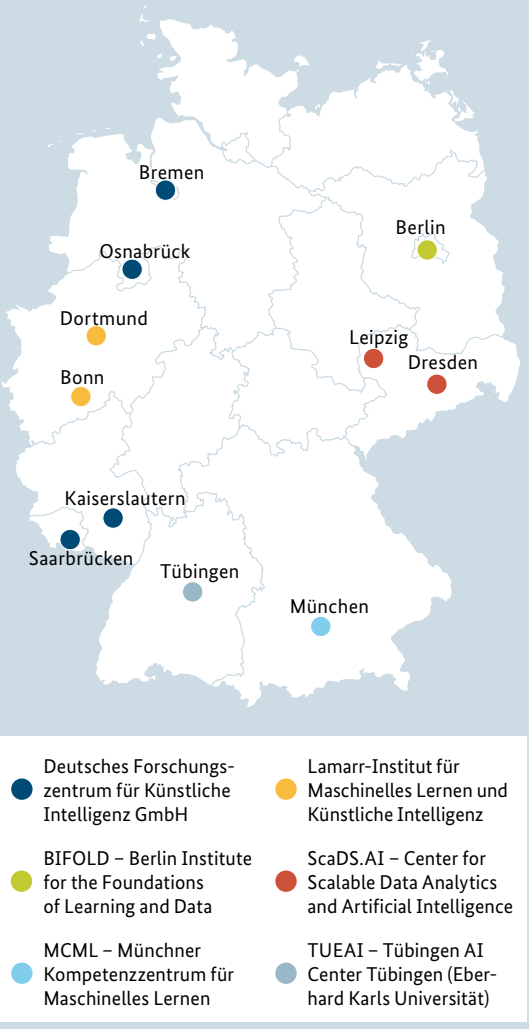
Gleichzeitig fördert das BMBF die Ausbildung und Gewinnung von Fachkräften für die Erforschung, Entwicklung und Anwendung von KI mit einer breiten Palette von Maßnahmen. Insbesondere wurden insgesamt 150 zusätzliche KI-Professuren geschaffen und besetzt, einschließlich der Alexander von Humboldt-Professuren für KI. Darüber hinaus fördert das BMBF gezielt KI-Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler, etwa über die Einrichtung von Nachwuchsgruppen, die Schools of Excellence in Artificial Intelligence des DAAD sowie die Maßnahme *KI-Nachwuchs@FH*. Auch im Bereich der Hochschulbildung sollen die Potenziale von KI gezielt gehoben werden, insbesondere über das Projekt „KI-Campus" sowie die Umsetzung der Bund-Länder-Vereinbarung *KI in der Hochschulbildung*. Zudem gibt es weitere Initiativen für die Integration von KI in die berufliche Bildung.

Im Rahmen des *Innovationswettbewerbs Künstliche Intelligenz als Treiber für volkswirtschaftlich relevante Ökosysteme* fördert das BMWK innovative Ansätze KI-basierter Plattformökonomien in wichtigen Sektoren der deutschen Wirtschaft. Der Wettbewerb zielt darauf, die Umsetzung großer Leuchtturmprojekte zu unterstützen, die für ganze Wirtschaftszweige Impulse setzen können. Bislang sind drei Förderaufrufe veröffentlicht worden, die jeweils unterschiedliche Schwerpunkte legten. Der aktuell letzte und dritte Förderaufruf adressierte KI-Projekte mit Fokus auf

Kompetenzzentren für KI-Forschung

Die bestehende, gut aufgestellte KI-Forschung in Deutschland weiter zu stärken und durch die Fokussierung auf herausragende KI-Standorte diese auf ein internationales Spitzenniveau zu heben - dieses Ziel verfolgt das BMBF mit der Einrichtung und dem Ausbau der Kompetenzzentren für KI-Forschung. Neben dem Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) sind das die fünf universitären Kompetenzzentren für KI-Forschung BIFOLD (Berlin Institute for the Foundations of Learning and Data), MCML (Munich Center for Machine Learning), ML2R (Kompetenzzentrum Maschinelles Lernen Rhein-Ruhr), ScaDS (Competence Center for Scalable Data Services and Solutions Dresden/Leipzig) und das Tübingen AI Center – Competence Center for Machine Learning.

Die Zentren – Zusammenschlüsse aus Hochschulen und Forschungsinstituten, in denen KI-Kompetenz regional gebündelt wird – betreiben Forschung zu allen Aspekten der KI – von den mathematischen und informatischen Grundlagen über die Weiterentwicklung konkreter KI-Methoden wie maschinelles Lernen bis hin zu Fragen im Kontext des Einsatzes von KI in verschiedenen Anwendungsfeldern. Darüber hinaus treiben sie Aktivitäten in der Lehre und für den Transfer der Forschungsergebnisse in Wirtschaft und Gesellschaft voran. Gemeinsam bilden sie ein Netzwerk zum Austausch von Kompetenzen und Forschungsergebnissen und vereinen mehr als 1.000 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler. Die sechs KI-Kompetenzzentren werden jährlich mit ca. 120 Mio. Euro gefördert – je hälftig durch das BMBF und das jeweilige Sitzland.



Die Standorte der Kompetenzzentren für KI-Forschung in Deutschland

Krisenmanagement und -prävention. In diesem Rahmen starteten Mitte 2021 fünf Projekte in die Umsetzung, die für eine Laufzeit von drei Jahren gefördert werden.

Das *Observatorium KI in Arbeit und Gesellschaft* des BMAS ist eine zentrale Maßnahme der *KI-Strategie* der Bundesregierung, um die soziale Dimension der Transformation und insbesondere die Auswirkungen von KI zu analysieren und menschenzentriert zu gestalten. Mit dem Projekt „KI-Studios“ des KI-Observatoriums wird z. B. ein niederschwelliges Angebot an Beschäftigte und deren Interessenvertretungen gemacht, um sich über Einsatzmöglichkeiten von KI im Betrieb zu informieren. Ein weiteres Beispiel ist das Projekt „ai:conomics“, in dem experimentelle Studien in Unternehmen zum Einsatz von KI durchgeführt werden, um die Auswirkungen von KI auf Beschäftigte, Kompetenzanforderungen und Produktivität bei der Einführung von KI quasi unter „Laborbedingungen“ zu untersuchen.

Um das Thema KI darüber hinaus gesellschaftlich zu verankern sowie Wissen und Vertrauen bei Bürgerinnen und Bürgern aufzubauen, setzt sich die Bundesregierung für einen intensiven Prozess der Wissenschaftskommunikation und des Dialogs ein. Mit der Unterstützung des BMUV wurde im Herbst 2021 das Zentrum für vertrauenswürdige KI (ZVKI) initiiert, das vor allem Aspekte, die Verbraucherinnen und Verbraucher betreffen, in den Blick nimmt.

Das BMDV unterstützt verkehrsträgerübergreifend die Entwicklung und Erprobung neuer, KI-basierter Anwendungen, die Mobilität sicherer, komfortabler, effizienter und ressourcenschonender machen (→ **IV 1 Industrie, Energie, Mobilität und Kreislaufwirtschaft**). Geförderte Projekte adressieren u. a. eine optimierte Verkehrssteuerung, eine Erhöhung der Effizienz von Logistikprozessen, eine Verbesserung von Verkehrs- und Wetterprognosen sowie die vorausschauende Detektion von Störfällen. Darüber hinaus hat das BMDV im Mai 2023 die *Nationale Initiative zur KI-basierten Transformation in die Datenökonomie (NITD)* initiiert. In diesem Rahmen sollen KI-Innovationen gefördert, einheitliche Qualitäts- und Prüfstandards für KI-Anwendungen entwickelt und erprobt sowie Datenräume sektorübergreifend vernetzt werden.

Das BMUV zielt währenddessen mit seiner Initiative *KI-Leuchttürme für Umwelt, Klima, Natur und Ressourcen* auf die Bewältigung ökologischer Herausforderungen durch KI ab. Mitte 2023 wurden in dem 2019 aufgesetzten Programm 16 neue Leuchtturmprojekte ausgewählt, die über eine Laufzeit von bis zu drei Jahren gefördert werden. Darüber hinaus wird das Potenzial von KI auch für eine effizientere und effektivere datenbasierte Umweltpolitik genutzt. Zudem wurde 2023 das am Umweltbundesamt (UBA) angesiedelte Anwendungslabor für KI und Big Data (KI-Lab) in Betrieb genommen. Dort werden KI- und datenbasierte Anwendungen zur Unterstützung der Forschungs- und Vollzugsaufgaben im Umweltbereich entwickelt sowie Forschungsfragen zur nachhaltigen Nutzung und dem Betrieb von KI-Anwendungen bearbeitet (→ **IV 2.6 Nachhaltigkeit und Digitalisierung**).

Die amtliche Statistik in Deutschland liefert fachlich unabhängig und methodisch fundiert Informationen für eine faktenbasierte Entscheidungsfindung für Bürgerinnen und Bürger, Wirtschaft, Wissenschaft und Politik. KI hält dabei auch Einzug in die Statistikproduktion. Das Statistische Bundesamt befördert durch die Zusammenarbeit mit Universitäten und

Beratungszentrum für Künstliche Intelligenz in der Bundesverwaltung (BeKI)

Mit dem Beratungszentrum für Künstliche Intelligenz (BeKI) baut das BMI eine zentrale Anlauf- und Koordinierungsstelle für KI-Vorhaben in der öffentlichen Verwaltung auf. Das BeKI wird von der Vision einer öffentlichen Verwaltung geleitet, die KI chancenorientiert und verantwortungsvoll einsetzt, um den Anforderungen einer zunehmend digitalen Gesellschaft gerecht zu werden. Es befähigt die Bundesverwaltung, KI sicher, kompetent, transparent und koordiniert einzusetzen, und Verwaltungsprozesse nachhaltig zu transformieren.

Ziel des BeKI ist es, ein koordiniertes Vorgehen bei der Nutzung von KI-Technologien und den Aufbau entsprechender Infrastruktur auf Bundesebene sicherzustellen. Dabei wird auf bereits gewonnenen Erfahrungen innerhalb der gesamten Bundesregierung aufgebaut und werden etablierte Strukturen und Formate einbezogen, um diese durch koordinative Unterstützung des BeKI zu stärken.

In einem ersten Pilotprojekt wird ein „Marktplatz der KI-Möglichkeiten“ aufgebaut, welcher Ministerien und Behörden mit passenden KI-Anwendungen und Bedarfen zueinander bringen soll und zudem Transparenz über die KI-Anwendungslandschaft und Erfahrungswerte in den Ressorts bietet. Daraus ergibt sich ein effizienter Einsatz von Ressourcen sowie Kompetenzen in der Verwaltung. Parallel wird das BeKI einen wesentlichen Beitrag zur Befähigung der Bundesverwaltung für den verantwortungsvollen und kompetenten Einsatz von KI leisten.

Hochschulen, beispielsweise durch mehrjährige Forschungskooperationen, die Weiterentwicklung der statistischen Methodik bei maschinellem Lernen und Künstlicher Intelligenz, beispielsweise Daten aus komplexen Stichproben oder die Erklärbarkeit und Interpretierbarkeit von KI-Algorithmen betreffend.

Um die internationale Zusammenarbeit und die Sichtbarkeit des Forschungs- und Innovationsstandorts Deutschland auf dem Gebiet der KI zu stärken, förderte das BMBF bis 2023 den Aufbau *Internationaler Zukunftslabore* in Berlin, Hannover und München. Daneben treibt die Bundesregierung auch die europäische Vernetzung der deutschen KI-Ökosysteme voran. Insbesondere wird mit der 2022 vom BMBF veröffentlichten zweiten Richtlinie zur *Förderung von deutsch-französischen Projekten zum Thema Künstliche Intelligenz* der Auf- und Ausbau des deutsch-französischen Forschungs- und Innovationsnetzwerks für KI unterstützt. Dazu fördert das BMWK wissenschaftliche Forschungsprojekte sowie FuE-Vorhaben von Verbünden aus Wissenschaft und Wirtschaft. Die Förderung richtet sich insbesondere an Projekte, die KI im Bereich Risikovorsorge, Krisenmanagement und Resilienz anwenden.

Weitere Informationen im Internet:

- Künstliche Intelligenz
- Nationale Strategie für Künstliche Intelligenz
- KI-Aktionsplan
- KI-Kompetenzzentren
- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI)
- Smart Data Innovation Lab
- Plattform Lernende Systeme
- Plattform Lernende Systeme – KI-Landkarte
- KI-Innovationswettbewerb
- KI-Observatorium
- Zentrum für vertrauenswürdige KI
- KI-Projekte des BMDV
- NITD-Initiative für KI-Innovationen „Made in Germany“
- Mission KI
- Förderinitiative KI-Leuchttürme für Umwelt, Klima, Natur und Ressourcen
- Anwendungslabor für KI und Big Data
- Statistisches Bundesamt: Künstliche Intelligenz und Maschinelles Lernen
- Internationale Zukunftslabore KI
- Deutsch-französische KI-Innovationsprojekte
- Künstliche Intelligenz in der Verwaltung

4.5 IT- und Cybersicherheit



Als Teil einer zunehmend digital vernetzten Welt sind Gesellschaft und Wirtschaft auf zuverlässig funktionierende IT-Systeme angewiesen. Doch Cyberangriffe auf Unternehmen, Privatpersonen und öffentliche Einrichtungen nehmen zu. Zunehmende systemische Rivalität und insbesondere die Zeitenwende, die durch den Angriffskrieg Russlands auf die Ukraine im Februar 2022 ausgelöst wurde, führte zu einer Neuausrichtung der deutschen Sicherheitspolitik und damit einhergehend auch zu einer Stärkung von cybersicherheitspolitischen Schutzmaßnahmen, einer Erhöhung von Investitionen in die IT- und Cybersicherheit sowie einer Modernisierung der Cybersicherheitsarchitektur.

Die Bundesregierung hat 2021 die ressortübergreifende *Cybersicherheitsstrategie für Deutschland* beschlossen, die die langfristige Ausrichtung der Cybersicherheitspolitik beschreibt. In dieser werden vier Handlungsfelder benannt, unter denen wiederum strategische Ziele zusammengefasst werden. Dementsprechend sollen sich Menschen sicher und selbstbestimmt in einer digitalisierten Umgebung bewegen können (Handlungsfeld 1), soll die Cybersicherheit der Wirtschaft sowie der kritischen Infrastruktur gestärkt werden (Handlungsfeld 2), soll die bereits existierende leistungsfähige Cybersicherheitsarchitektur kontinuierlich überprüft und weiterentwickelt werden (Handlungsfeld 3) und soll sich Deutschland aktiv in der europäischen und internationalen Cybersicherheitspolitik, insbesondere in der EU und NATO, positionieren (Handlungsfeld 4).

Neben der *Cybersicherheitsstrategie* stellen die *Cybersicherheitsagenda* des BMI, die Mitte 2022 vorgestellt wurde, sowie die Agenda Cybersicherheitsforschung des BMBF, die Anfang 2023 veröffentlicht wurde, weitere Dokumente dar, in denen die Weichen einer Politik für digitale Sicherheit gestellt und beschrieben werden. Im Mittelpunkt der Agenda des BMI stehen die Ziele, eine effiziente und klare Aufgabenverteilung in der Cybersicherheitsarchitektur zu etablieren, Cyberkriminalität zu bekämpfen und Wirtschaft und Gesellschaft Informationen zum Selbstschutz bereitzustellen. Zu den Maßnahmen zählt der Ausbau der Forschung im Bereich Cybersicherheit, der Ausbau sicherer Infrastrukturen sowie die Stärkung der Cyberfähigkeiten der Sicherheitsbehörden. Die Agenda des BMBF stellt die interdisziplinäre Zusammenarbeit, insbesondere auch mit Wertepartnern, sowie das Schaffen von sicheren, widerstandsfähigen Systemen für eine cyberresiliente Gesellschaft in den Mittelpunkt.

Für den Erhalt der Sicherheit der Bürgerinnen und Bürger und den Wirtschaftsstandort Deutschland ist es von großer Bedeutung, dass technische Entwicklungen und Trends erkannt, deren Auswirkungen auf die Arbeit von Sicherheitsbehörden analysiert sowie Gegenmaßnahmen ergriffen und technische Werkzeuge für den Kampf gegen Kriminalität und für die Gefahren- und Spionageabwehr entwickelt werden. Vor diesem Hintergrund ist die Zentrale Stelle für Informationstechnik im Sicherheitsbereich (ZITiS), die im Geschäftsbereich des BMI liegt, ein Bestandteil der Cybersicherheitsstrategie. Als Forschungs- und Entwicklungsstelle hat die ZITiS u. a. die Aufgabe, Strategien, technische Lösungen und Werkzeuge

zu entwickeln und zu testen. Darüber hinaus engagiert sich die ZITiS auch in anwendungsorientierten Forschungsvorhaben, die u. a. mit nationalen und internationalen Partnern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung durchgeführt werden. Auf Basis des gebündelten Fachwissens berät die ZITiS Sicherheitsbehörden und befähigt diese, ihre Aufgaben zu erfüllen. Die aktuellen thematischen Schwerpunkte liegen in den Bereichen digitale Forensik, Krypto- und Big-Data-Analyse sowie Telekommunikationsüberwachung.

Um Schlüsseltechnologien und Innovationen voranzutreiben, die dabei helfen, die innere und äußere Sicherheit zu verbessern, hat die Bundesregierung im Herbst 2020 die *Agentur für Innovation in der Cybersicherheit GmbH,* kurz *Cyberagentur,* gegründet. Das Team der *Cyberagentur* forscht nicht selbst, sondern entwickelt Projekte, auf deren Basis Forschungsaufträge ausgeschrieben und an Forschende aus Wissenschaft und Privatwirtschaft vergeben werden. Die *Cyberagentur* adressiert eine breite Palette von Themen im Bereich der inneren und äußeren Sicherheit, insbesondere im Bereich vertrauenswürdige und resiliente Informationstechnik, Mensch-Technik-Interaktion und KI. Aktuelle Fragestellungen beschäftigen sich mit Nano- und Quantentechnologie, Weltraum und maritimer Sicherheit, Bionik und Gehirn-Computer-Schnittstellen, prädiktiver Analytik, autonomen Systemen sowie Kryptografie.

Ressortübergreifend bündelt das *Forschungsrahmenprogramm zur IT-Sicherheit – Digital. Sicher. Souverän.* die Aktivitäten zur IT-Sicherheitsforschung und fördert die Entwicklung sicherer, innovativer IT-Lösungen für Bürgerinnen und Bürger, Wirtschaft und Staat. Das Rahmenprogramm, das 2021 erschienen ist, berücksichtigt sowohl technologische als auch gesellschaftliche Themen in der IT-Sicherheitsforschung. Dabei basiert das Programm fest auf europäischen Normen und Werten wie Freiheit, Demokratie, Rechtsstaatlichkeit und informationeller Selbstbestimmung, die die Bundesregierung als Innovationstreiber für eine menschengerechte Digitalisierung versteht.

Mit dem Forschungsrahmenprogramm stellt das BMBF bis 2026 mindestens 350 Mio. Euro bereit. Aufbauend auf strategischen Zielen und identifizierten Herausforderungen definiert das Rahmenprogramm verschiedene Ansätze zur Umsetzung. Das Rahmenprogramm versteht sich dabei als lernendes Programm, das in einen Dialog mit verschiedenen Zielgruppen tritt und somit in der Lage ist, Fokusthemen und Förderinstrumente kontinuierlich und bedarfsgerecht anzupassen. Besonders hervorzuheben in der deutschen Forschungslandschaft zur Cybersicherheit sind das Nationale Forschungszentrum für angewandte Cybersicherheit ATHENE und das CISPA Helmholtz-Zentrum für Informationssicherheit, die zu den weltweit führenden Forschungseinrichtungen in diesem Bereich zählen.

Nationales Koordinierungszentrum für Cybersicherheit (NKCS)

Die Stimulierung von Forschung, Entwicklung und Innovation im Bereich der Cybersicherheit – das ist die Aufgabe des Nationalen Koordinierungszentrums für Cybersicherheit (NKCS). Das NKCS ist eine gemeinsame Kooperationsplattform von BMI, BMWK, BMVg und BMBF sowie des Bundesamts für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI), des Forschungsinstituts CODE an der Universität der Bundeswehr München und des DLR Projektträgers. Wesentliche Aufgabe des NKCS ist die Beratung und Unterstützung zu EU-Fördermaßnahmen sowie die Stärkung der nationalen Cybersicherheits-Community. Zudem unterstützt das NKCS die Europäische Kommission und das Europäische Kompetenzzentrum für Cybersicherheit in Industrie, Technologie und Forschung ECCC bei der Ausarbeitung der Arbeitsprogramme von Digital Europe und des Forschungsrahmenprogramms Horizon Europe. Während die Gesamtkoordination beim BMI liegt, übernimmt das BSI die Rolle als Kopfstelle („Single Point of Contact“) für das Kompetenzzentrum, für das europäische Netzwerk der nationalen Koordinierungszentren und die Cybersicherheits-Community.

Die Fördermaßnahme *Innovationshub für Quantenkommunikation* des Forschungsrahmenprogramms zielt auf die Erforschung von Quantenkommunikation, die eine zentrale Rolle spielen wird, wenn es um abhörsichere Kommunikation sowie den Schutz vor der Entschlüsselung von Daten durch Quantencomputer geht. Ziel ist es, ein umfassendes Forschungsnetzwerk aufzubauen, um deutschlandweite Aktivitäten zu bündeln. So sollen technologische Grundlagen frühzeitig entwickelt und patentrechtlich geschützt werden, um das Feld maßgeblich mitzugestalten und eine führende Position im globalen Markt einzunehmen.

Durch die Richtlinie *Plattform Privatheit – IT-Sicherheit schützt Privatheit und stützt Demokratie* werden Forschungsvorhaben gefördert, die Wissen schaffen, das Bürgerinnen und Bürger befähigt, sich mit den Gefahren der Digitalisierung im Hinblick auf Privatheit und Selbstbestimmung auseinanderzusetzen und entsprechend verantwortungsbewusst zu handeln. Zugleich sollen innovative Lösungen und Geschäftsmodelle unterstützt werden, die europäische Werte und Grundrechte in Bezug auf Privatheit, sichere Datennutzung und informationelle Selbstbestimmung in datenschutzfreundliche Technologien überführen. Auf diese Weise werden auch die Souveränität und Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands gestärkt.

Die datenschutzkonforme Nutzung von sensiblen Daten wird zudem im Forschungsnetzwerk Anonymisierung für eine sichere Datennutzung adressiert. Das Spannungsfeld zwischen Datennutzung und Datenschutz trägt dazu bei, dass das Potenzial der Digitalisierung und darauf aufbauender Anwendungen,



Blick in eines der Labore von KASTEL Security Research Labs

Dienste und Geschäftsmodelle in Deutschland noch nicht umfassend genutzt wird. Das mit rund 70 Mio. Euro vom BMBF geförderte Forschungsnetzwerk hat zum Ziel, mithilfe eines ermöglichenden Datenschutzes die Verfügbarkeit von Daten zu erhöhen und die Potenziale der Digitalisierung in der Wirtschaft, Politik und Gesellschaft stärker zu nutzen (→ **Infobox: Datenanonymisierung in der Medizin**).

Tief in digitale Produkte und Prozesse und den Alltag von unzähligen Menschen integrierte KI-Technologie muss hohen Sicherheitsanforderungen genügen und im Einklang mit ethischen Werten operieren. Außerdem kann moderne KI-Technologie dazu missbraucht werden, Cyberangriffe auf Menschen und IT-Systeme noch effektiver und effizienter durchzuführen. Fokus der BMBF-Fördermaßnahme *Sichere Zukunftstechnologien in einer hypervernetzten Welt: Künstliche Intelligenz* ist es deshalb, Lösungen für den sicheren

Datenanonymisierung in der Medizin

Das Kompetenzcluster „Anonymisierung für medizinische Anwendungen (AnoMed)“ hat das Ziel, die Forschung an Technologien, Verfahren und Methoden zur Anonymisierung in der Medizin zu bündeln, indem ein Anonymisierungswettbewerb für medizinische Anwendungen und eine Benchmarking-Plattform aufgebaut werden. AnoMed wird für die Plattform eine Reihe medizinischer Referenzaufgaben für Datensätze aufbereiten. Zusätzlich sollen Angriffsverfahren zur Deanonymisierung entwickelt und neue Anonymisierungsverfahren erforscht werden. Dies bietet Potenziale für Innovationen und neue Behandlungsmethoden, von denen nicht nur Patientinnen und Patienten, sondern auch die medizinische Industrie im gesamten europäischen Wirtschaftsraum profitieren kann.

Einsatz von KI-Technologien voranzubringen. Die Forschungsexpertise im Überschneidungsbereich von IT-Sicherheit und KI soll ausgebaut und der Transfer in die Praxis beschleunigt werden. Durch die Zusammenarbeit von Unternehmen und Forschungseinrichtungen soll das vorhandene Know-how auf Umsetzungspartner aus der Wirtschaft transferiert und in die Anwendungen gebracht werden.

Das Phänomen der Verbreitung von irreführenden und falschen Informationen sowie Verschwörungserzählungen hat in den vergangenen Jahren stark zugenommen. Desinformationskampagnen werden gezielt eingesetzt, um das Vertrauen der Bevölkerung in demokratische Institutionen zu untergraben. Vor diesem Hintergrund fördert das BMBF im Rahmen des *Forschungsrahmenprogramms zur IT-Sicherheit* Forschungsvorhaben zur besseren Identifikation von Desinformation, dem besseren Verständnis ihrer schädlichen Wirkungen sowie zur Entwicklung von Ansätzen zur Bekämpfung von Desinformation. Im Februar 2022 wurde die Förderung von zehn neuen Forschungsprojekten zum Thema bekanntgegeben. Diese werden mit insgesamt rund 16 Mio. Euro für je drei Jahre unterstützt. Diese Forschung hat enge Anknüpfungspunkte zur Forschung zum gesellschaftlichen Zusammenhalt (**IV 6.1 Forschung in den Geistes-, Kultur- und Sozialwissenschaften**).

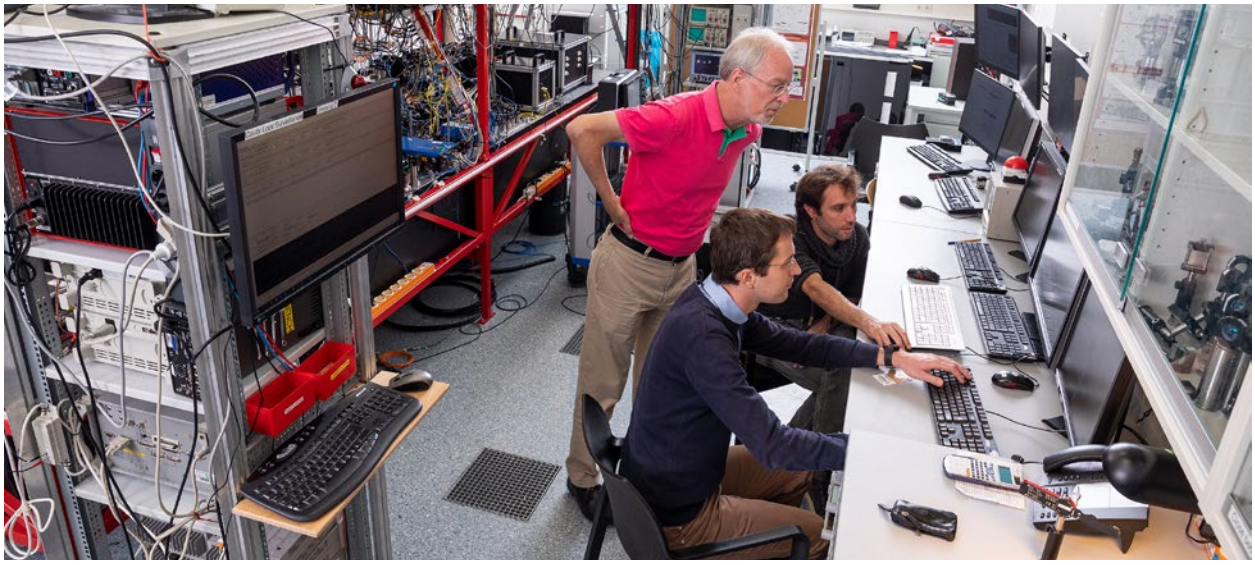
Das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) ist die Cyber-Sicherheitsbehörde des Bundes. Es versteht sich als Gestalter einer sicheren Digitalisierung in Deutschland und befasst sich als ressortübergreifendes Kompetenzzentrum mit allen Belangen rund um die IT-Sicherheit. Eine wesentliche Aufgabe des BSI besteht in der Abwehr und Analyse von Cyberangriffen auf die Regierungsnetze und die Bundesverwaltung. Darüber hinaus fungiert das BSI auch als Ansprechpartner für weitere Akteurinnen und Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft und stellt Informationen und Empfehlungen für mehr Cybersicherheit bereit und leistet die Zertifizierung und Akkreditierung von IT-Produkten und -Dienstleistungen. Durch das IT-Sicherheitsgesetz 2.0, das 2021 verabschiedet wurde, ist der Auftrag des BSI erweitert worden. Der digitale Verbraucherschutz, der Bürgerinnen und Bürger zu Risiken von Technologien, Produkten, Dienstleistungen und Medienangeboten aufklärt, ist damit zu einem weiteren Tätigkeitsfeld für das BSI geworden.

Die vom BMWK im Jahr 2021 eingerichtete Transferstelle für IT-Sicherheit im Mittelstand (TISiM) wurde im Juli 2023 von der Transferstelle Cybersicherheit im Mittelstand mit einem neu ausgerichteten Profil abgelöst (**III 3.2 Innovativer Mittelstand**). Zudem hat das BMWK im November 2022 das DLR-Institut für KI-Sicherheit eröffnet.

Weitere Informationen im Internet:

- Cybersicherheitspolitik des Bundes: Agenda und Strategie
- Cybersicherheitsstrategie für Deutschland
- Cybersicherheitsagenda
- Forschungsrahmenprogramm der Bundesregierung zur IT-Sicherheit
- Agenda Cybersicherheitsforschung des BMBF
- IT-Sicherheitsforschung: Digital, sicher und souverän
- Zentrale Stelle für Informationstechnik im Sicherheitsbereich (ZITiS)
- Nationales Koordinierungszentrum für Cybersicherheit (NKCS)
- Agentur für Innovation in der Cybersicherheit GmbH
- Fake News erkennen, verstehen, bekämpfen
- Innovationshub Quantenkommunikation
- Plattform Privatheit – IT-Sicherheit schützt Privatheit und stützt Demokratie
- Plattform Privatheit – Forschung für ein selbstbestimmtes Leben in der digitalen Welt
- Forschungsnetzwerk Anonymisierung
- Projekt AnoMed
- ATHENE – Nationales Forschungszentrum für angewandte Cybersicherheit
- CISPA – Helmholtz-Zentrum für Informationssicherheit
- Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI)
- DLR-Institut für KI-Sicherheit
- Transferstelle Cybersicherheit im Mittelstand

4.6 Quantentechnologien



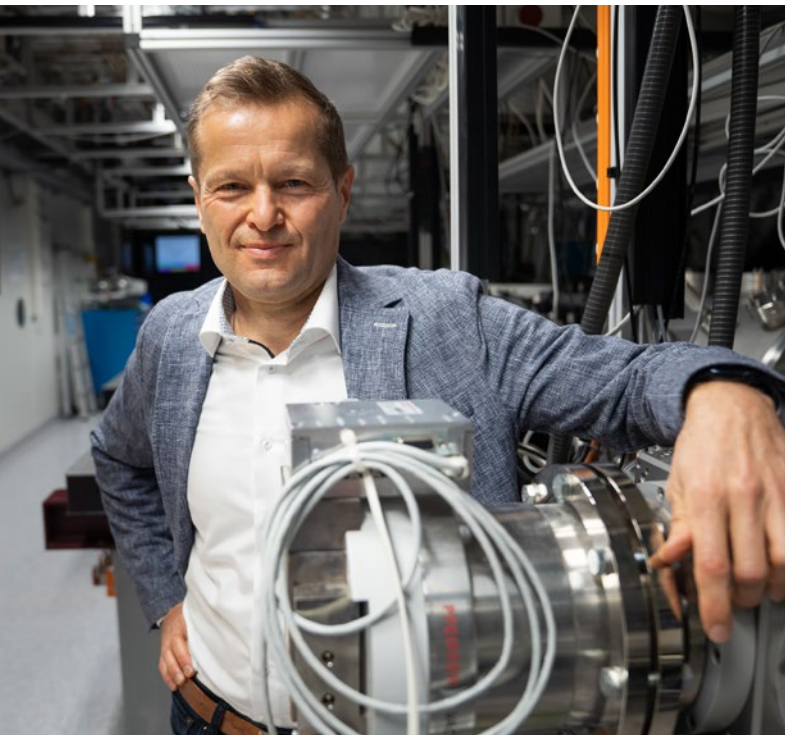
Physiker arbeiten in ihrem Labor am Max-Planck-Institut für Quantenoptik an der Entwicklung von Quantennetzwerken und einem zukünftigen Quanteninternet.

Mit den Quantentechnologien steht der nächste grundlegende Technologiesprung bevor. Die neuen Technologien kombinieren die Potenziale quantenphysikalischer Effekte mit Schlüsseltechnologien wie Photonik und Materialforschung. Vielfältige neue Anwendungen in Industrie und Gesellschaft werden möglich, z. B. für die Optimierung von Verkehrsflüssen, die sichere Navigation autonomer Fahrzeuge oder die schnellere Entwicklung neuer Medikamente.

Mit Quantensensoren können u. a. Schadstoffe in Lebensmitteln erkannt oder Altmunition aufgespürt werden. Vor dem Hintergrund des enormen Potenzials dieser Schlüsseltechnologie hat die Bundesregierung im Frühjahr 2023 ihr *Handlungskonzept Quantentechnologien* beschlossen, das den strategisch-koordinierenden Rahmen für die Aktivitäten in dem Themenbereich von 2023 bis 2026 bildet. Darin stehen drei Handlungsfelder im Fokus: Quantentechnologien sollen in die Anwendung gebracht, die Technologieentwicklung zielgerichtet vorangetrieben und exzellente Rahmenbedingungen für ein starkes Ökosystem geschaffen werden.

In dem im Juni 2022 veröffentlichten Forschungsprogramm *Quantensysteme – Spitzentechnologie entwickeln. Zukunft gestalten.* bündelt das BMBF die beiden Zukunftsthemen Quantentechnologien und Photonik und beschreibt den entsprechenden strategischen Rahmen für die Forschungsförderung der nächsten zehn Jahre. Ziel des Programms ist es insbesondere, Deutschlands Wettbewerbsfähigkeit im Quantencomputing und der Quantensensorik auszubauen, in die Weltspitze aufzusteigen und die technologische Souveränität zu stärken. Das Forschungsprogramm basiert auf den Erkenntnissen der *Agenda Quantensysteme 2030*, an der mehr als 300 Expertinnen und Experten aus Wirtschaft und Wissenschaft mitgewirkt haben, und nutzt zudem Lehren und Best Practices aus den vorangegangenen Programmen *Quantentechnologien – von den Grundlagen zum Markt* sowie *Photonik Forschung Deutschland*.

Aus dem *Konjunktur- und Zukunftspaket* stellt das BMBF bis 2025 insgesamt 1,1 Mrd. Euro zur Verfügung. Zwei in diesem Rahmen veröffentlichte Fördermaßnahmen zielen durch den Aufbau von Demonstrations-Quantencomputern sowie die Durchführung von Projekten, die im Bereich der Quanteninformatik für Anwendungsgebiete in Wirtschaft oder Wissenschaft perspektivisch einen nützlichen Quantenvorteil erzielen sollen, auf die Entwicklung eines Innovationsökosystems für das Quantencomputing.



Nobelpreisträger Prof. Ferenc Krausz im Beamline Labor des Max-Planck-Instituts für Quantenoptik

Darüber hinaus hat das BMBF weitere Fördermaßnahmen auf den Weg gebracht. *Quantum Future Education* und *Quantum Future Nachwuchsgruppen* zielen auf die Aus- und Weiterbildung von Fachkräften und Nachwuchsforschenden. Der Aufbau einer Forschungsfabrik soll die technologische Infrastruktur für die Systemintegration stärken, während im Rahmen von *QuNET* die technologischen Grundlagen für den künftigen Einsatz von Quantenkommunikation in Behördennetzwerken erforscht werden. Zudem werden zur Stärkung des Technologietransfers im Innovationshub für Quantenkommunikation sechs industriegeführte Projekte und ein Schirmprojekt gefördert. Die Förderung der *Forschung zur Quantenkommunikation erfolgt im Forschungsrahmenprogramm zur IT-Sicherheit – Digital. Sicher. Souverän.* (**IV 4.5 IT- und Cybersicherheit**). Zwei weitere Fördermaßnahmen unterstützen Leuchttürme der Quantensensorik, die ein enormes gesellschaftliches Potenzial haben, sowie Forschungseinrichtungen und Hochschulen in ihrem Bestreben, ihr Forschungsprofil im Bereich Quantentechnologien zu schärfen. Im Rahmen weiterer Bekanntmachungen werden u. a. wissenschaftliche Vorprojekte, innovative Materialien und Prozesse für Quantensysteme sowie quantentechnologische und photonische Systemlösungen für Herausforderungen im Bereich des Umwelt- und Klimaschutzes, der Biodiversität, der nachhaltigen Energiesysteme und der Ressourcenschonung gefördert.

Komplementär dazu fördert das BMWK seit 2021 aus Mitteln des *Konjunktur- und Zukunftspakets* über eine vierjährige Laufzeit den Aufbau von Konsortien, die einen Quantencomputer in Deutschland sowie entsprechende Software und Anwendungen entwickeln, sowie den Aufbau eines industriellen Innovationszentrums. Für die Umsetzung der Fördermaßnahme entfällt der Großteil des Gesamtfördervolumens in Höhe von 878 Mio. Euro auf das DLR, das weitere Partner aus der Industrie, KMU und Start-

Erforschung optischer Quantentechnologien

Optische Quantentechnologien spielen eine bedeutende Rolle bei der Steigerung der Robustheit und Genauigkeit von Satellitennavigationssystemen, wie dem europäischen Galileo-System. Um langfristig im Weltraum einsatzfähig zu sein, müssen diese Technologien jedoch den extremen Bedingungen des Weltraums standhalten. Im Rahmen der vom BMWK geförderten DLR-Flaggschiff-Projekte „COMPASSO“ und „BECCAL“ werden optische Quantentechnologien (weiter-)entwickelt. Das im Jahr 2021 gestartete „COMPASSO“-Projekt zielt darauf ab, innovative optische Uhren und Laserterminals zu entwickeln, die speziell für den Einsatz im Weltraum konzipiert sind. Diese werden intensiv auf der Internationalen Weltraumstation (ISS) getestet, um ihre Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit sicherzustellen. Die Untersuchung der Eigenschaften von Bose-Einstein-Kondensaten unter Schwerelosigkeit mit dem Ziel, neue Technologien für die Raumfahrt zu entwickeln, steht im Mittelpunkt von „BECCAL“.

ups einbindet. Darüber hinaus unterstützt das BMWK die Errichtung eines Kompetenzzentrums für Quantentechnologie an der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt (PTB) und stockt die Fördergelder für das bereits laufende Projekt „PlanQK“, mit dem eine Plattform und ein Ökosystem für quantenunterstützte KI entwickelt wird, sowie für das *Nationale Weltraumprogramm*, um die speziell auf die Raumfahrt ausgerichtete Quantentechnologie zu unterstützen, auf.

Um das Innovationspotenzial von KMU zu stärken und den Technologietransfer aus dem vorwettbewerblichen Bereich in die praktische Anwendung zu verbessern, fördert das BMBF gezielt industrielle vorwettbewerbliche FuE-Aktivitäten von KMU mit der Maßnahme *KMU-innovativ: Photonik und Quantentechnologien*. Darüber hinaus hat das BMBF mit *Enabling Start-up – Unternehmensgründungen in den Quantentechnologien und der Photonik* eine Fördermaßnahme initiiert, die sich gezielt an junge Unternehmen richtet. Mit dieser Unterstützung sollen mehr innovative Ideen aus Hochschulen und Forschungseinrichtungen ausgegründet und somit in die Anwendung und wirtschaftliche Verwertung gebracht werden.

Im Rahmen des Forschungsprogramms *Quantensysteme – Spitzentechnologie entwickeln. Zukunft gestalten.* fördert das BMBF unter dem Titel *Quantum International* länderübergreifende Kooperationen in den Quantentechnologien. Das BMBF vertritt Deutschland zudem auf internationaler Ebene in der *Photonics21 Mirror Group*, einem zwischenstaatlichen Austauschgremium zu nationaler und europäischer FuI-Politik im Bereich der Photonik. Im April 2022 hat das BMBF einen Aufruf zur Förderung von transnationalen Forschungsprojekten im Rahmen der Zusammenarbeit mit der *Photonics21 Mirror Group* sowie dem Netzwerk *Eureka* veröffentlicht. Zugleich ist Deutschland an der Gestaltung des europäischen Großprojekts *Quantum Flagship* sowie an Projekten im Rahmen des *QuantERA*-Programms, eines europäischen Netzwerks von 41 Förderorganisationen aus 31 Ländern, beteiligt. Darüber hinaus unterstützt das BMBF den Aufbau einer europaweiten Quantenkommunikationsinfrastruktur (EuroQCI) durch Förderprojekte und Beteiligung an der Arbeitsgruppe EuroQCI der Europäischen Kommission.

Weitere Informationen im Internet:

- Handlungskonzept Quantentechnologien der Regierung
- Photonikforschung Deutschland
- Rahmenprogramm Quantentechnologien
- Quantensysteme
- Quantentechnologien – Wissenschaftliche Vorprojekte
- Innovative Materialien und Prozesse für Quantensysteme
- Forschungsrahmenprogramm zur IT-Sicherheit
- QuNET-Initiative
- Innovationshub für Quantenkommunikation
- Quantentechnologische und photonische Systemlösungen
- Quantentechnologien
- Quantentechnologie-Kompetenzzentrum an der PTB
- KMU-innovativ: Photonik und Quantentechnologien
- Enabling Start-up – Unternehmensgründungen in den Quantentechnologien und der Photonik
- Photonics21 Mirror Group (engl.)
- Quantum Flagship (engl.)
- QuantERA ERA-NET (engl.)
- EuroQCI

4.7 Mikroelektronik



Ein Wafer wird unter einem Mikroskop am Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme untersucht.

Von Mobiltelefonen, Haushalts- und Unterhaltungselektronik über Industriemaschinen bis hin zu moderner Medizintechnik: Mikroelektronik ist überall enthalten und bestimmt die Fähigkeiten digitaler Systeme. Da sie somit eine große Bedeutung für alle Lebens- und Wirtschaftsbereiche hat, wird die weitere Forschung und Entwicklung und insbesondere auch die technologische Souveränität in diesem Bereich gestärkt. Bei der Förderung zukünftiger Elektronik, insbesondere von Mikrochips, wird besonderer Wert darauf gelegt, dass sie Anforderungen an Vertrauenswürdigkeit und Nachhaltigkeit genügt.

Das BMBF hat mit dem Aufbau der *Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD)* den größten standortübergreifenden, virtuellen FuE-Zusammenschluss für die Mikro- und Nanoelektronik in Europa mit insgesamt 350 Mio. Euro gefördert. Die 13 außeruniversitären Forschungseinrichtungen, die in der Forschungsfabrik kooperieren, führen ihre Forschungskapazitäten und ihre Kompetenzen institutsübergreifend zusammen und bieten somit eine einzigartige gebündelte Kompetenz- und Infrastrukturvielfalt. Die *FMD* ist 2021 fertiggestellt worden und hat seither den Regelbetrieb aufgenommen. Mit den drei Elementen „Quantencomputing und neuromorphes Computing (FMD-QNC)“, dem Kompetenzzentrum „Green ICT @ FMD“ und der „Mikroelektronik-Akademie (MEA)“ der *FMD* werden die Bereiche Next Generation Computing, nachhaltige Entwicklung in der Informations- und Kommunikationstechnologie sowie moderne Ausbildungsangebote im Bereich Mikro- und Nanoelektronik vorangetrieben.

Mit dem aktuellen Rahmenprogramm *Mikroelektronik. Vertrauenswürdig und nachhaltig. Für Deutschland und Europa* (2021–2024) treibt die Bundesregierung die forschungsintensive Mikroelektronik voran. Ziel ist, die vorhandenen Stärken auszuweiten, die bestehenden kritischen und teilweise einseitigen Abhängigkeiten zu reduzieren und eine aktive Standortpolitik zur Ansiedlung internationaler Mikroelektronikkonzerne zu unterstützen. Da die Mikroelektronik immer mehr zum kritischen Faktor in Anwenderindustrien wie Automobil- und Maschinenbau, Energie- und Medizintechnik wird, liegt der Fokus auf Chip-Design, Spezialprozessoren und Heterointegration mit Vorteilen auch für den Mittelstand. Dabei setzt die Bundesregierung Schwerpunkte bei vertrauenswürdiger sowie ressourcensparender Elektronik. Auch der *EU Chips Act* soll als strategische Chance genutzt werden, um die Mikroelektronikforschung in Deutschland auf ein neues Niveau zu heben. Davon profitieren zukunftsweisende Anwendungen wie KI, Höchstleistungsrechnen, Kommunikationstechnologie, autonomes Fahren, Industrie 4.0, intelligente Energiewandlung sowie digitale Gesundheitsanwendungen.

Ein weiteres aktuelles Forschungsthema im Kontext des Rahmenprogramms liegt im Bereich Design-Instrumente für souveräne Chipentwicklung mit Open-Source (DE:Sign). Das BMBF fördert damit Vorhaben zur Erforschung neuer Entwurfswerkzeuge und -methoden sowie innovativer Chipdesigns mit dem Schwerpunkt auf quelloffenen Prozessen.

Der Schwerpunkt *Forschung für neue Mikroelektronik (ForMikro 2.0)* hat zum Ziel, den Transfer von Ergebnissen der Grundlagenforschung im Bereich Elektronikkomponenten und -systeme in die kommerzielle Anwendung zu beschleunigen.

Um die Innovationstätigkeiten von KMU zu fördern, hat das BMBF die Maßnahme *KMU-innovativ: Elektronik und autonomes Fahren; High Performance Computing* initiiert. Unterstützt werden sowohl Einzel- als auch Verbundvorhaben, die einen sichtbaren Anwendungsbezug haben und die Marktposition der beteiligten KMU stärken.

Um FuE zu innovativen mikroelektronischen Anwendungen auf europäischer Ebene zu unterstützen, beteiligt sich die Bundesregierung über das BMWK an zwei wichtigen Vorhaben von gemeinsamem europäischem Interesse (engl. *Important Project of Common European Interest; IPCEI*). Im Rahmen des 2019 gestarteten *IPCEI Mikroelektronik* fördern die fünf teilnehmenden Länder Deutschland, Frankreich, Italien, Österreich und das Vereinigte Königreich (auch nach dem Brexit) mit etwa 1,9 Mrd. Euro die gemeinsame Entwicklung neuer mikroelektronischer Produkte, wobei das BMWK Fördergelder in Höhe von bis zu 1 Mrd. Euro bereitstellt. Diese Gelder unterstützen u. a. den Bau von neuen Fertigungs- und Produktionsanlagen für Halbleiter und Chips.

Im Juni 2023 wurde ein zweites *IPCEI* in den Bereichen Mikroelektronik und Kommunikationstechnologien von der Europäischen Kommission beihilferechtlich genehmigt. Insgesamt sind am *IPCEI* 20 Staaten mit rund 100 teilnehmenden Unternehmen beteiligt, zwischen denen ca. 1.200 Kooperationen europaweit bestehen. Das BMWK koordiniert die Maßnahme unter den Mitgliedstaaten. Das *IPCEI* hat das Ziel, in den Bereichen aufzuholen, in denen Europa zum Teil technologisch von Drittstaaten abhängig ist. Deutschland beteiligt sich dabei mit 31 nationalen Projekten in 11 Bundesländern. Die deutschen Unternehmen investieren selbst mehr als 10 Mrd. Euro. Dazu werden insgesamt rund 4 Mrd. Euro gemeinsam von Bund und Ländern bereitgestellt. Dadurch sollen in Deutschland neue Halbleiterchips entwickelt, innovative Produktionsanlagen und Fertigungsstätten aufgebaut sowie mehr als 3.000 Arbeitsplätze geschaffen werden sowie weitere im lokalen Umfeld und in den vor- bzw. nachgelagerten Industrien.

Das BMBF beteiligt sich an dem europäischen Gemeinsamen Unternehmen (engl. *Joint Undertaking; JU*) *Key Digital Technologies (KDT),* welches paneuropäische Projekte zur Erforschung von elektronischen und integrierten photonischen Komponenten sowie den dazugehörigen eingebetteten Software-Systemen fördert. Ziel des Programms, das über den Zeitraum von 2021 bis 2027 läuft, ist es, eine selbstbestimmte Digitalisierung Europas zu fördern und den Weltmarktanteil der europäischen Mikroelektronik erheblich zu steigern. Durch gemeinsame Fördermittel aus *Horizont Europa* sowie den Mitgliedstaaten sollen Projekte im Umfang von insgesamt mehr als 5 Mrd. Euro ermöglicht werden, wobei die Industrie mindestens die Hälfte als Eigenmittel aufwenden will. Mit dem *EU Chips Act* ist *KDT* zu einem *Chips Joint Undertaking (CHIPS JU)* erweitert worden. Ziel ist es, die Wettbewerbsfähigkeit und Resilienz der technologischen und industriellen Basis für Halbleiter zu erhöhen und gleichzeitig die Innovationskapazität des Halbleiter-Ökosystems in Europa zu stärken. Darüber hinaus nimmt das BMBF an dem Cluster *Xecs* im Rahmen der Eureka-Forschungsinitiative teil.

Weitere Informationen im Internet:

- Mikroelektronikforschung
- Rahmenprogramm Mikroelektronik
- Fördermaßnahme ForMikro 2.0
- Fördermaßnahme DE:Sign
- Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland
- Richtlinie „Mikroelektronik-Forschungsfabrik neuartige Rechentechnologien“
- Mikroelektronik als Schlüsseltechnologie stärken
- IPCEI Mikroelektronik (engl.)
- Eureka-Cluster PENTA (engl.)
- PENTA-geförderte Projekte
- Eureka-Cluster Xecs (engl.)
- Key Digital Technologies (KDT)

4.8 Neue Materialien und Werkstoffe



Am Fraunhofer-Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik wird an nanofunktionalisierten Beschichtungen von Folien für Lebensmittelverpackungen geforscht.

Neue Materialien und Werkstoffe sind die Grundlage für vielfältige Innovationen in Industrie und Gesellschaft und können einen Beitrag zur Lösung der Herausforderungen leisten, die Klimawandel, Rohstoffversorgung, Urbanisierung und demografischer Wandel mit sich bringen. So können nachhaltige neue Werkstoffe die Material- und Energieeffizienz steigern, Produktionskosten senken, die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie erhöhen und die Lebensqualität verbessern. Damit ist die Materialwissenschaft zugleich eine Schlüssel- und eine Querschnittstechnologie.

Um der FuE zu Werkstofftechnologien neue Impulse zu geben, fördert das BMBF zwischen 2015 und 2024 die Materialforschung mit dem *Rahmenprogramm Vom Material zur Innovation* mit rund 100 Mio. Euro pro Jahr. Der Schwerpunkt der Förderung liegt auf der Entwicklung von innovativen Werkstoffen und Materialien, die in den Bereichen Energietechnik, Ressourcenschonung, Mobilität, Gesundheit und Lebensqualität und zukünftige Bausysteme Anwendung finden können. Die Materialforschung trägt zudem wichtige Erkenntnisse zur Batterieforschung bei (→ **IV 1.2 Erneuerbare und sichere Energieversorgung**). Im Februar 2022 hat das BMBF das Eckpunktepapier zur *Förderung der Materialforschung – Zeit zum Handeln!* veröffentlicht, mit dem eine strategische Neuausrichtung initiiert wurde. Demnach sollen sich die geförderten Materialentwicklungen an den Leitzielen Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung orientieren. Als neues Förderinstrument haben Material-Hubs die Funktion, relevante Akteurinnen und Akteure aus Wissenschaft, Wirtschaft, Politik und Gesellschaft zusammenbringen, damit gesellschaftliche Herausforderungen gemeinsam adressiert werden. Das Eckpunktepapier ist zudem ein Zwischenschritt auf dem Weg zu einem Forschungsprogramm, das voraussichtlich Anfang 2025 veröffentlicht wird. Ein Kernelement wird die Förderung der digitalisierten Materialforschung sein, die es erlaubt, durch den Einsatz computergestützter bzw. KI-Methoden, Materialien schneller und zielgerichteter zu erforschen, zu entwickeln und dabei deren Daten zum CO_2-Fußabdruck zu berechnen und Stoffkreisläufe zu schließen.

Mit Fokus auf Klimaschutz und Ressourcenschonung fördert das BMBF missionsorientiert und in thematisch verschiedenen Modulen die *Material-Hub-Initiative MaterialNeutral – Ressourcensouveränität durch Materialinnovationen.* Neben der Steigerung von Ressourcen- und Materialeffizienz zur Reduzierung von Treibhausgasemissionen ist es das Ziel, mit weniger Ressourcen gleich viel oder mehr Nutzen zu erreichen, um kritische Rohstoffabhängigkeiten zu reduzieren und eine hohe technologische Souveränität zu erzielen.

Um die nötige Methodenkompetenz im Bereich Digitalisierung bereitzustellen, fördert das BMBF konkret Digitalisierungsprozesse in der Materialforschung und Werkstoffentwicklung, u. a. im Rahmen der Initiative *MaterialDigital*. Die gleichnamige Innovationsplattform dient der Strukturierung des Themenfeldes und der Interaktion und Kommunikation der Beteiligten, die gemeinsam das Ziel verfolgen, einen virtuellen Materialdatenraum und entsprechende Datenstrukturen und Schnittstellen aufzubauen.

Zur Umsetzung des Themenfeldes „Biologisierung: Von der Natur lernen" des Eckpunktepapiers fördert das BMBF seit 2023 FuE-Projekte im Zuge einer zweiten Ausschreibung zur Biologisierung der Technik. Mit den Forschungsprojekten sollen neue Erkenntnisse im Bereich der biologisch inspirierten Materialien, Methoden und Werkzeuge gewonnen werden, die ihrerseits zu einer Erschließung wettbewerbsfähiger Anwendungs- und Verwertungsmöglichkeiten führen.

Weitere Maßnahmen zur Materialforschung nehmen einzelne Zielgruppen besonders in den Blick. Die Förderinitiative *NanoMatFutur* richtet sich gezielt an Nachwuchsforschende in den Materialwissenschaften und der Werkstofftechnologie, die ihre Ideen im Rahmen einer eigenen Forschungsgruppe nachhaltig umsetzen möchten. Die Fördermaßnahme *KMU-innovativ: Materialforschung* unterstützt innovationsfreudige KMU, die mittels Materialforschung bestehende Produktlösungen und Prozesse in ihrem Unternehmen verbessern oder neue Geschäftsfelder aufbauen wollen.

Um die Bedeutung von Leichtbau als Schlüsseltechnologie für die klimagerechte, nachhaltige und ressourcenschonende Transformation der Industrie zu unterstreichen, hat das BMWK Anfang 2021 die *Leichtbaustrategie für d*en Industriestandort Deutschland veröffentlicht (→ **IV 1.1 Zukunftsorientierte Wirtschaft und Industrie**). Darin sind Maßnahmen u. a. zur Förderung von FuE, Technologietransfer und Vernetzung, Digitalisierung, Aus- und Weiterbildung sowie für KMU und Unternehmensgründungen gebündelt. Die Leichtbaustrategie der Bundesregierung, die ressortübergreifend auf eine Stärkung des Leichtbaus zielt, wurde im Juli 2023 beschlossen. Sie zeichnet sich aus durch einen ganzheitlichen, branchen- und materialübergreifenden Ansatz, der die drei Dimensionen der Nachhaltigkeit – Ökologie, Ökonomie und Gesellschaft – adressiert.

Im Rahmen des auslaufendenden Technologietransfer-Programms *Leichtbau* fördert das BMWK marktnahe FuE-Vorhaben, um den Leichtbau in die breite industrielle Anwendung zu tragen und so u. a. den Hochlauf der Wasserstofftechnologie voranzutreiben. Auf diese Weise soll der Standort Deutschland zu einem grünen Leitmarkt werden, in dem der Leichtbau als Innovationstreiber für nachhaltiges, ressourcenschonendes Wirtschaften fungiert. Die Förderlinien des Programms legten Schwerpunkte u. a. auf Technologieentwicklung, CO_2-Einsparung und Ressourceneffizienz.

Mit der Initiative *Leichtbau* und ihrer Geschäftsstelle existiert eine zentrale Anlaufstelle, die insbesondere Unternehmen aus dem Mittelstand unterstützt. Zu den Aufgaben der Initiative zählen die Koordination des Themas, die Flankierung des branchenübergreifenden Technologietransfers, die Erarbeitung von Handlungsempfehlungen, die Publikationen von Anwendungsbeispielen sowie die Initiierung von Kooperationen. Das „Forum Leichtbau", ein Runder Tisch, zu dem aus dem ganzen Bundesgebiet Vertreterinnen und Vertreter aus Industrie, Forschung, Politik und Verwaltung zusammenkommen, dient als Plattform für den technologieübergreifenden und effizienten Wissenstransfer.

Weitere Informationen im Internet:

- Neue Werkstoffe und Materialien
- Rahmenprogramm Vom Material zur Innovation
- Eckpunktepapier zur Förderung der Materialforschung
- Nachhaltigkeit und Ressourcensouveränität durch Materialinnovationen
- Digitalisierung der Materialforschung
- Innovations-Plattform MaterialDigital
- Biologisierung der Technik
- Fördermaßnahme Nachwuchswettbewerb NanoMatFutur
- Fördermaßnahme KMU-innovativ: Materialforschung
- Leichtbau
- Leichtbaustrategie für den Industriestandort Deutschland
- Technologietransfer-Programm Leichtbau
- Leichtbauatlas

4.9 Interaktive Technologien und Robotik



Eine Forscherin steuert eine Indoor-Drohne mittels VR-Brille und Controllern.

Mensch und Maschine – noch nie hat sich diese Beziehung so rasant weiterentwickelt wie heute. Interaktive Technologien, die u. a. auf der Robotik basieren, optimieren die Interaktion von Menschen und Technik. Technische Fortschritte in diesem Bereich ermöglichen neue, konstruktive und entlastende Formen der Zusammenarbeit in zahlreichen Anwendungsfeldern, z. B. der Landwirtschaft, der Gesundheitsversorgung und Pflege, der Produktion, der Logistik und der Laborautomation. Bei der Robotik handelt es sich zudem um eine Schlüsseltechnologie, die eine große Hebelwirkung für die Wettbewerbsfähigkeit der Wirtschaft entfalten kann. Ein Ziel der Zukunftsstrategie Forschung und Innovation ist es daher, die Anwendungsbreite und Dynamik des Einsatzes von Robotik zu stärken.

Das BMBF hat dazu im November 2023 einen *Aktionsplan Robotikforschung* veröffentlicht, auf dessen Grundlage die Innovationspotenziale der KI-basierten Robotik erschlossen werden sollen. Der *Aktionsplan* bündelt die Robotik-Förderung des BMBF und richtet sie strategisch aus. So sollen Basistechnologien für die Robotik nutzbar gemacht und intelligente Robotik in die Anwendung gebracht werden. Mit einem dezentralen Robotics Institute Germany wird die Spitzenforschung vernetzt und Fachkräfte für die Robotik der Zukunft gefördert.

Besonders in der digital unterstützten Gesundheitsversorgung und Pflege eröffnen interaktive Technologien große Einsatzpotenziale. Anknüpfend an die Mission Gesundheit der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* sowie das *Rahmenprogramm Gesundheitsforschung der Bundesregierung* fördert das BMBF mit dem Forschungsprogramm *Miteinander durch Innovation* die anwendungsorientierte Forschung zu interaktiven Technologien in diesem Bereich (**IV 3.5 Digitalisierung in Gesundheitsforschung und -versorgung**).

KMU-innovativ: Zukunft der Wertschöpfung, eine 2023 veröffentlichte Förderrichtlinie, richtet sich gezielt an KMU, um diese bei ihren Forschungs-, Entwicklungs- und Transformationsvorhaben in neuen Anwendungsbereichen der betrieblichen Wertschöpfung, wie die Robotik, zu unterstützen.

In der *6G-Initiative* des BMBF stellen interaktive Technologien und die Robotik wichtige Anwendungsgebiete für zukünftige Kommunikationssysteme dar. So werden für die zu erwartenden Anwendungen in der Mensch-Maschine-Kollaboration hoch flexibel gestaltete Technologien für 6G in den Projekten entwickelt. Ein weiterer Schwerpunkt liegt in der Steigerung der Reaktionsgeschwindigkeit des Netzes durch neue Software- und Hardwareansätze, aber



auch durch schnellere Sensoren und Aktuatoren für robotische Systeme – auch auf Materialebene. Im Bereich der Anwendungen der vernetzten Robotik werden mit dem Deutschen Rettungsrobotikzentrum mobile Robotersysteme für die zivile Gefahrenabwehr gemeinsam mit Anwendern wie der Feuerwehr oder Rettungsdiensten erforscht. In weiteren Projekten der 6G-Initiative werden verlässliche Kommunikationssysteme für die vernetzte Produktion, zur Steuerung von Roboterfahrzeugschwärmen und das Industrial Metaverse untersucht. Die Ergebnisse der Projekte haben das Potenzial, die Industrie und die Start-up-Landschaft in Deutschland insbesondere für die Bereiche Robotik in der Industrie 4.0 sowie Assistenzsysteme in der Medizin und im Gesundheitswesen zu stimulieren.

Die Fördermaßnahme *Roboter für Assistenzfunktionen* unterstützt den Aufbau von Kompetenzzentren für Assistenzrobotik, die Roboter in definierten Anwendungsdomänen praxisnah erproben. Zugleich sollen Vorhaben unterstützt werden, die die Interaktion zwischen Mensch und Roboter oder robotischem System ganzheitlich erforschen und verbessern. Die geförderten Projekte untersuchen beispielsweise die Interaktionen von Robotern mit Passantinnen und Passanten im öffentlichen Raum, erproben einen sozialen Roboter für die Stadtverwaltung oder bieten als Wissensplattform Unterstützung u. a. bei der Erarbeitung von Benchmarks, Best Practices, Richtlinien und neuen Geschäftsmodellen für Assistenzroboter.

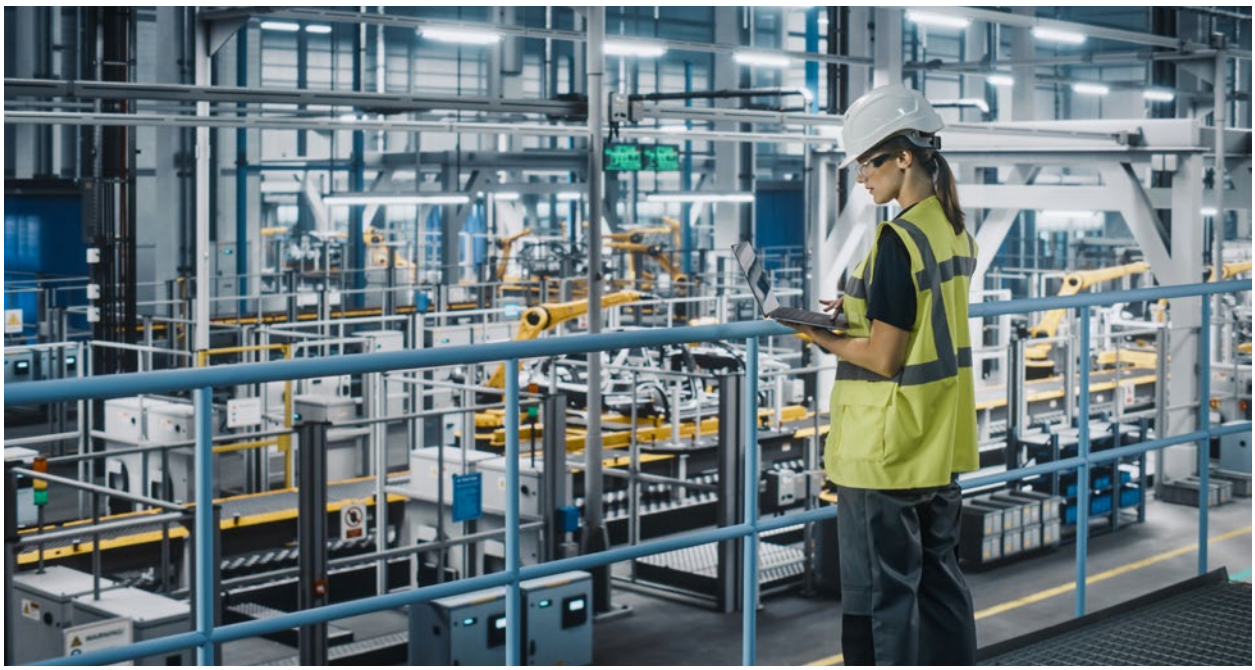
Weitere Informationen im Internet:

- Interaktive Technologien für Gesundheit und Lebensqualität
- KMU-innovativ: Zukunft der Wertschöpfung
- Roboter für Assistenzfunktionen: Interaktion in der Praxis
- DLR: Factory of the Future

Factory of the Future

Mit der Factory of the Future – Fabrik der Zukunft – am vom BMWK institutionell geförderten DLR soll die digitale Transformation robotergestützter Produktionsprozesse im Rahmen der Industrie 4.0 vorangetrieben werden. Mehrere DLR-Forschungsinstitute beteiligen sich an dem gemeinschaftlichen Projekt und greifen dabei zurück auf neue Erkenntnisse aus der Luft- und Raumfahrt. Auf dieser Basis werden verschiedene digitale Produktionstechnologien, Robotersysteme und -anwendungen entwickelt und demonstriert. Als Antwort auf die Erfordernisse der zukünftigen Produktion bietet die Fabrik der Zukunft eine große Bandbreite an Konzepten und Lösungsansätzen. Dazu zählen Mensch-Roboter-Kollaboration, mobile Manipulation, autonome Montage, additive Fertigungsverfahren, digitale Zwillinge und digitale Leitsysteme. Das Team des Forschungsprojekts präsentiert seine Ergebnisse in Workshops und auf Fachveranstaltungen.

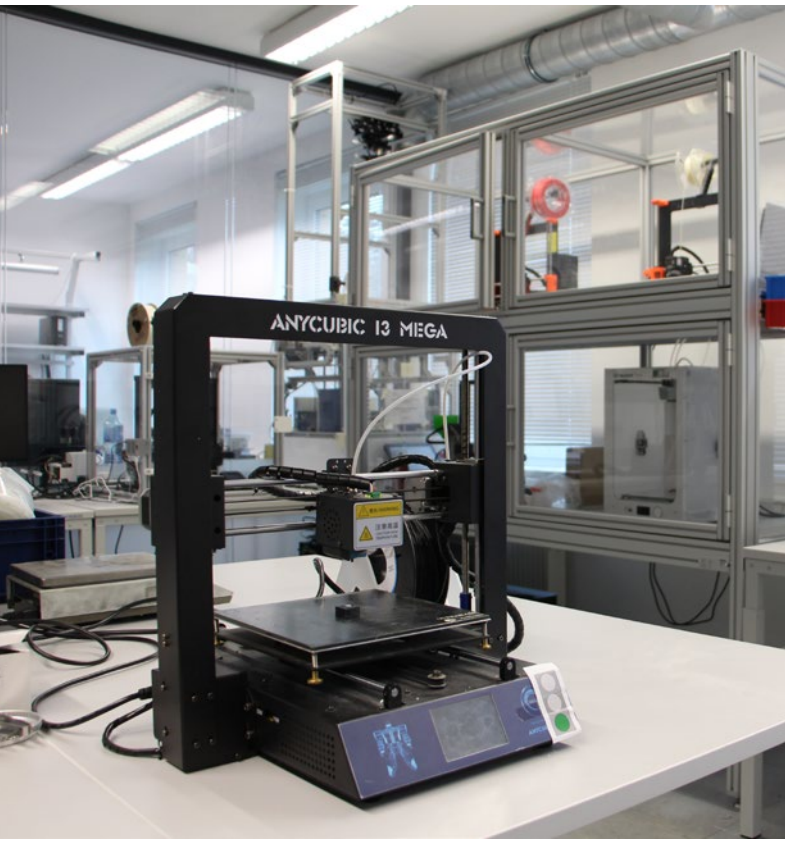
4.10 Wertschöpfungsforschung und Industrie 4.0



Die industrielle Produktion und produktionsnahe Dienstleistungen tragen wesentlich zur deutschen Wirtschaftsleistung bei. Beide unterliegen gegenwärtig einer umfassenden digitalen Transformation: So werden zunehmend cyber-physische Systeme eingesetzt und Teilbereiche mit modernen Softwarewerkzeugen vernetzt, die es dann ermöglichen, Daten zwischen verschiedenen Systemen auszutauschen und zu analysieren. Mit dem Potenzial der digitalen Innovationen lassen sich Wertschöpfungsprozesse – von der Fertigung, Logistik und Wartung bis hin zum Kundenservice – über Unternehmens- und Branchengrenzen hinweg intelligent miteinander vernetzen und flexibilisieren. Eine Entwicklung, die neue Geschäftsmodelle und individualisierte Produkte hervorbringen und Nachhaltigkeitspotenziale heben kann.

Dem zunehmenden Komplexitätsgrad moderner Wertschöpfungsprozesse trägt das neue Forschungsprogramm *Zukunft der Wertschöpfung – Forschung zu Produktion, Dienstleistung und Arbeit* der Bundesregierung Rechnung. Das Forschungsprogramm ist aktuell in den drei Handlungsfeldern kreislauffähige Wertschöpfung, datenorientierte Wertschöpfung und resiliente Wertschöpfung aktiv. Die Auswahl ist nicht endgültig. Es zählt zu den Aufgaben des Forschungsprogramms, weitere Handlungsfelder zu identifizieren, unterschiedliche Akteurinnen und Akteure zu eigenen wissenschaftlichen Gemeinschaften zusammenzuführen und sich während der Förderung agil weiterzuentwickeln.

Die Vielfalt der existierenden Wertschöpfungssysteme und unterschiedlichen Prinzipien, auf denen diese aufbauen, berücksichtigt das Programm *Zukunft der Wertschöpfung*, indem es das Forschungsfeld multiperspektivisch angeht. In den Handlungsfeldern werden daher jeweils sechs Perspektiven berücksichtigt: Dynamik von Wertschöpfungsketten, Menschen mit ihren Fähigkeiten und Kompetenzen, Geschäftsmodelle und Nutzerversprechen, möglichst effizienter Einsatz von Ressourcen, soziotechnische und methodische Innovationen sowie Formen der Kollaboration und Vernetzung. Von den ersten Ideen bis zum Transfer der Forschungsergebnisse in die Praxis bindet das Forschungsprogramm in allen Phasen Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmer sowie Arbeitgebervertretungen mit ein. Das BMBF stellt während der Laufzeit des Programms von 2021 bis 2027 Mittel in Höhe von bis zu 780 Mio. Euro bereit.



Ein 3-D-Drucker im Labor für Additive Fertigung und Kunststoffrecycling am Institut für Integrierte Produktion Hannover

Mit der BMBF-Fördermaßnahme *Beherrschung der Komplexität soziotechnischer Systeme – Ein Beitrag zum Advanced Systems Engineering (ASE) für die Wertschöpfung von morgen* wird ein Beitrag zum Umgang mit Komplexität in einer interdisziplinären Produktentstehung geleistet. Die technischen Systeme von morgen sind vernetzt, lernen eigenständig dazu, agieren autonom und sind damit der Schlüsselfaktor für die Ausgestaltung einer nachhaltigen Wirtschaft und Gesellschaft. Hierbei spielen neue Ansätze zur Organisationsgestaltung, Technologie- und Methodenkompetenz eine entscheidende Rolle.

Eine aktuelle Bekanntmachung im Rahmen des Forschungsprogramms *Zukunft der Wertschöpfung* zielt darauf ab, das Innovations- und Wettbewerbspotenzial von KMU zu stärken. Die Fördermaßnahme *Dynamische Wertschöpfungsnetzwerke im turbulenten Umfeld – Aufbau von Resilienz in produzierenden Unternehmen (Resipro)* unterstützt Forschungs- und Entwicklungsvorhaben (FuE), welche die Resilienz von Industrieunternehmen sowie von Wertschöpfungsketten und -netzwerken erhöhen und damit in Krisensituationen für verbesserte Handlungsoptionen Sorge tragen.

Mit der im April 2023 durch die Fördermaßnahme *KMU-innovativ: Zukunft der Wertschöpfung* abgelösten Fördermaßnahme *KMU-innovativ: Produktionsforschung* wurden seit 2007 FuE-Vorhaben im Bereich der Produktionsforschung, vor allem im Maschinen- und Anlagenbau, im Fahrzeugbau, der Elektro- und Informationstechnik, der Medizintechnik, der Messtechnik, der Steuer- und Regelungstechnik sowie der Optik, gefördert. Die im Juli 2023 veröffentlichte neue Fördermaßnahme adressiert neue Anwendungsbereiche der betrieblichen Wertschöpfung, wie z. B. die Robotik. Gefördert werden risikoreiche vorwettbewerbliche und unternehmensgetriebene Forschungs-, Entwicklungs- und Transformationsvorhaben. Im Fokus soll stehen, die Anwendungsumgebung zu gestalten und die Robotik unter technischen und/oder nicht technischen Aspekten in neue Einsatzgebiete zu integrieren. Darüber hinaus wird auch der Aufbau und Betrieb von KI-Demonstrationszentren gefördert, die in einem Transfernetzwerk KI in der Produktion (ProKI-Netz) mitarbeiten.

Zudem werden in der BMBF-Fördermaßnahme *Industrie 4.0 – GAIA-X-Anwendungen in Wertschöpfungsnetzwerken (InGAIA-X)* aktuell Projekte gefördert, die durch für den Mittelstand repräsentativen Use Cases zu Gaia-X-konformen Anwendungen und damit zur Schaffung eines Datenraumes „Industrie 4.0“ beitragen. Die Ausarbeitung solcher Gaia-X-konformen Netzwerke bietet die Möglichkeit, entsprechende Kollaborationen, Produktions- und Logistikprozesse unternehmensübergreifend effizienter zu gestalten.

Die Analyse von Dynamiken in und zwischen industriellen Plattformen steht im Mittelpunkt der aktuellen Bekanntmachung *Dynamiken digital vernetzter Wertschöpfungssysteme (DynaVer),* die das BMBF im Herbst 2023 veröffentlicht hat. Ziel ist es, Perspektiven der vernetzten Wertschöpfung zu entwickeln, indem die jeweiligen wissenschaftlichen Disziplinen und ihr Diskurs gestärkt werden.

Die Bundesregierung verfolgt das Ziel, die internationale Spitzenposition im produzierenden Gewerbe zu sichern und weiter auszubauen. Die Plattform Industrie 4.0, eines der weltweit größten Netzwerke zu diesem Thema, unterstützt bei der koordinierten Gestaltung der digitalen Transformation der Industrie. Neben der Bundesregierung wird die Plattform durch Wirtschaft, Verbände, Wissenschaft und

Arbeitnehmervertretungen getragen. Sechs Arbeitsgruppen, der Forschungsbeirat Industrie 4.0 und das Transfernetzwerk erarbeiten vorwettbewerbliche Konzepte, Lösungen und Handlungsempfehlungen zu den Schlüsselthemen der Industrie 4.0. Einige Schwerpunkte ihrer Aktivitäten sind Standardisierung und Normung, Sicherheit vernetzter Systeme, rechtliche Rahmenbedingungen, Technologie- und Anwendungsszenarien, Arbeit, Aus- und Weiterbildung sowie digitale Geschäftsmodelle. Die Plattform Industrie 4.0 organisiert zudem Informations- und Vernetzungsangebote sowie Veranstaltungen und koordiniert Kooperationen auf nationaler und internationaler Ebene. Schließlich wurde mit *Manufacturing-X* eine Initiative zur Digitalisierung von Lieferketten in der Industrie angestoßen, die das Ziel verfolgt, dass Unternehmen Daten über die gesamte Fertigungs- und Lieferkette souverän und gemeinsam nutzen können.

Im Förderrahmen *Zukunftsinvestitionen Fahrzeughersteller und Zulieferindustrie* unterstützt das BMWK seit August 2023 FuE von Basistechnologien und Anwendungsszenarien zur Umsetzung von Manufacturing-X mit der Förderrichtlinie *Digitalisierung der Fahrzeughersteller und Zulieferindustrie* und industrieller Lieferketten. Ziel ist die Schaffung eines branchenübergreifenden Datenökosystems, um einen vertrauensvollen, souveränen und dezentralen Datenaustausch in der Industrie zu gewährleisten. Dies ist die Grundlage für unternehmensübergreifende Datenkollaboration, wie sie für zahlreiche Anwendungsfälle notwendig ist. Im Mittelpunkt der Förderrichtlinie *Digitalisierung der Fahrzeughersteller und Zulieferindustrie* steht seit 2021 die Forschung und Entwicklung innovativer, datenorientierter Produktionsverfahren sowie die Integration von Industrie 4.0 in die Wertschöpfungssysteme der Fahrzeughersteller und Zulieferindustrie (→ **IV 1.3 Transformation des Mobilitätssystems**).

Weitere Informationen im Internet:

- Forschungsprogramm Zukunft der Wertschöpfung
- Dynamische Wertschöpfungsnetzwerke im turbulenten Umfeld
- KMU-innovativ: Zukunft der Wertschöpfung
- Demonstrations- und Transfernetzwerk KI in der Produktion
- KMU-innovativ: Produktionsforschung
- Plattform Industrie 4.0
- KI-Reallabor für Industrie 4.0
- Digitalisierung der Fahrzeughersteller und Zulieferindustrie
- Digitalisierung der Fahrzeughersteller und Zulieferindustrie und industrieller Lieferketten
- Chinesisch-deutsche Kooperation zu Industrie 4.0 und Smart Services
- Kanadisch-deutsche Kooperation im Bereich Industrie 4.0
- Zukunftsinvestitionen Fahrzeughersteller und Zulieferindustrie

4.11 Zukunft der Arbeit



Die zunehmende Digitalisierung führt zu neuen Formen der Arbeitsorganisation und -gestaltung. Durch die Einführung innovativer Technologien, insbesondere KI, werden in vielen Bereichen Arbeitsplätze und Tätigkeiten einen tiefgreifenden Wandel erfahren. Diese Entwicklungen und Trends frühzeitig zu identifizieren und zu verstehen ist die Grundlage dafür, um den Wandel der Arbeitswelt aktiv und in einer Weise zu gestalten, dass Betriebe und Beschäftigte gleichermaßen profitieren. Die Bundesregierung fördert daher die Erforschung der Zukunft der Arbeit und hat entsprechende Initiativen gestartet, um Akteurinnen und Akteure bei Veränderungen, die mit dem Wandel einhergehen, zu unterstützen.

Zum Rahmenprogramm *Zukunft der Wertschöpfung* zählt der Schwerpunkt *KMU-innovativ: Zukunft der Wertschöpfung.* In diesem Kontext fördert das BMBF Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, die u. a. das Ziel verfolgen, durch technologische und organisatorische Innovationen die Arbeitswelten in KMU zukunftssicher zu gestalten. Die Projekte betrachten Wertschöpfungssysteme aus allen Perspektiven und beschäftigen sich beispielsweise mit neuen Formen der Zusammenarbeit und Arbeit mittels digitaler Werkzeuge. Mit den regionalen Kompetenzzentren der Arbeitsforschung stärkt das BMBF die Arbeitsforschung in Deutschland auch langfristig. Die Maßnahme zielt darauf, arbeitswissenschaftliches Know-how regional verfügbar zu machen und so zur Gestaltung der Arbeitswelten der Zukunft beizutragen. Inhaltlich stehen der Einsatz von KI-Anwendungen sowie der Wandel zu einer zunehmend kreislauffähigen Wirtschaft im Fokus.

Die *Initiative Neue Qualität der Arbeit (INQA)* des BMAS unterstützt Unternehmen, insbesondere KMU, und ihre Beschäftigten bei der Gestaltung des Wandels der Arbeitswelt. In der Initiative engagieren sich Bund, Länder, Sozialversicherungsträger, Gewerkschaften, Stiftungen und Arbeitgeber gemeinsam für eine zukunftsfeste Unternehmenskultur und Personalpolitik, bei der der Mensch im Mittelpunkt steht. *INQA* versteht sich als Plattform, die Praxiswissen in den Handlungsfeldern Führung, Vielfalt, Gesundheit und Kompetenz sowie konkrete Unterstützung, etwa in Form von Beratung, Selbstchecks, Vernetzungsangeboten und Projektförderung für die Umsetzung in den

Betrieben bereitstellt. Ein zentrales Angebot von *INQA* ist das *ESF Plus*-Programm *INQA-Coaching*, welches deutschlandweit KMU dabei unterstützt, passgenaue Lösungen für die personalpolitischen und arbeitsorganisatorischen Veränderungsbedarfe im Zusammenhang mit der digitalen Transformation zu finden.

Im Rahmen von *INQA* werden zudem auch sogenannte Experimentierräume gefördert, in denen Akteurinnen und Akteure aus der betrieblichen Praxis und der Wissenschaft gemeinsam innovative Arbeitsansätze erproben können. Ein Förderschwerpunkt mit Laufzeit bis 2023 fokussierte auf die menschenzentrierte Einführung von KI im Betrieb (→ **Infobox: KIDD – KI im Dienst der Diversität**). Im Sommer 2023 starteten zehn neue Experimentierräume, die sich dem Thema organisationale Resilienz in Zeiten des beschleunigten Wandels widmen.

Im Rahmen des Programms *Zukunftszentren* unterstützt das BMAS mit 12 regionalen Zukunftszentren und dem „Haus der Selbstständigen" bundesweit Unternehmen, schwerpunktmäßig KMU, und ihre Beschäftigten dabei, die Veränderungsprozesse zu gestalten, die mit dem digitalen, demografischen und ökologischen Wandel und dessen Auswirkungen auf die Arbeitswelt einhergehen (→ **III 3.2 Innovativer Mittelstand**). Das dazugehörige Zentrum Zukunft der Arbeitswelt verfolgt das Ziel, Wissen zu bündeln, aufzubereiten und mit Expertisen aus eigenen Analysen sowie den Erkenntnissen und Lösungsansätzen aus den regionalen Zukunftszentren den Arbeitsmarktakteurinnen und -akteuren in Deutschland zur Verfügung zu stellen.



Mit der *Denkfabrik Digitale Arbeitsgesellschaft* hat das BMAS zudem eine interdisziplinär und agil arbeitende Abteilung eingerichtet, die verschiedene Perspektiven zusammenbringt, um Arbeit neu zu denken (→ **III 5.1 Moderner Staat**).

Darüber hinaus leistet das Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB), eine Forschungseinrichtung der Bundesagentur für Arbeit (BA), umfangreiche und vielfältige Spezialforschung zum Thema Arbeit in der digitalisierten Welt. Insbesondere die Arbeitsgruppe „Digitale und ökologische Transformation" beschäftigt sich mit den Arbeitsmarkteffekten der doppelten Herausforderung, wenn Digitalisierung und Defossilisierung gleichzeitig gemeistert werden müssen.

KIDD – KI im Dienst der Diversität

In elf *INQA*-Experimentierräumen wurden bis 2024 Lösungen und Strategien zur transparenten und menschenzentrierten Gestaltung von KI im Betrieb gefördert. So wurde auch das Projekt „KIDD – KI im Dienst der Diversität" unterstützt, in dessen Rahmen ein Konsortium aus acht Partnerorganisationen, darunter auch Unternehmen, einen Prozess für eine transparente, partizipative und inklusive Einführung von KI-Anwendungen in Unternehmen entwickelt hat. Ziel ist es, Digitalisierung in Unternehmen in einer Weise zu gestalten, die auf einer gerechten, transparenten und verständlichen Diskussion aufbaut. Der Prozess kann auf weitere Unternehmen und Organisationen übertragen werden. Die Projektergebnisse stehen der Öffentlichkeit unter kidd-prozess.de zur Verfügung.

Eine familienfreundliche Kultur steigert nachweislich die Attraktivität eines Arbeitgebers für Fachkräfte. Das Unternehmensprogramm *Erfolgsfaktor Familie* des BMFSFJ ist die zentrale Plattform zum Thema Vereinbarkeit von Familie und Beruf. In Kooperation mit den Spitzenverbänden der deutschen Wirtschaft, dem Deutschen Gewerkschaftsbund (DGB) sowie weiteren Verbänden ist es das Ziel, dass Familienfreundlichkeit zu einem Markenzeichen der deutschen Wirtschaft wird. Das Programm bündelt Informationen rund um Vereinbarkeitsthemen, darunter Erfolgsbeispiele und Erfahrungsberichte von familienfreundlichen Unternehmen, und stellt weitere Praxisbeispiele, Studien und Leitfäden bereit. Unternehmen können sich zudem im gleichnamigen Netzwerk, das bereits mehr als 8.600 Mitglieder umfasst, informieren und engagieren.

Weitere Informationen im Internet:

- Zukunft der Wertschöpfung: Forschung zu Produktion, Dienstleistung und Arbeit
- Regionale Kompetenzzentren der Arbeitsforschung
- Initiative Neue Qualität der Arbeit
- KI im Dienste der Diversität (KIDD)
- Zentrum Zukunft der Arbeitswelt (ZZA)
- Denkfabrik Digitale Arbeitsgesellschaft
- Institut für Arbeitsmarkt- und Berufsforschung (IAB)
- Unternehmensprogramm Erfolgsfaktor Familie



Weiterführende Verweise zu diesem und anderen Kapiteln finden Sie unter ***BuFI-Online-Angebot: Linkportal***.



Der erfolgreiche Start einer Ariane-5-Trägerrakete vom europäischen Weltraumbahnhof Kourou in Französisch-Guayana

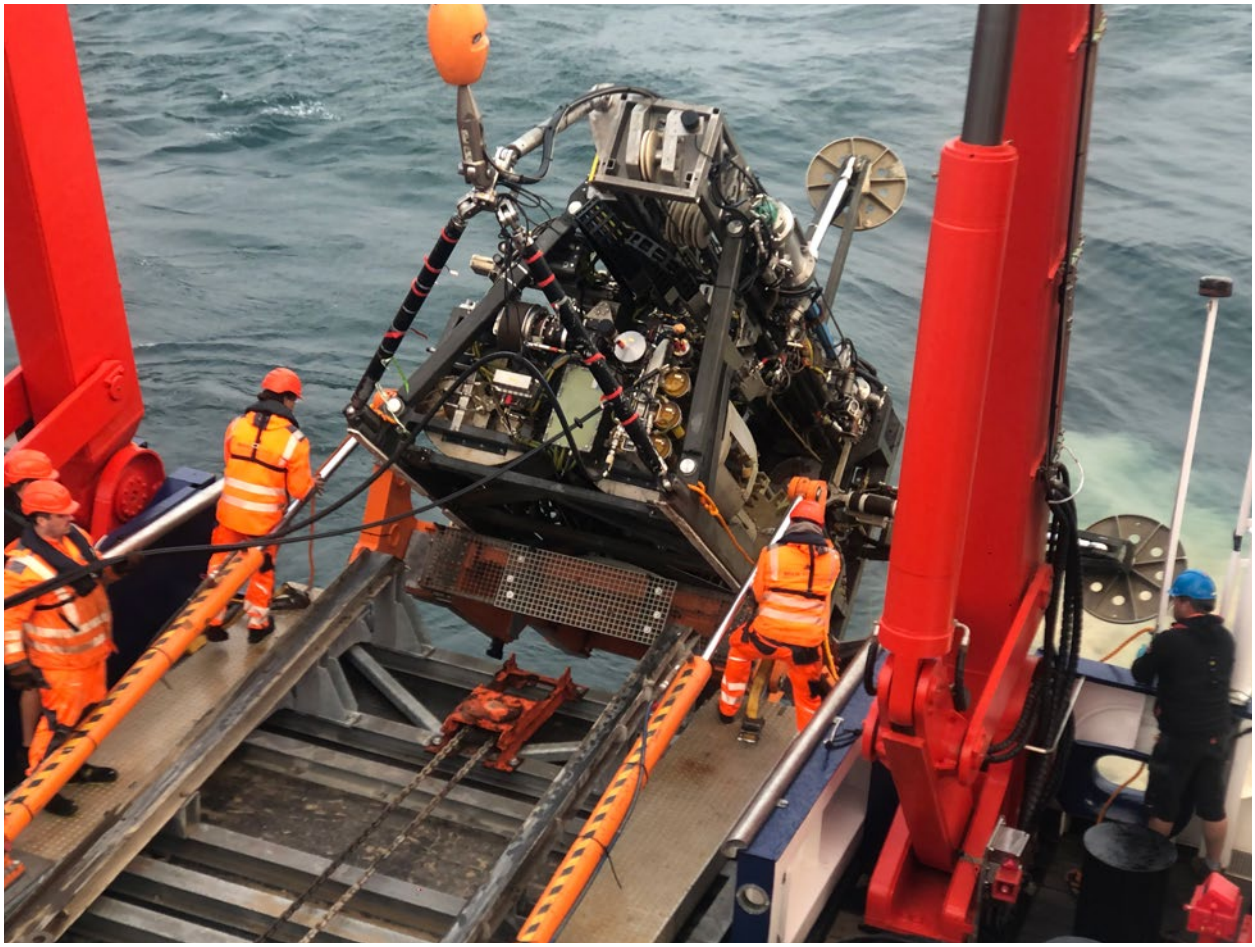
5 Weltraum und Meere

Sowohl das Universum als auch die Meere sind weiterhin in Teilen noch unbekannte Welten, in die der Mensch mithilfe modernster Instrumente immer weiter vorzudringen vermag. Wissenschaftliche Durchbrüche erweitern unser grundlegendes Wissen und erschließen neue Möglichkeiten für nachhaltige und klimaneutrale Anwendungen. Gleichzeitig treiben sie die technologische Entwicklung voran und stärken die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen maritimen und der Raumfahrtwirtschaft.

Die wissenschaftliche Erforschung des Weltraums liefert Antworten auf grundlegende Menschheitsfragen. Sie vermittelt ein tieferes Verständnis für die grundlegenden Eigenschaften der Materie und liefert Erkenntnisse über den Ursprung und die Entwicklung des Kosmos. Die Raumfahrt spielt überdies als zentrales Innovationsfeld eine wichtige Rolle für die Entwicklung von Zukunftstechnologien: für den Klimaschutz, die Wettbewerbsfähigkeit sowie die Sicherheit und technologische Souveränität Deutschlands und Europas.

Die Ozeane und Meere bilden mit einer noch immer nur ansatzweise erforschten Vielfalt an Arten und Lebensräumen das größte Ökosystem der Erde. Sie spielen eine entscheidende Rolle für den globalen Kohlenstoffhaushalt und das Klima. Auch kommt ihnen mit ihren vielfältigen Ökosystemleistungen und Nutzungsformen eine große sozioökonomische Bedeutung für viele Staaten zu.

Um die drängenden Herausforderungen unserer Zeit zu lösen, ist die weitere Erforschung des Universums und der Meere von maßgeblicher Bedeutung. Die technologische Entwicklung neuer Instrumente und Geräte lässt dabei große wissenschaftliche Durchbrüche in den kommenden Jahren erhoffen. Forschung und Innovation (FuI) tragen dazu bei, nicht nur unser Verständnis dieser teils noch unbekannten Welten zu erweitern, sondern auch neue Möglichkeiten zu deren nachhaltiger Nutzung aufzuzeigen. Diese Themen sind von hoher forschungs- und innovationspolitischer Priorität für die Bundesregierung. Deshalb sind in der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* die Stärkung der Raumfahrt sowie die Erforschung, der Schutz und die nachhaltige Nutzung von Weltraum und Meeren als eine von insgesamt sechs Missionen definiert.



Das Meeresboden-Bohrgerät MARUM-MeBo70 an Bord des deutschen Forschungsschiffs „Maria S. Merian“

5.1 Erforschung des Universums



Visualisierung von Teleskopen des geplanten Cherenkov Telescope Array Observatory (CTAO)

Die naturwissenschaftliche Grundlagenforschung – wie die Erforschung des Universums – erweitert beständig die Grenzen unseres Wissens und des technologisch Machbaren. Die Erforschung des Universums liefert Antworten auf die Frage nach dem Aufbau und Ursprung unseres Planeten, unseres Sonnensystems sowie des Weltalls. Erkenntnisse in diesem Bereich erweitern nicht nur das Wissen, sondern stellen auch die Basis für die Technologien von morgen und übermorgen dar und sind so Treiber von Innovationen.

Die Erforschung des Universums durch Teleskope, Teilchenbeschleuniger, Sensoren und Weltraummissionen bedingt ein hohes Maß an technologischen und finanziellen Fähigkeiten und Kapazitäten. Aufgrund ihrer Größe, Komplexität und Kosten arbeiten die Bundesregierung und die deutsche Wissenschaft eng mit europäischen und internationalen Partnern im Rahmen zwischenstaatlicher Organisationen, wie der Europäischen Weltraumorganisation (engl. European Space Agency; ESA) und der Europäischen Südsternwarte (engl. European Southern Observatory; ESO) zusammen und koordinieren sich z. B. im Europäischen Strategieforum für Forschungsinfrastrukturen (engl. European Strategy Forum on Research Infrastructures; ESFRI).

Die Realisierung internationaler Weltraummissionsbeteiligungen mit nationalen und internationalen Partnern erfolgt unter enger Beteiligung des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR). Dafür entwickelt und betreibt das DLR Instrumente zur Fern- sowie In-situ-Erkundung des Sonnensystems. Außerdem werden entscheidende Beiträge zur Entdeckung und Erforschung extrasolarer Planeten geleistet und so die Brücke zwischen Planetenforschung und Astronomie geschlagen, um u. a. eine zweite Erde zu entdecken.

Das *Rahmenprogramm Erforschung von Universum und Materie (ErUM)* gibt die strategische Ausrichtung für die naturwissenschaftliche Grundlagenforschung und die deutsche Beteiligung an Bau und Betrieb von – und an der Forschung mit – Großgeräten wie Teleskopen, Teilchenbeschleunigern und Observatorien mit Standorten in Deutschland oder in den Partnerländern weltweit vor. Insbesondere durch die

Förderung von Hochschulen und Forschungszentren bei der instrumentellen und methodischen Weiterentwicklung dieser Großgeräte wird die Erkundung und Erforschung des Universums massiv vorangetrieben. Zusammen mit den Programmteilen *ErUM-Data, ErUM-Pro* und *ErUM-Transfer* fördert das BMBF mit dem Rahmenprogramm exzellente Grundlagenforschung im Umfang von jährlich 1,5 Mrd. Euro (**III 1.1 Grundlagenforschung**).

Strukturstärkend baut die Bundesregierung zusammen mit dem Freistaat Sachsen seit 2023 das Deutsche Zentrum für Astrophysik (DZA) auf und stellt dafür bis 2038 mindestens 1,1 Mrd. Euro zur Verfügung (**Infobox: Deutsches Zentrum für Astrophysik (DZA)** sowie **III 2.2 Innovationsförderung in strukturschwachen Regionen**).

Das Wissenschaftsjahr 2023 – Unser Universum (**IV 6.3 Wissenschaftskommunikation und wissenschaftliche Politikberatung**) rückte die Raumfahrt zusammen mit der naturwissenschaftlichen Grundlagenforschung und der Großgerätelandschaft zur Erforschung des Universums verstärkt in den Fokus von Wissenschaft und Gesellschaft. Es schaffte Sichtbarkeit und weckte Neugierde für das Thema. Um den Erfolg des Wissenschaftsjahres 2023 fortzuführen, plant das BMBF 2024, einen „Astro-Tag“ zu initiieren, an dem deutschlandweit Veranstaltungen mit Bezug zum Universum stattfinden sollen.

Weitere Informationen im Internet:

- Europäische Weltraumorganisation ESA (engl.)
- Europäisches Strategieforum für Forschungsinfrastrukturen (ESFRI, engl.)
- Rahmenprogramm Erforschung von Universum und Materie
- Deutsches Zentrum für Astrophysik (DZA)
- Wissenschaftsjahr 2023 – Unser Universum

Deutsches Zentrum für Astrophysik (DZA)

In einem Technologiezentrum sollen die Grundlagen für neue astronomische Instrumente geschaffen werden. Dazu zählen Detektoren sowie Sensortechnologien für das sichtbare Lichtspektrum, die für weltraum- und bodengebundene Teleskope benötigt werden. Parallel dazu will das DZA Radiodetektoren für zukünftige Großteleskope sowie neue Methoden zum Bau von Spiegeln – insbesondere für Gravitationswellenteleskope – entwickeln. Ein intensiver Wissens- und Technologietransfer unter Einbindung von Partnern in der Region und bundesweit ist dabei von vornherein mitangelegt.

Bodengestützte Astronomie

Extrem leistungsfähige Teleskope sind von zentraler Bedeutung für die bodengebundene Astronomie. Sie bieten immer tiefere Einblicke ins Universum, erlauben schärfere Ansichten von kosmischen Objekten als je zuvor und erweitern unser Verständnis des Universums und seiner Entstehung.

Die ESO mit Verwaltungssitz in Garching betreibt an drei Standorten in der Atacama-Wüste in Nordchile eine Reihe von Teleskopen und Instrumenten. Dazu zählt mit dem Very Large Telescope (VLT) das aktuell höchstentwickelte optische Instrument der Welt, das z. B. die erste Aufnahme eines Exoplaneten und die Beobachtung des Nachleuchtens des entferntesten bislang bekannten Gammastrahlen-Ausbruchs ermöglichte. Das voraussichtlich 2027 fertiggestellte Extremely Large Telescope (ELT) wird mit einem Hauptspiegeldurchmesser von 39 m das VLT nochmals deutlich übertreffen. Es wird in der Lage sein, erdähnliche Planeten außerhalb des Sonnensystems zu entdecken sowie Aufschluss über die Natur frühester Galaxien, dunkler Materien und Energie zu geben.

Als Cherenkov Telescope Array Observatory (CTAO) wird eine Anlage von rund 100 Teleskopen an verteilten Standorten auf der Nord- und Südhemisphäre bezeichnet, die bis 2025 aufgebaut werden. Nach Fertigstellung wird das CTAO kosmische Gammastrahlungsquellen mit bisher unerreichter energetischer Empfindlichkeit und räumlicher Auflösung untersuchen.

Im September 2022 hat Deutschland zudem die Beitrittsabsicht zum Projekt „Square Kilometre Array"-Observatorium (SKAO) erklärt. Das Radioteleskop vernetzt zwei Standorte (Südafrika und Australien) und führt wertvolles Know-how aus über 20 Ländern zusammen. Zudem ist Deutschland Gründungsmitglied im LOFAR ERIC, einem europäischen Netzwerk von Radioteleskopantennen im niederfrequenten Bereich. Sowohl das ELT, das CTAO sowie das SKAO werden im Rahmen des *ESFRI* auf europäischer Ebene koordiniert.

Weitere Informationen im Internet:

↗ European Southern Observatory (ESO)
↗ Cherenkov Telescope Array Observatory (CTAO, engl.)
↗ Square Kilometer Array Observatory (SKAO, engl.)

Forschung im Weltraum

Weltraumteleskope, Weltraummissionen, Raumsonden und die Internationale Raumstation ISS (engl. International Space Station; ISS) ergänzen die Forschungsinfrastrukturen auf der Erde. Die ESA ermöglicht den Mitgliedstaaten Raumfahrtaktivitäten, die sie allein nicht finanzieren könnten, und bündelt in ihrem Wissenschaftsprogramm die Aktivitäten der europäischen Mitgliedstaaten zur Erforschung des Alls. Deutschland ist über das BMWK führend am ESA-*Explorations- und Wissenschaftsprogramm* beteiligt und deren größter Beitragszahler (→ **VI 3.1 Europäischer Forschungsraum**).

Weltraumteleskope nutzen die einzigartigen Bedingungen außerhalb der Erdatmosphäre, um Universum und Materie zu erforschen. Als Nachfolger des weiter in Betrieb befindlichen Hubble Space Telescope liefert das James-Webb-Weltraumteleskop (engl. James Webb Space Telescope; JWST) seit 2022 Bilder. Ziel ist es, leuchtende Objekte und Galaxien zu suchen, die unmittelbar nach dem Urknall entstanden sind, das Verständnis der Strukturbildungsprozesse im Universum zu verbessern, die Entstehungsprozesse von Sternen und Planetensystemen zu erforschen und Planetensysteme und ihre Eignung für Leben zu untersuchen. Das JWST ist ein Gemeinschaftsprojekt der US-amerikanischen Luft- und Raumfahrtbehörde NASA, der kanadischen Raumfahrtagentur CSA und der ESA. Zwei der vier wissenschaftlichen Nutzlasten des JWST wurden mit großen deutschen Anteilen realisiert. Mit Euclid hat die ESA ein weiteres Weltraumteleskop gestartet (→ **Infobox: Weltraumteleskop Euclid**).

Weitere aktuelle ESA-Missionen umfassen z. B. die 2023 gestartete Jupitermission JUICE sowie die Satelliten EarthCARE (2024), Biomass (2024) und Arctic Weather Satellite (2024), mit denen die Rolle von Wolken und Aerosolen für unser Klima untersucht, die Biomasse der Wälder vermessen sowie die globale Wettervorhersage verbessert werden soll.

Die ISS bietet als „fliegendes Labor" herausragende Möglichkeiten für Grundlagenforschung und angewandte Wissenschaft. In der Schwerelosigkeit der Raumstation gewinnen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler einzigartige Erkenntnisse in Bereichen wie Astrophysik, Materialforschung, Psychologie und Medizin. Darüber hinaus dienen Experimente auf der ISS zur Vorbereitung zukünftiger Langzeitmissionen zur Erforschung des Mondes oder des Mars. Deutschland ist als eines von 16 Ländern an der ISS beteiligt. Die Forschung unter Weltraumbedingungen und Entwicklungen für Lebenserhaltungssysteme bietet auch direkte Anwendungen auf der Erde, z. B. zur Gülleaufbereitung in der Landwirtschaft oder Schlüsseltechnologien für Gewächshäuser.

Mit dem Ziel einer friedlichen, sicheren, transparenten und nachhaltigen Erforschung des Mondes und anderer Himmelskörper hat sich Deutschland als einer von derzeit 36 Staaten im September 2023 den *Artemis Accords* – einem Bestandteil des *Artemis-Programms* der NASA – angeschlossen. Die *Artemis Accords* umfassen Handlungsempfehlungen in Hinblick auf den Informationsaustausch, die Etablierung von Sicherheitszonen und den Abbau von Ressourcen im Rahmen von astronautischen und robotischen Missionen zum Mond und anderen Himmelskörpern. Das *Artemis-Programm* selbst hat zum Ziel, in den nächsten Jahren Astronautinnen und Astronauten

auf dem Mond landen und dort für längere Zeiträume arbeiten und leben zu lassen. Deutschland ist über die ESA bereits signifikant im *Artemis-Programm* involviert.

Weitere Informationen im Internet:

- Weltraumteleskop Euclid (engl.)
- Weltraumteleskop James Webb (engl.)
- Weltraumteleskop Hubble (engl.)
- ESA-Missionen (engl.)
- Internationale Raumstation ISS
- NASA: Artemis Accords (engl.)

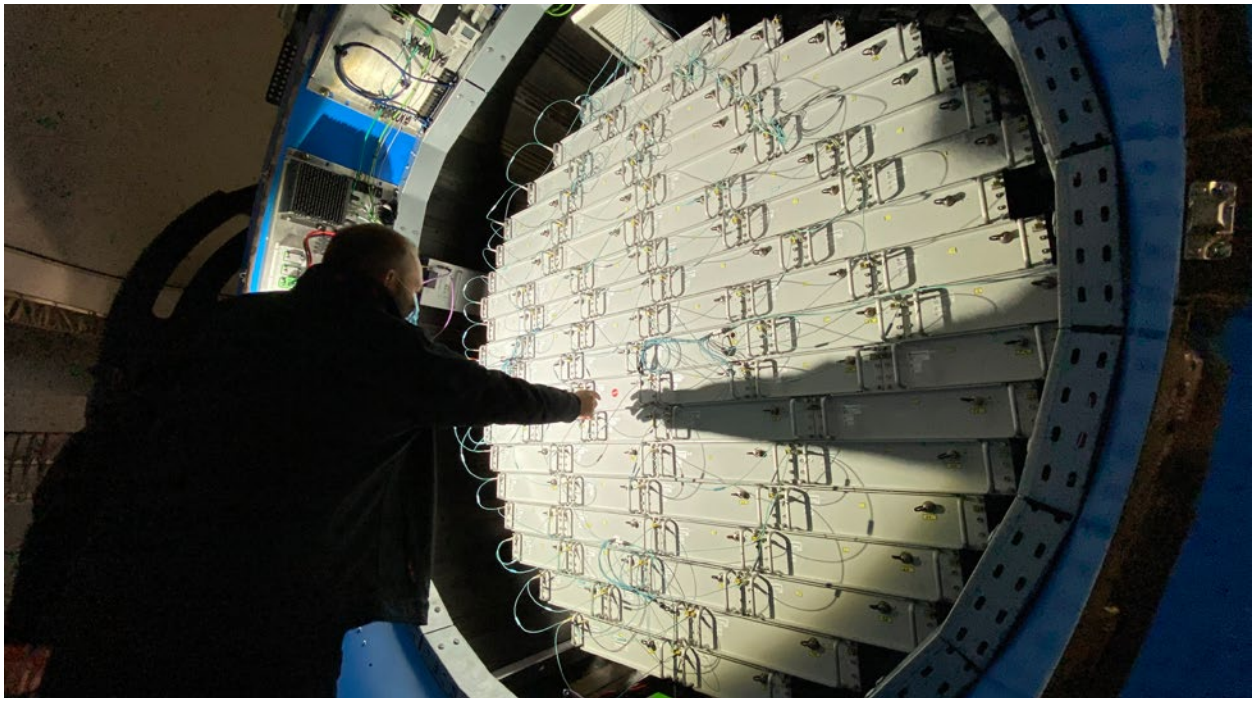
Weltraumteleskop Euclid

Das Weltraumteleskop Euclid der ESA erstellt seit seiner Ankunft Ende Juli 2023 am 1,5 Mio km von der Erde entfernten Arbeitsort eine große Karte der großräumigen Struktur des Universums über Raum und Zeit hinweg. Dafür beobachtet es Milliarden von Galaxien und Galaxienhaufen in einer Entfernung von bis zu zehn Milliarden Lichtjahren. Euclid wird insbesondere die Zusammensetzung und Entwicklung des dunklen Universums – der dunklen Energie und der dunklen Materie – erforschen. Durch die Untersuchung der großräumigen Struktur des Universums und die Messung der Auswirkungen der Schwerkraft auf die Verteilung der Galaxien wird Euclid auch zu unserem Verständnis der Schwerkraft selbst beitragen.



Weltraumteleskop Euclid beim Test der Kompaktantenne

5.2 Raumfahrt und Nutzung des Weltraums



Arbeiten an der Rückseite der Antenne von GESTRA, einem Radarsystem zur Beobachtung des niedrigen Erdorbits

Technologische Fähigkeiten im Weltraum, insbesondere der Kommunikation, Navigation und Erdbeobachtung sind wichtige Grundlagen für Transformationsfelder wie z. B. Mobilität und Digitalisierung. Auch für die innere und äußere Sicherheit sowie für Umwelt- und Klimamonitoring spielen sie eine zentrale Rolle. Gleichzeitig ist Raumfahrt bedeutsam für die technologische Souveränität, da wichtige Schlüsseltechnologien in und aus der Elektronik, Robotik, Mess-, Steuer-, Werkstoff- und Regeltechnik zum Einsatz kommen. Mit der Zunahme an privaten Raumfahrtaktivitäten, Anwendungen und Geschäftsmodellen kommt auch dem Technologietransfer eine große Bedeutung zu.

2023 hat die Bundesregierung eine neue *Raumfahrtstrategie* verabschiedet. Damit werden die strategisch-politischen, sozioökonomischen und wissenschaftlichen Ziele der Raumfahrtpolitik der Bundesregierung mit dem Zielhorizont 2030 festgelegt. Die *Raumfahrtstrategie* bildet die Grundlage für die deutschen Aktivitäten in der Raumfahrt. Deren Umsetzung erfolgt auf nationaler und europäischer Ebene u. a. durch die Deutsche Raumfahrtagentur im DLR (→ **Infobox: Deutsche Raumfahrtagentur im DLR)**, das *Nationale Programm für Weltraum und Innovation (NPWI),* die deutsche Beteiligung an der ESA und am Weltraumprogramm der Europäischen Union (EU) sowie durch die Beteiligung des DLR an Projekten im Rahmen des Europäischen Verteidigungsfonds. Damit trägt die Bundesregierung der gestiegenen Relevanz der Raumfahrt Rechnung – mit ihren vielfältigen Anwendungspotenzialen, als wirtschaftlicher Wachstumsmarkt sowie für die Bedeutung hinsichtlich der staatlichen Handlungsfähigkeit und technologischen Souveränität im neuen Systemwettbewerb.

Mit der *Raumfahrtstrategie* treibt die Bundesregierung insbesondere die Themen New Space, die Bekämpfung des Klimawandels, Verfügbarkeit und Nutzung von Daten, den verantwortungsvollen Umgang mit Raumfahrtanwendungen sowie die europäische und internationale Kooperation voran. Dazu zählen u. a. Investitionen in die Erdbeobachtung, in die Satellitenkommunikation, in die Verbesserung

der Sicherheit und Nachhaltigkeit der Raumfahrt, in Raumfahrtinfrastrukturen und in die Erforschung des Weltraums.

Mit Inkrafttreten der *Weltraumprogrammverordnung 2021* konsolidierte die EU ihre separaten (Leuchtturm-) Raumfahrtprojekte in ein umfassendes *EU-Raumfahrtprogramm* (2021–2027). Das *EU-Raumfahrtprogramm* ist ziviler Natur und auf gesellschaftliche Bedürfnisse ausgerichtet. Es umfasst die folgenden Programmkomponenten: das Erdbeobachtungsprogramm Copernicus und die Satellitennavigationsprogramme Galileo und EGNOS, die Erstellung der Weltraumlage zur Überwachung von Weltraumgefahren (engl. Space Situational Awareness; SSA) sowie das EU-Programm für eine satellitengestützte Kommunikation GOVSATCOM (Governmental Satellite Communications). Darüber hinaus arbeitet die EU derzeit an der Umsetzung des EU-Programms zu sicherer Konnektivität IRIS² (Infrastruktur für Resilienz, Interkonnektivität und Sicherheit durch Satelliten) als öffentlich-private Partnerschaft mit Anknüpfungspunkten zur satellitengestützten Breitbandversorgung für das Internet der Dinge, die lasergestützte interkontinentale Quantenkommunikation, und ggf. auch zur Weltraumlage.

Im Rahmen der Weltraumverordnung wurde mit der European Union Agency for the Space Programme (EUSPA) die ausführende EU-Agentur gegründet. Sie ist für die Umsetzung des *EU-Weltraumprogramms*, wesentlicher EU-Raumfahrtprogrammkomponenten und deren Dienste sowie deren Sicherheitsakkreditierung verantwortlich. Mithin fördert die EUSPA die Wettbewerbs- und Innovationsfähigkeit der vor- und nachgelagerten Raumfahrtindustrie in der EU, wobei der Schwerpunkt auf KMU und Start-ups liegt. Die ESA trägt in wesentlichen Teilen zur Umsetzung des *EU-Raumfahrtprogramms* bei – im Rahmen der Leuchtturmprogramme, wie Copernicus sowie bei IRIS² sogar mit ESA-eigenen Mitteln.

Das BMWK fördert über die institutionelle Grundfinanzierung Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten des DLR innerhalb des Forschungsbereichs Raumtransport. Der Fokus liegt auf der Verbesserung der derzeit existierenden Trägerraketenkonzepte, der Entwicklung und Erprobung nachhaltiger, umweltfreundlicher und grüner Treibstoffe, der Bereitstellung von Dienstleistungen und dem Betrieb von Prüfständen. Gleichzeitig werden die Weichen für zukünftige innovative und ökonomisch tragfähige Systeme gestellt. Dies mit dem Ziel, im Verbund mit deutschen Unternehmen im internationalen Wettbewerb der privaten und kommerziellen Anbieter konkurrenzfähig zu bleiben.

Weitere Informationen im Internet:

- Raumfahrtstrategie der Bundesregierung
- Fachseite Raumfahrt
- Deutsche Raumfahrtagentur im DLR
- Impulse für die deutsche Raumfahrtpolitik
- European Space Agency (ESA, engl.)
- EU Agency for the Space Programme (EUSPA, engl.)
- EU Space Programme (engl.)



Deutsche Raumfahrtagentur im DLR

Die Deutsche Raumfahrtagentur im DLR mit Sitz in Bonn nimmt für die Bundesregierung hoheitliche Aufgaben auf dem Gebiet der Raumfahrt eigenverantwortlich wahr. Sie setzt die *Raumfahrtstrategie* der Bundesregierung zu wesentlichen Teilen um und berät sie bei der Entwicklung neuer Initiativen und strategischer Ansätze für die Raumfahrtpolitik. Die Raumfahrtagentur entwickelt und steuert das *Nationale Programm für Weltraum und Innovation (NPWI)* und vertritt die Interessen der Bundesrepublik Deutschland in den meisten raumfahrtrelevanten internationalen Gremien.

In Abstimmung mit Wissenschaft, Industrie und der ESA führt die Raumfahrtagentur Programme und Missionen zur Weltraumforschung durch und trägt durch die Förderung des Technologietransfers zum Ausbau der technologischen Kompetenzen und Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie – insbesondere deutscher KMU – bei.

Copernicus-Daten und Cloud-Prozessierung für deutsche Behörden

Mit der Plattform „CODE-DE“ hat das DLR im Auftrag des BMDV einen einfachen Zugang zu Fernerkundungsdaten, insbesondere der Copernicus-Mission geschaffen. Vor allem für Behörden und deren Auftragnehmer stehen auf der „CODE-DE“ Cloud-Kontingente für einen kostenfreien Zugang zu den Satellitendaten und zu einer effizienten Prozessierungsumgebung bereit. „CODE-DE“ ist Teil der *Geoinformationsstrategie* Deutschlands.

Erdbeobachtung, Satellitenkommunikation und -navigation

Die Nutzung satellitenbasierter Daten, Dienste und Produkte ist heutzutage weit verbreitet und essenziell sowohl für wirtschaftlichen Wohlstand, nationale Sicherheit und den täglichen Nutzen der Bürgerinnen und Bürger als auch als Grundlage für Klima- und Nachhaltigkeitsforschung (→ **IV 2.1 Klimaforschung für Klimaschutz**). Dafür sind eine Reihe von Weltraumsystemen und -programmen aufgebaut worden.

Auf der europäischen Ebene bieten vor allem das Erdbeobachtungssystem Copernicus, das Galileo-Navigationssystem, das Erweiterungssystem für Luftverkehr, Schienenverkehr und Schifffahrt EGNOS, das Europäische Datenrelaissatellitensystem EDRS sowie die Europäische Organisation für die Nutzung meteorologischer Satelliten (engl. European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites; EUMETSAT) satellitenbasierte Dienste an. Ergänzt werden diese durch nationale Systeme, wie den Kommunikationssatelliten Heinrich Hertz, die nationalen Erdbeobachtungs- und Erdvermessungsmissionen EnMAP und Terra-SAR/TanDEM-X sowie das deutsche Spektrometrie-Instrument DESIS auf der ISS.

Europas Erdbeobachtungsprogramm Copernicus erlaubt es, die Erde mit ihren zahlreichen Ökosystemen zu überwachen. Die Copernicus-Dienste basieren auf den Beobachtungen einer dezidierten Satellitenkonstellation, den sogenannten Sentinels, sowie auf Informationen weiterer Satelliten dritter Parteien, die als „beitragende Missionen“ bezeichnet werden. Diese Satellitendaten werden durch lokale oder Vor-Ort-Beobachtungsdaten – in-situ – ergänzt. Der Großteil der Copernicus-Daten, -Analysen, -Vorhersagen und -Karten ist frei verfügbar und zugänglich.

Im Rahmen der neuen EU-Initiative *Destination Earth* werden neben Copernicus-Daten Klima- und Erdsystemmodelle, In-situ-Daten, sozioökonomische Daten und weitere Daten in digitalen Zwillingen intelligent vernetzt und zur Verfügung gestellt. Ziel von *Destination Earth* ist es, ein hochpräzises digitales Modell der Erde („digitaler Zwilling“) zur Modellierung, Überwachung und Simulation von Naturphänomenen, Gefahren und den damit verbundenen menschlichen Aktivitäten zu entwickeln.

Das BMDV ist zuständig für Galileo und Copernicus und leistet einen wesentlichen Beitrag zu EUMETSAT. Mit dem Galileo PRS (engl. Public Regulated Service; deutsch: öffentlich-regulierter Dienst) bietet Galileo erstmals ein besonders geschütztes, verschlüsseltes Navigationssignal für staatlich autorisierte Nutzer. Im Rahmen des nationalen Programms zur Förderung von Galileo PRS stehen für die notwendigen technologischen Entwicklungen von 2021 bis 2024 ca. 22 Mio. Euro zur Verfügung. Ziel ist es, die künftige Nutzung des Galileo-PRS-Dienstes in Deutschland durch eine zielgerichtete Entwicklung von Empfängertechnologien und schrittweises Errichten der notwendigen Sicherheitsinfrastruktur zu unterstützen.

Darüber hinaus beteiligt sich das BMDV finanziell am *Navigation Innovation and Support Programme (NAVISP)* der ESA. Das Programm strebt die Entwicklung innovativer Konzepte und Technologien für die gesamte Wertschöpfungskette im Bereich der Navigation an und unterstützt damit die Industrie bei der Steigerung ihrer Wettbewerbsfähigkeit in den Bereichen System, Ausrüstung, Anwendungen und Dienste.

Für die Kommunikation von Regierungen wird IRIS² eine sichere und weltweit zugängliche Multi-Orbit-Konstellation sein, die auch die Breitband-Konnektivität für die europäischen Bürgerinnen und Bürger verbessern soll. Der Aufbau eines wettbewerbsfähigen Systems ist entscheidend für die langfristige Nachhaltigkeit von IRIS². Wenn IRIS² eingerichtet ist, wird es einen wichtigen Beitrag zur Stärkung der europäischen Souveränität und strategischen Autonomie im Weltraum leisten.

Die Weiterentwicklung von Satellitentechnik und digitalen Technologien, wie KI, ermöglicht auch für die staatliche Verwaltung neue Anwendungsmöglichkeiten der Fernerkundung. Das BMDV unterstützt seit 2013 mit der *Nationalen Copernicus-Integrationsmaßnahme* die optimierte Nutzung von Daten und Diensten des Copernicus-Programms in Deutschland. Die Deutsche Raumfahrtagentur im DLR konzipiert und implementiert dafür zielgerichtete Maßnahmen im Auftrag des BMDV zur technischen Implementierung und Validierung von satellitengestützten Anwendungen zur Wahrnehmung öffentlicher Aufgaben.

Weiterhin hat das BMI für die Laufzeit von 2021 bis 2024 einen Rahmenvertrag *IF-Bund (Innovative Fernerkundung für die Bundesverwaltung)* mit dem DLR geschlossen, um bedarfsorientiert den Transfer von Forschungsergebnissen in die Verwaltungspraxis der Bundesbehörden voranzutreiben und passgenaue Lösungen zu entwickeln und zu erproben.

Im Rahmen des *Aktionsprogramms Natürlicher Klimaschutz* unterstützt die Deutsche Raumfahrtagentur im DLR das BMUV bei der Erschließung des Potenzials von Fernerkundung für den natürlichen Klimaschutz. Mit dieser Maßnahme sollen insbesondere die Fernerkundungsmöglichkeiten mit ihren vielfältigen Sensoren und Auswerteverfahren erschlossen werden. Gemeinsam mit Partnern aus Wissenschaft und Wirtschaft sollen wissenschaftliche Erkenntnisse der Fernerkundung in den nächsten Jahren in einem modularen Werkzeugkasten für ein operatives, behördliches Umweltmonitoring an Land und im Meer zusammengestellt werden.

Das Büro der Vereinten Nationen für Weltraumfragen (engl. United Nations Office for Outer Space Affairs; UNOOSA) fördert die internationale Zusammenarbeit bei der friedlichen Nutzung und Erforschung des Weltraums und bei der Nutzung der Weltraumwissenschaft und -technologie für eine nachhaltige wirtschaftliche und soziale Entwicklung. Das Büro unterstützt alle UN-Mitgliedstaaten bei der Schaffung von Rechts- und Regulierungsrahmen zur Regelung von Raumfahrtaktivitäten und stärkt die Fähigkeit von Entwicklungsländern, weltraumwissenschaftliche Technologien und Anwendungen für die Entwicklung zu nutzen. Innerhalb des Programms *UN-SPIDER (Space Based Information for Disaster Management and Emergency Response),* dessen Büro am UN-Campus in Bonn durch Deutschland gefördert wird, betreibt UNOOSA Wissensmanagement, technische Beratung und Vernetzung im Bereich der raumfahrtgestützten Informationen für Katastrophenmanagement und Notfallmaßnahmen.

Weitere Informationen im Internet:

- EU-Erdbeobachtungsprogramm Copernicus (engl.)
- CODE-DE
- Galileo-Navigationssystem (engl.)
- EGNOS (engl.)
- Europäisches Datenrelaissatellitensystem (EDRS)
- Copernicus (engl.)
- EUMETSAT (engl.)
- Kommunikationssatellit Heinrich Hertz
- EnMAP (engl.)
- TanDEM-X
- DESIS
- Galileo Public Regulated Service
- Navigation Innovation and Support Programme (NAVISP, engl.)
- Innovative Fernerkundung für die Bundesverwaltung
- UN: Büro für Weltraumfragen UNOOSA (engl.)

Zugang zum Weltraum für alle

Das UN-Büro für Weltraumfragen UNOOSA ermöglicht im Rahmen der Access-to-Space-for-All-Initiative ausgewählte Teams aus Entwicklungsländern bei ihrer Weltraumforschung – auch mit Unterstützung der Deutschen Raumfahrtagentur im DLR. Zum einen wird ihnen die kostenfreie Durchführung von Experimenten im Zentrum für Angewandte Raumfahrttechnologie und Mikrogravitation (ZARM) der Universität Bremen ermöglicht. Zum anderen werden seit 2024 im Rahmen der Initiative kostenlose Startgelegenheiten für Kleinsatelliten durch ein deutsches Unternehmen angeboten.

New Space – Neue Anwendungen und Geschäftsmodelle

Die Raumfahrt verändert sich weltweit rasant. Nachdem sie anfänglich vor allem staatlich betrieben wurde, gewinnt derzeit eine stark privatwirtschaftlich organisierte Raumfahrtwirtschaft an Bedeutung. Unter „New Space" wird dieser Kommerzialisierung der Raumfahrt und der damit wachsenden Anzahl privater Akteure großes wirtschaftliches Potenzial eingeräumt, welches insbesondere für das Industrieland Deutschland zunehmend an Bedeutung gewinnt. Ergänzend zu den Programmen der EU bzw. der ESA fördert die Bundesregierung privatwirtschaftlich getriebene FuE in Raumfahrtprojekten im Rahmen des *NPWI*, vor allem über Nutzungsprogramme, die auf Anwendungs- und Marktorientierung ausgerichtet sind.

In der Vergangenheit konnten kleine Nutzlasten wie Kleinsatelliten nur in Kombination mit großen Satelliten oder speziellen Weltraummissionen ins All gebracht werden. Im europäischen Vergleich hat Deutschland bereits früh die Chancen der Kommerzialisierung der Raumfahrt erkannt. Seit 2020 hat die Bundesregierung im Bereich Raumtransport bei der Förderung der deutschen Start-ups auf ein Ankerkundenmodell gesetzt. Aktuell ist Deutschland die treibende Kraft in Europa, um diesen Ansatz zu skalieren und zukünftig für den gesamten Trägerbereich zu etablieren.

Um die Entwicklung eines kommerziellen und kostengünstigen Zugangs zum Weltraum und damit verbundene tragfähige Geschäftsmodelle zu fördern, hat die Deutsche Raumfahrtagentur im DLR 2020 den *Mikrolauncher-Wettbewerb* gestartet. Es wurden die Start-ups Isar Aerospace Technologies GmbH und Rocket Factory Augsburg AG zur Förderung mit je 11 Mio. Euro ausgewählt, um bis 2024 ein Trägersystem zu entwickeln und jeweils zwei Demonstrationsflüge durchzuführen. Die Förderung erfolgt im Rahmen der *BOOST!*-Initiative im *Commercial-Space-Transportation-Services-und-Support-Programm (C-STS)* der ESA. Zudem konnten sich in einem Nutzlast-Wettbewerb Institutionen aus Europa darum bewerben, bei einem der Demonstrationsflüge einen oder mehrere Kleinsatelliten kostenlos ins All zu starten.

Sowohl der Technologietransfer in neue Anwendungen und nachgelagerte Geschäftsmodelle als auch Existenzgründungen werden auf nationaler und europäischer Ebene vorangetrieben. Ziele umfassen u. a. die kommerzielle Nutzung von Satellitendaten oder Anwendungen von Raumfahrttechnologien in anderen Branchen. Zu den Förderinstrumenten zählen die Initiative *INNOspace* der Deutschen Raumfahrtagentur sowie die ESA-Programme Business Incubation, *Business Applications* und Technology Broker (**III 2.5 Transfer und Gründungen aus Wissenschaft und Forschung**).

Weitere Informationen im Internet:

- Mikrolauncher-Wettbewerb
- ESA: Commercial Space Transportation Services and Support Programme (engl.)
- INNOspace
- ESA: Commercialisation Gateway (engl.)

Nachhaltige und sichere Nutzung des Weltraums

Mit der zunehmenden Bedeutung der Raumfahrt und dem Anstieg staatlicher und privater Raumfahrtaktivitäten ergeben sich neue Herausforderungen, darunter die Vermeidung von Kollisionen im Weltraum und die Bewältigung des Problems des Weltraumschrotts. Wie die *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* und die *Raumfahrtstrategie der Bundesregierung* hervorheben, strebt die Bundesregierung an, die Raumfahrt und die Nutzung des Weltraums nachhaltig, klimaneutral und umweltweltverträglich zu gestalten



Das deutsche Raumfahrtkontrollzentrum in Oberpfaffenhofen

und unnötige Licht- und Funkemissionen zu begrenzen. Durch innovative Technologien, wie z. B. Weltraumlagesensoren, wartbare und komplett verglühbare Satelliten, aktive Weltraummüllentsorgung (engl. Active Debris Removal; ADR) und On-Orbit-Servicing (OOS) soll dazu beigetragen werden, Weltraumschrott zu vermeiden bzw. zu beseitigen.

Die steigende Anzahl von kommerziellen Satelliten und Akteuren führt zu einer hohen Relevanz einer nachhaltigen, sicheren und regelbasierten Nutzung des Weltraums. Internationale, völkerrechtlich bindende Grundsätze zur Regelung der Weltraumaktivitäten von Staaten legen der Weltraumvertrag von 1967 sowie dessen Ergänzungsverträge fest. 112 Staaten, darunter auch Deutschland, haben diesen inzwischen ratifiziert. Der ständige Ausschuss der Vereinten Nationen für die friedliche Nutzung des Weltraums (engl. Committee on the Peaceful Uses of Outer Space; COPUOS), unterstützt durch das UN-Büro für Weltraumfragen UNOOSA, stellt das zentrale Instrument für die Weiterentwicklung und Fortschreibung des internationalen Rechtsrahmens für den Weltraum dar. Im COPUOS erarbeitete Richtlinien für die langfristige Nachhaltigkeit von Weltraumaktivitäten (engl. Guidelines for the Long-term Sustainability of Outer Space Activities; LTS) sind 2019 von der UN-Generalversammlung verabschiedet worden.

Um die Beiträge von Raumfahrt für die Umsetzung der UN-Nachhaltigkeitsziele (engl. Sustainable Development Goals, SDGs) zu fördern, ist 2021 die Resolution *Weltraumagenda 2030: Der Weltraum als Motor der nachhaltigen Entwicklung* durch die UN-Generalversammlung angenommen worden. Damit soll durch die Nutzung von Daten, Technologien, Innovation und anderen Instrumenten der Weltraumforschung die Entwicklung von Lösungen für die nachhaltige Entwicklung vorangetrieben werden. Die Bundesregierung bringt sich aktiv in die Arbeit von COPUOS ein und trägt so zur Gestaltung des internationalen Rechtsrahmens und zur Vereinbarung gemeinsamer Richtlinien, Standards und Normen für die friedliche und nachhaltige Weltraumnutzung zum Wohle aller Staaten bei. UNOOSA betreibt zudem ein Register für Weltraumobjekte. Die Unterzeichnerstaaten des Weltraumvertrags von 1967 verpflichten sich, nationale Register einzurichten und Weltraumobjekte zu registrieren. In Deutschland ist das nationale Register beim Luftfahrtbundesamt angesiedelt. Die nationale Registrierung und die Weitergabe der Informationen an die UN werden von der Deutschen Raumfahrtagentur im DLR vorbereitet.

Weitere Informationen im Internet:

- Impulse für die deutsche Raumfahrtpolitik
- UN: Committee on the Peaceful Uses of Outer Space (COPUOS, engl.)
- UN: Space 2030 Agenda
- UN: Space Object Register (engl.)

Resilienz von Weltrauminfrastrukturen

Die Bedeutung des Weltraums als globales Gemeinschaftsgut spielt für die Funktionsfähigkeit unseres Staates sowie für den Wohlstand und die Sicherheit unserer Bevölkerung eine zunehmend wichtige Rolle. Raumfahrtanwendungen, insbesondere Satellitensysteme, sind von zentraler Bedeutung für diverse Sektoren kritischer Infrastruktur. Von ihnen hängen u. a. die nationale und internationale Kommunikation, Navigation und Zeitfestlegung ab und sie tragen zur Krisenfrüherkennung und Informationsbereitstellung bei. Sie leisten auch einen entscheidenden Beitrag für die Sicherung der technologischen Souveränität Deutschlands und Europas, für die außen- und sicherheitspolitische Urteils- und Handlungsfähigkeit und für die Gewährleistung einer gesamtstaatlichen Sicherheitsvorsorge. Daher unterstreicht die *Nationale Sicherheitsstrategie* die Bedeutung der Überwachung kritischer Weltrauminfrastrukturen durch die Erstellung eines Weltraumlagebildes als wichtige gemeinsame zivil-militärische Aufgabe (→ **Infobox: Weltraumlagezentrum (WRLageZ)**). Die *Nationale Sicherheitsstrategie* sieht außerdem vor, zusätzlich Forschungseinrichtungen und private Akteure verstärkt in die Weltraumsicherheitsarchitektur einzubinden.

Um Kollisionen im Weltraum zu vermeiden, hat die EU einen politischen Ansatz für ein Weltraumverkehrsmanagement entwickelt, der insbesondere die Verbesserung der Unabhängigkeit der EU im Bereich Beobachtung und Verfolgung von Weltraumobjekten durch diejenigen EU-Mitgliedstaaten, die bereits innerhalb der Partnerschaft *EU SST* (engl. *EU Space Surveillance and Tracking*) als Teil des *EU-Weltraumprogramms* zusammenarbeiten, berücksichtigt.

Deutschland beteiligt sich mit nationalen Mitteln und Fähigkeiten an *EU SST*. Auf Basis der durch *EU SST* für Satellitenbetreiber weltweit entgeltfrei bereitgestellten Dienste können u. a. Kollisionsgefahren erkannt und Ausweichmanöver durchgeführt werden.

Das DLR-Kompetenzzentrums für Reaktionsschnelle Satellitenverbringung am DLR-Standort Trauen wurde 2020 mit dem Ziel eingerichtet, die erforderliche Technologiebasis im Kontext Responsive Space aufzubauen und Technologiedemonstrationen durchzuführen. Dabei werden Technologien in der gesamten Architektur von Weltraumsystemen, bestehend aus Raum-, Boden-, Start- und Missions-Segment, untersucht und weiterentwickelt.

Weitere Informationen im Internet:

- Nationale Sicherheitsstrategie
- EU Weltraumverkehrsmanagement
- EU Space Surveillance and Tracking (EU SST, engl.)
- Ressortgemeinsam betriebenes Weltraumlagezentrum



Ein Weltraumlageoffizier und ein Mitarbeiter des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt sitzen in der gemeinsamen Operationszentrale im Weltraumkommando der Bundeswehr in Uedem.

Weltraumlagezentrum (WRLageZ)

Die *Nationale Sicherheitsstrategie* unterstreicht die Bedeutung der Weltraumlage als gemeinsame zivil-militärische Aufgabe. Seit 2009 leistet das ressortgemeinsam von BMVg (vertreten durch die Luftwaffe) und BMWK (vertreten durch die Raumfahrtagentur im DLR) betriebene Weltraumlagezentrum (WRLageZ) durch die Erstellung eines Weltraumlagebildes einen entscheidenden Beitrag zur gesamtstaatlichen Sicherheitsvorsorge. Das WRLageZ hat die Aufgabe, deutsche zivile und militärische Systeme im Weltraum zu schützen. Es bewertet Risiken wie Weltraumschrott, der Satelliten beschädigen könnte, mögliche Wiedereintritte von Weltraumobjekten, die eine Gefahr für Menschen und Infrastruktur auf der Erde darstellen, sowie die Auswirkungen des Weltraumwetters, verursacht durch Sonnenaktivitäten. Durch Warnungen des WRLageZ können Bundes- und Landesbehörden sowie Satellitenbetreiber angemessen auf Weltraumereignisse reagieren.

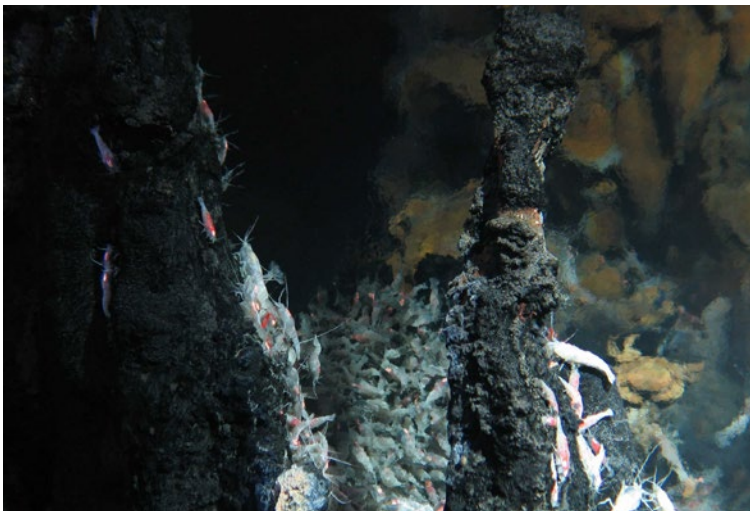
Das WRLageZ leistet Beiträge zur Partnerschaft *EU SST* und arbeitet eng mit weiteren nationalen und internationalen Partnern zusammen. Dazu gehört u. a. die Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik (FHR), um zwei Radarsysteme für die Weltraumbeobachtung und -überwachung zu entwickeln und zu betreiben: TIRA (Tracking and Imaging Radar) und das 2021 in Betrieb genommene GESTRA (German Experimental Space Surveillance and Tracking). Im DLR wird zudem die lasergestützte Ortung und Orbitmanipulation von Weltraumschrott erprobt.

5.3 Meeresforschung und nachhaltige maritime Nutzung

Meere und Ozeane sind entscheidend für das globale Klimageschehen und den Kohlenstoffhaushalt. Mit einem Anteil von zwei Dritteln der Erdoberfläche bilden sie das größte zusammenhängende Ökosystem der Erde. Sie sind reich an biologischer Vielfalt. Den Menschen liefern vor allem die küstennahen Meeresregionen Nahrungsmittel und Rohstoffe; sie sind ihnen wichtiger Erholungsraum und Orte der kulturellen Identität sowie Energielieferant. Durch den Ausbau von Infrastrukturen werden sie immer stärker genutzt und spielen darüber hinaus als Verkehrsweg für die Seeschifffahrt eine zentrale Rolle für den globalen Gütertransport. Die maritime Wirtschaft, die Fischerei und die Schifffahrt stellen weltweit wichtige Wirtschaftszweige dar. Gleichzeitig führen Überfischung, Umweltverschmutzung und -zerstörung sowie Klimawandel und Ozeanversauerung zu starken Belastungen für die Meere. Daher ist der Schutz der Meere und Ozeane von besonderer Bedeutung. Die Zukunft unseres Planeten hängt davon ab, wie verantwortungsvoll und nachhaltig wir mit unserer Umwelt, inklusive der Meere, umgehen.

Mit der erstmaligen Benennung eines *Meeresbeauftragten* im Jahr 2022 sowie mit der Erarbeitung einer *Nationalen Meeresstrategie* bis 2025 verstärkt die Bundesregierung ihre ressortübergreifenden Bemühungen und die thematische Sichtbarkeit zum Schutz der Meere. Im Fokus stehen dabei die Bekämpfung der Umweltverschmutzung in den Meeren, aber auch der Schutz der marinen Artenvielfalt – im Einklang mit der nachhaltigen Nutzung der Meere.

Forschung ist grundlegend, um Wissenslücken zu schließen: Meeres-, Küsten- und Polarforschung liefern Grundlagenwissen über die noch weitgehend wenig bekannte Biodiversität, die Vielfalt an Arten und Lebensräumen der Meeresökosysteme. Sie trägt dazu bei, die ökologischen Zusammenhänge, die Kapazität und die Dynamik der Meere als Kohlenstoffspeicher und Auswirkungen des Klimawandels und die Folgen menschlichen Handelns besser zu verstehen, zu bewerten und einzuschätzen, um neue Lösungen für den Schutz und die nachhaltige Nutzung der Ozeane zu entwickeln.



Hydrothermale Quellen am Meeresboden, sogenannte Schwarze Raucher

Forschungsförderung und Forschungsinfrastrukturen

Die Förderung von Forschung und Innovation durch die Bundesregierung erfolgt über die Finanzierung von Projekt- und Ressortforschung. Unter dem Dach der Strategie *Forschung für Nachhaltigkeit (FONA)* fördert das BMBF Forschungsprojekte und -einrichtungen mit dem Forschungsprogramm der Bundesregierung *MARE:N – Küsten-, Meeres- und Polarforschung für Nachhaltigkeit* (→ **IV 2 Klima, Biodiversität und Ernährungssicherheit**). Neben Polar- und Küstenmeeresforschung stehen als Themen Ökosystem Meer und marine Ressourcen sowie die Finanzierung von Meeresforschungs- und Meeresüberwachungstechnik, Forschungsschiffen und -infrastruktur im Mittelpunkt.

Mit ihren Einrichtungen der Ressortforschung sowie über die Finanzierung von Forschungsvorhaben im Rahmen ihrer Ressortforschungen und Zuständigkeiten beteiligen sich BMUV, BMEL, BMDV und BMWK an der Küsten-, Meeres- und Polarforschung. Im Vordergrund steht die Erarbeitung wissenschaftsbasierter Handlungsempfehlungen für eine nachhaltige Nutzung mariner Ressourcen und zur Stärkung des marinen Klima- und Umweltschutzes, z. B. zur effizienten

Umsetzung der *Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie* der EU oder um Planungsinstrumente zu entwickeln, die dabei helfen, marine Ökosysteme nachhaltig zu nutzen und besser schützen zu können, z. B. bei der Ausweisung von Meeresschutzgebieten.

Als wichtige Forschungsinfrastrukturen betreibt Deutschland eine der größten Forschungsflotten weltweit. Die deutsche Forschungsschiffflotte – sieben moderne hochseefähige mittelgroße bis große Forschungsschiffe im Geschäftsbereich des BMBF sowie die Spezialschiffe der Ressortforschungseinrichtungen – ermöglicht Meeres-, Küsten- und Polarforschung auf höchstem wissenschaftlichem Niveau. Um Meeresforschung und Meeresbeobachtung auf Spitzenniveau zu gewährleisten, wird die Forschungsschiffsflotte weiter erneuert: 2026 wird ein neues Forschungsschiff die beiden Schiffe „Poseidon" und „Meteor" ersetzen, auch für den Forschungs- und Versorgungseisbrecher „Polarstern" läuft aktuell die Ausschreibung für den Neubau eines Nachfolgeschiffs. Mit dem Neubau der „Uthörn" kann erstmals ein Forschungsschiff mit Grünem Methanol klimaneutral betrieben werden.

Die 2019 gegründete Deutsche Allianz Meeresforschung (DAM) hat das Ziel, die Aktivitäten der deutschen Meeresforschung zu koordinieren, strategisch weiterzuentwickeln und damit die deutsche Meeresforschung international noch sichtbarer und wirksamer zu machen. Dafür werden vorhandene und neue Infrastrukturen, Technologien und Informationssysteme weiterentwickelt und ausgebaut. Gemeinsam werden wissenschaftsbasierte Handlungsoptionen für den nachhaltigen Umgang mit dem Meer erarbeitet und in Gesellschaft und Politik vermittelt. Die DAM ist dafür insbesondere in vier Kernbereichen tätig: Forschung, Transfer, Datenmanagement und Digitalisierung sowie der Koordinierung der Infrastrukturen. Neben zwei seit 2021 laufenden DAM-Forschungsmissionen zum Schutz und zur nachhaltigen Nutzung der Meere (sustainMare) sowie zur Erforschung ihrer Funktion als Kohlenstoffspeicher (→ **Infobox: Forschungsmission CDRmare**) startete 2024 mit mareXtreme eine weitere Forschungsmission zum Thema Risikomanagement im Bereich mariner Extremereignisse und Naturgefahren.

Weitere Informationen im Internet:

- Meeresschutz
- Meeresbeauftragter der Bundesregierung
- Küsten-, Meeres- und Polarforschung
- FONA-Forschungsprogramm MARE:N
- BMUV-Ressortforschung
- BMDV-Ressortforschung
- Portal Deutsche Forschungsschiffe
- Deutsche Allianz Meeresforschung (DAM)
- Forschungsmission CDRmare

Europäische und internationale Zusammenarbeit in der Meeresforschung

Zur Stärkung der Sichtbarkeit in der globalen Öffentlichkeit und um die zentrale Rolle der Forschung für die Bewahrung und nachhaltige Nutzung der Ozeane hervorzuheben, haben die UN mit Unterstützung der Zwischenstaatlichen Ozeanographischen Kommission der UNESCO (IOC) für 2021 bis 2030 die *Dekade der Ozeanforschung für nachhaltige Entwicklung* ausgerufen. Ziel der Ozeandekade ist es, das 14. Nachhaltigkeitsziel „Leben unter Wasser" der Agenda 2030 in den Fokus der Öffentlichkeit zu rücken und so den nachhaltigen Umgang mit den Meeren und den Meeresressourcen hervorzuheben.

Unter der deutschen Präsidentschaft hat sich die G7 im Jahr 2022 mit dem sogenannten *Ocean Deal* für einen ambitionierten Meeresschutz positioniert. Mit der anschließenden Unterzeichnung des *UN-Hochseeschutzabkommens* (engl. *Biodiversity Beyond National Jurisdiction; BBNJ*) hat sich Deutschland zum Schutz der Biodiversität auf hoher See bekannt. Deutschland strebt eine schnelle Ratifizierung des *BBNJ-Abkommens* an. Mit dem Abkommen können u. a. Schutzgebiete auf hoher See eingerichtet werden, während Umweltverträglichkeitsprüfungen für relevante menschliche Aktivitäten direkt verbindlich geregelt sind. Das Abkommen hebt zudem die Bedeutung des Kapazitätsaufbaus und den Transfer von Meerestechnologie für Entwicklungsländer hervor.

Auf europäischer Ebene zielt die EU-Mission Gesunde Ozeane und Gewässer (engl. Restore our Ocean and Waters) im EU-Forschungsrahmenprogramm *Horizont Europa* auf den Schutz und die Wiederherstellung

der Gesundheit unserer Ozeane und Gewässer durch Forschung und Innovation, bürgerschaftliches Engagement und Investitionen bis 2030 ab.

Sowohl die UN-Dekade als auch die EU-Mission haben die Bedeutung einer international vernetzten Meeresforschung deutlich gemacht. Ein herausragendes Beispiel für internationale Kooperation ist die Polarforschungsexpedition MOSAiC, in die bis Oktober 2020 mehr als 80 Forschungseinrichtungen aus 20 Ländern involviert waren. Die Expedition hat einen großen Beitrag für die Vernetzung der Polarforschungscommunity geleistet und wird dazu weiterhin beitragen.

Im Rahmen der europäischen Programminitiative *JPI Oceans* wurden im Berichtszeitraum Maßnahmen (engl. Joint Actions) mit deutscher Beteiligung zu den Themen transdisziplinäre Ozeanforschung, Mikroplastik, aquatische Schadstoffe, Unterwasserlärm, Umweltauswirkungen des Tiefseebergbaus, kumulative Effekte menschlicher Aktivitäten und blaue Bioökonomie gefördert. 2023 sind zudem zwei neue gemeinsame Maßnahmen zu Klimaschutz durch Meeresnatur (Blue Carbon) sowie zur marinen Lichtsituation gestartet worden.

In Zusammenarbeit mit der europäischen Programminitiative *JPI Climate* fördert *JPI Oceans* im Rahmen der Maßnahme *Climate Science for Oceans* transnationale Projekte zu Klimaforschung und Ozeanen. Dabei sollen Klimamodelle verbessert und Informationen für die Anpassung an den Klimawandel in Europa bereitgestellt werden. *JPI Oceans* fördert mit deutscher Beteiligung den Aufbau von Wissensplattformen (engl. knowledge hubs) zu Kohlenstoffkapazitäten der Ozeane, Wissenschaft für einen guten Umweltstatus sowie zu Altmunition im Meer.

Weitere Informationen im Internet:

- UNESCO Intergovernmental Oceanographic Commission (engl.)
- UN-Ozeandekade
- EU-Mission „Gesunde Ozeane und Gewässer“ (engl.)
- G7 Ocean Deal
- Unterzeichnung Hochseeschutzabkommen
- Polarforschungsexpedition MOSAiC (engl.)
- JPI Oceans (engl.)
- JPI Climate (engl.)

Forschungsmission CDRmare

Die Forschungsmission *CDRmare* (Phase I 2021–2024) zielt darauf ab, die Rolle der Ozeane bei der Entnahme und Speicherung von CO_2 aus der Atmosphäre zu untersuchen. Dabei werden sowohl die Wechselwirkungen mit der Meeresumwelt, dem Erdsystem und der Gesellschaft betrachtet als auch geeignete Ansätze für die Überwachung, Zuordnung und Bilanzierung der Kohlenstoffspeicherung im Ozean in einer sich verändernden Umwelt entwickelt. In der avisierten Anschlussförderung (Phase II 2024–2027) wird der Missionsansatz weiter gestärkt, der Transferaspekt hervorgehoben und der Beitrag der Sozialwissenschaften, insbesondere der Wirtschaftswissenschaften, akzentuiert.

Langfristig strebt *CDRmare* die Erstellung einer Marine Carbon Roadmap an. Diese Roadmap wird strategische Handlungsempfehlungen für die nachhaltige Nutzung der Kohlenstoffspeicherung im Ozean auf regionaler, überregionaler und globaler Ebene liefern. Durch einen Stakeholderdialog sollen Perspektiven und Bedürfnisse verschiedener Interessengruppen berücksichtigt und sichergestellt werden, dass die Forschungsergebnisse auf praxisrelevante Weise angewendet werden können.

CDRmare ist eine Forschungsmission der DAM und setzt sich aus sechs Verbünden mit insgesamt 22 Partnereinrichtungen der Hochschul-, Ressort- und außeruniversitären Forschung sowie Unternehmen zusammen. Gefördert im Rahmen des *FONA*-Forschungsprogramms *MARE:N*, stellen diese die verschiedenen Methoden der marinen CO_2-Entnahme und -Speicherung (Alkalinisierung, Blue Carbon, künstlicher Auftrieb, CCS) in den Mittelpunkt ihrer Forschung.



Plastikmüll – wie diese Verpackung einer japanischen Nudelsuppe – befand sich an jeder der 13 von Senckenberg untersuchten Tiefsee-Stationen.

5.4 Forschung für die maritime Wirtschaft und Schifffahrt



In einem Steuerstand mit Schifffahrtssimulation

Eine leistungsstarke, international wettbewerbsfähige und klimaneutrale maritime Wirtschaft ist von hoher gesamtwirtschaftlicher Bedeutung. Für die Forschung und Innovation in den sektorspezifischen Technologiesparten Schiffs- und Schifffahrtstechniken, Produktion und Meerestechniken gewinnen die großen Querschnittsthemen Digitalisierung, die Nutzung großer digitaler Datenbestände (Big Data) sowie Klima- und Umweltschutz zunehmend an Bedeutung. Die *Maritime Agenda 2025* und die *Maritime Forschungsstrategie 2025* bilden dafür den strategischen Rahmen der Bundesregierung für die Entwicklung innovativer, umwelt- und klimafreundlicher maritimer Technologien.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Maritime Agenda 2025
↗ Maritime Forschungsstrategie 2025

Klimaneutrale Antriebe und Schiffsverkehr

Die Klimaschutzziele bedeuten auch für die maritime Wirtschaft und den Seeverkehr eine Abkehr von fossilen Kraftstoffen – eine maritime Energiewende im Sinne einer klimaneutralen Mobilität (→ **IV 1.2 Erneuerbare und sichere Energieversorgung**). Die Bundesregierung verfolgt daher das Ziel, die Erforschung, Entwicklung und den Markthochlauf von alternativen klimaneutralen Kraftstoffen und Antriebssystemen in der Schifffahrt – insbesondere von Wasserstoff – voranzutreiben.

Im *Maritimen Forschungsprogramm* unterstützt das BMWK FuE-Vorhaben mit einer Anwendung in der maritimen Branche am Standort Deutschland. Im Schwerpunkt *MARITIME.green Propulsion* werden Projekte gefördert, die Antriebe klimafreundlicher und Schifffahrt effizienter machen. Themen wie fossilfreie Schifffahrt durch geschlossene Kohlenstoffkreisläufe, Ammoniak als Kraftstoff, Gleichstromnetze

auf Schiffen und Vermeidung von Methanschlupf beim Einsatz von Flüssigerdgas werden verstärkt in Projekten adressiert. Die im Schwerpunkt *MARITIME.value* geförderten Projekte decken eine große Bandbreite von Themen ab: von Sensortechnologien in Verbindung mit intelligenten Datenauswertungsverfahren über neue Konzepte zur Energieversorgung und die Entwicklung von Technologien zum autonomen Betrieb von Unterwasserfahrzeugen bis hin zu Ansätzen zur Steigerung der Sicherheit und Wirtschaftlichkeit im Betrieb von Offshore-Windparks.

Das BMDV fördert FuE zu sicherer und nachhaltiger Schifffahrt, maritimer Wirtschaft und hydrologische Managementaufgaben im Rahmen seiner Ressortforschung. Mit der Gründung des DLR-Instituts für Maritime Energiesysteme in Geesthacht (Schleswig-Holstein) wird die Technologieentwicklung für eine Defossilisierung der Schifffahrt gestärkt. Dafür ist u. a. der Einsatz eines schwimmenden Demonstrators sowie eines „digitalen Zwillings“ für Versuche mit alternativen Antrieben und Komponenten geplant.

Im Rahmen des *Maritimen Forschungsprogramms* beteiligt sich Deutschland ferner an der europäischen Förderinitiative *MarTERA*, mit dem die transnationale Zusammenarbeit auf dem Gebiet maritimer und mariner Technologien durch die gezielte Förderung grenzüberschreitender Forschungsverbundprojekte aus den nationalen Förderprogrammen gestärkt werden soll.

Das BMBF fördert im Rahmen des Wasserstoff-Leitprojekts *TransHyDE* u. a. auch Technologien für den Schiffstransport von flüssigem Ammoniak. Ein Schwerpunkt ist dabei die Anwendung von Ammoniak-Wasserstoff-Gemischen in Motoren für die schiff- und landseitige Energieversorgung sowie die Entwicklung von dazu notwendigen Schiffsbetankungsanlagen (**IV 1.2 Erneuerbare und sichere Energieversorgung**).

Weitere Informationen im Internet:

- Maritimes Forschungsprogramm
- Innovativer Schiffbau sichert wettbewerbsfähige Arbeitsplätze
- DLR-Institut für Maritime Energiesysteme
- BMDV-Ressortforschung
- Wasserstoff-Leitprojekt TransHyDE

Hafentechnologien

Nahezu jeder Wirtschaftszweig in Deutschland ist auf funktionierende Häfen und gut ausgebaute Infrastrukturen angewiesen. Vor dem Hintergrund tiefgreifender Transformationsprozesse, in denen sich die deutschen Häfen befinden, sowie der Veränderungen im Welthandel hat das BMDV federführend für die Bundesregierung eine *Nationale Hafenstrategie* erarbeitet, um die Wettbewerbsfähigkeit des Hafenstandorts Deutschland zu stärken. Die digitale Transformation ist eines der fünf Handlungsfelder, ebenso

Container-Terminal im Hamburger Hafen



die Entwicklung der Häfen zu nachhaltigen Knotenpunkten für die Energiewende und zu Drehkreuzen für die Verkehrsverlagerung sowie eine klimaneutrale Schifffahrt und Industrie.

Bereits seit 2016 werden anwendungsorientierte FuE-Projekte zu *Innovativen Hafentechnologien (IHATEC)* durch das BMDV in Demonstrationsräumen gefördert, um die Nachhaltigkeit und den Klima- und Umweltschutz zu verbessern sowie die digitale Infrastruktur, die Automatisierung und die Vernetzung von Produktion und Logistik voranzutreiben. Im Rahmen des vierten Förderaufrufs wird das Programm *IHATEC II* auch 2024 fortgesetzt.

Mit dem Programm *Digitale Testfelder in Häfen (DigiTest)* wird dazu passend der Aufbau von Testfeldern, die die Entwicklung und Erprobung digitaler Systeme und Infrastrukturen der Logistik 4.0 in deutschen See- und Binnenhäfen ermöglichen, durch das BMDV gefördert und in 2024 fortgesetzt. Mit der *Forschung und Entwicklung von Digitalen Testfeldern an Bundeswasserstraßen (DTW II)* soll bis 2024 die hoch- bis vollautomatisierte Navigation in der Binnenschifffahrt unter Realbedingungen erprobt werden.

Im Rahmen der *Important Projects of Common European Interest (IPCEI)* zum Thema Wasserstoff werden auch im maritimen Kontext Großvorhaben – z. B. zu wasserstoffbetriebenen Schiffen und Fähren – gefördert. Ein regionaler Schwerpunkt dafür ist die Region Hamburg (→ **IV 1.2 Erneuerbare und sichere Energieversorgung** sowie → **Infobox: IPCEI Wasserstoffprojekte in Hamburg**).

Weitere Informationen im Internet:

- Nationale Hafenstrategie
- Innovative Hafentechnologien (IHATEC)
- Digitale Testfelder in Häfen (DigiTest)
- Digitale Testfelder an Bundeswasserstraßen (DTW II)
- IPCEI Wasserstoff



Weiterführende Verweise zu diesem und anderen Kapiteln finden Sie unter ***BuFI-Online-Angebot: Linkportal***.



IPCEI Wasserstoffprojekte in Hamburg

Für den Markthochlauf der Wasserstoffnutzung ist der Aufbau einer Wasserstoffinfrastruktur von grundlegender Bedeutung. Als Hafen- und Industriestandort bietet die Region Hamburg dazu gute Voraussetzungen: Die Hansestadt bildet mit der Umsetzung von acht Wasserstoffprojekten, die bis 2028 mit mehr als 740 Mio. Euro vom Bund und Land Hamburg gefördert werden, einen regionalen Schwerpunkt im Rahmen der *IPCEI*-Förderung. In fünf der Projekte, vor allem zu Hafentechnologie und maritimer Logistik, werden entlang der Wertschöpfungskette FuE-Vorhaben zur Wasserstofferzeugung, zur industriellen Nutzung und zur Infrastruktur gebündelt. Dabei sollen u. a. Brennstoffzellenfahrzeuge und wasserstoffbetriebene Schiffe und Personenfähren angeschafft, Hafeninfrastruktur auf Wasserstoff umgestellt sowie die erforderliche Wasserstoff-Tankstelleninfrastruktur im Hamburger Hafengebiet aufgebaut werden.



Erfassen der Augenbewegungen eines Kindes beim Betrachten eines Buches am Max-Planck-Institut für empirische Ästhetik

6 Gesellschaftliche Resilienz, Vielfalt und Zusammenhalt

Die vergangenen Jahre sind zunehmend von gesellschaftspolitischen Herausforderungen und Krisen gekennzeichnet sowie von einem sich verschärfenden, in den digitalen Raum übergreifenden Systemwettbewerb. Gesellschaftsspaltende und antidemokratische Tendenzen nehmen zu und bedrohen in Deutschland und in Europa die offene und freiheitlich-demokratische Grundordnung sowie den gesellschaftlichen Frieden und Zusammenhalt. Vor diesem Hintergrund fördert die Bundesregierung verschiedene Maßnahmen, um die gesellschaftliche Resilienz sowie Vielfalt und Zusammenhalt zu stärken.



Der Wandel der gesellschafts- und sicherheitspolitischen Rahmenbedingungen und Transformationsprozesse geht einher mit Verunsicherung und Herausforderungen für den gesellschaftlichen Zusammenhalt und die demokratische Kultur. Die Stärkung der gesellschaftlichen Resilienz, d. h. der Fähigkeit einer Gesellschaft, schwierige Phasen und Ereignisse zu meistern und dabei wesentliche Funktionen wie einen offenen und inklusiven gesellschaftlichen Diskurs aufrechtzuerhalten, ist von grundlegender Bedeutung. Idealerweise bedeutet der Begriff Resilienz eine Weiterentwicklung hin in eine zukunftsfähige Gesellschaft, die innovationsfähig und krisenfest ist und dabei einen Ausgleich sucht zwischen den Hilfe- und Unterstützungsbedarfen Schutzbedürftiger und den Möglichkeiten und Grenzen von Leistungsträgerinnen und Leistungsträgern. Vor dem Hintergrund der gesellschaftlichen Entwicklungen benennt auch die *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* die Stärkung der gesellschaftlichen Resilienz, Vielfalt und des Zusammenhalts als eine ihrer zentralen Missionen.

Forschung in den Geistes-, Kultur- und Sozialwissenschaften sowie sozialpolitische und -rechtliche Forschung kann zu einem besseren Verständnis von gesellschaftlichem Zusammenhalt beitragen und zum Erfolg für proaktive und an gemeinsamen Zielen ausgerichtete Transformationsprozesse führen. Gleichzeitig kann die Wissenschaftskommunikation einen Beitrag leisten, um den Dialog mit Bürgerinnen und Bürgern auf Augenhöhe zu suchen und das Vertrauen in die Wissenschaft zu stärken. Integrierende Wirkungen haben auch Maßnahmen, die die Teilhabe der älteren Bevölkerung fördern. Zudem haben Soziale Innovationen, die von der Bundesregierung verstärkt in den Blick genommen werden, das Potenzial, tragfähige und nachhaltige Lösungen für gesellschaftliche Herausforderungen bereitzustellen und Transformationen sozialverträglicher zu gestalten.

Schließlich kann auch Forschung zur zivilen Sicherheit, zur Friedens- und Konfliktforschung und wehrwissenschaftliche Forschung Fähigkeiten zur Identifikation, Prävention und Abwehr von Bedrohungen stärken und somit zur Sicherheitsvorsorge und Stärkung der Resilienz der Bevölkerung beitragen.

6.1 Forschung in den Geistes-, Kultur- und Sozialwissenschaften



Teilnehmende eines Hörspaziergangs „Echt authentisch“ durch Potsdam vom Leibniz-Zentrum für Zeithistorische Forschung. Der Audiowalk ist ein Projekt des Leibniz-Forschungsverbunds „Wert der Vergangenheit“.

In den vergangenen Jahren haben sich autoritäre Ideen, antidemokratische und menschenfeindliche Tendenzen, wie Rechtsextremismus, Rassismus, Antisemitismus, Antiziganismus, Islamismus sowie Verschwörungstheorien und Wissenschaftsskepsis, ausgebreitet. So wurde beispielsweise die COVID-19-Pandemie von einer enormen Verbreitung von Verschwörungsmythen und irreführenden Behauptungen begleitet, die schließlich zu erheblicher Impfskepsis bis hin zu einer Radikalisierung in Teilen der Bevölkerung führte. Die geistes-, kultur- und sozialwissenschaftliche Forschung kann wichtige Erkenntnisse für die Ursachenergründung dieser Entwicklungen liefern. Auf dieser Wissensgrundlage kann sie zudem dazu beitragen, Maßnahmen der Prävention und Bekämpfung zu entwickeln, um Krisen und Transformationsprozesse besser zu bewältigen, gesellschaftlichen Zusammenhalt zu stärken sowie demokratische Strukturen zu festigen, zu modernisieren und zu schützen. Aktuell erarbeitet die Bundesregierung unter dem Motto „Gemeinsam für Demokratie und gegen Extremismus“ eine ressortübergreifende Strategie für eine starke, wehrhafte Demokratie und eine offene und vielfältige Gesellschaft.

Um den Beitrag der Geistes-, Kultur- und Sozialwissenschaften zur Entwicklung einer lebenswerten sowie transformations- und innovationsfähigen Gesellschaft zu stärken, hat das BMBF das *Rahmenprogramm Gesellschaft verstehen – Zukunft gestalten* aufgelegt. Das Programm unterstützt die geistes- und sozialwissenschaftliche Forschung über die siebenjährige Laufzeit bis 2025 mit insgesamt ca. 700 Mio. Euro. Im Mittelpunkt des aktuellen Programms stehen drei Schwerpunkte. Erstens wird Forschung gefördert, die Orientierungs-, Entscheidungs- und Handlungswissen bereitstellt, mit denen gesellschaftliche Herausforderungen bewältigt werden können. Zweitens werden geeignete Freiräume geschaffen, innerhalb derer auch unkonventionelle Forschungsfragen beantwortet werden können und in denen internationale Zusammenarbeit stattfinden kann. Drittens

sollen Forschungsdateninfrastrukturen ausgebaut werden, um Ressourcen, Werkzeuge und Methodenkenntnisse über Fachgebiete hinweg zu verbessern. Zudem soll risikoreicher Forschung, um sich z. B. auch neuen, unorthodoxen Fragen zuzuwenden oder neue Formen der Zusammenarbeit zu entwickeln, mehr Raum gegeben und die Anwendungsorientierung der geistes-, kultur- und sozialwissenschaftlichen Forschung gestärkt werden.

Als Teil des Rahmenprogramms wurde u. a. eine Förderrichtlinie veröffentlicht, die die langfristigen Auswirkungen der COVID-19-Pandemie auf die Gesellschaft und die Chancen, die sich aus der Erfahrung mit der Pandemie ergeben, in den Blick nimmt. In diesem Rahmen werden im bis 2026 reichenden Förderzeitraum geistes- und sozialwissenschaftliche Forschungsvorhaben unterstützt, die verschiedene Aspekte adressieren. Dazu zählen u. a. die Untersuchung der Maßnahmen, mit denen auf die COVID-19-Pandemie reagiert wurde, und der Probleme, die durch die Krise ans Licht gebracht wurden.

Nach den rassistisch motivierten Attentaten von Hanau und Halle wurde ein Kabinettsausschuss zur Bekämpfung von Rechtsextremismus und Rassismus eingerichtet, woraufhin beschlossen wurde, die Forschung zu Rassismus und Rechtsextremismus stärker zu fördern, auszubauen und in der Hochschullandschaft zu verankern. Auf dieser Grundlage hat das BMBF eine Förderrichtlinie *Aktuelle und historische Dynamiken von Rechtsextremismus und Rassismus* ins Leben gerufen. In diesem Kontext werden seit Anfang 2023 Forschungsprojekte gefördert, die nicht nur Ursachen und Folgen erforschen, sondern auch Handlungsempfehlungen für Politik, (Sicherheits-)Behörden und die Zivilgesellschaft erarbeiten. Zudem wird der Aufbau von Nachwuchsgruppen an Hochschulen mit dem Fokus auf Rassismus- und Rechtsextremismusforschung gefördert. Seit Juni 2023 ist zudem das Datenportal für Rassismus- und Rechtsextremismusforschung (DP-R|EX) online, das eine leistungsstarke Dateninfrastruktur aufbaut, die Verfügbarkeit und Zugänglichkeit qualitativ hochwertiger Forschungsdaten verbessert, die Sichtbarkeit existierender Daten erhöht und Anreize für das Teilen von Daten schafft.

Neben Forschungsprojekten zu Rassismus und Rechtsextremismus liegen zwei weitere Schwerpunkte auf der Förderung von Forschung zu Antisemitismus sowie zum radikalen Islamismus. In Bezug auf die Untersuchung von Dynamiken und Facetten des Antisemitismus werden seit Mitte 2021 zehn Forschungsverbünde mit insgesamt 31 Teilvorhaben gefördert. Sie haben einen interdisziplinären Charakter und involvieren Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus verschiedenen Fachbereichen wie Theologie, Pädagogik, Politik- und Rechtswissenschaft.

Die 2022 von der Bundesregierung beschlossene *Nationale Strategie gegen Antisemitismus und für jüdisches Leben* hebt die Rolle der Antisemitismusforschung hervor. Die Zunahme antisemitischer Vorfälle nach dem Angriff der Hamas auf Israel veranschaulicht die Bedeutsamkeit dieser Maßnahme. Im Sinne evidenzbasierten Handelns soll dafür das Wissen über Antisemitismus, die Wirksamkeit von Maßnahmen zur Antisemitismusbekämpfung sowie zu den Lebensrealitäten von Jüdinnen und Juden erweitert werden. Im Mai 2023 hat das BMBF Vertreterinnen und Vertreter aus Wissenschaft, Politik und Gesellschaft zu einer Tagung zur Antisemitismusforschung geladen. Das BMBF fördert etwa ein Dutzend Vorhaben der Grundlagen- und anwendungsorientierten Forschung zum Antisemitismus, mit deren Hilfe Wissen geschaffen werden soll, um Antisemitismus in all seinen Formen zu analysieren und zum Kampf gegen Antisemitismus beizutragen. Vor diesem Hintergrund hatte die Veranstaltung das Ziel, den Transfer und die Vermittlung dieser Forschungsergebnisse in die Praxis und die Gesellschaft zu befördern.

Zudem hat die Bundesregierung 2022 die *Nationale Strategie „Antiziganismus bekämpfen, Teilhabe sichern!“* zur Umsetzung der *EU-Roma-Strategie 2030* in Deutschland beschlossen. Die Strategie betont, dass die Forschung zu Antiziganismus einen wichtigen Baustein für die Bundesregierung darstellt, um Umsetzungsbedarfe zu erkennen und entsprechend steuern zu können. Im Mittelpunkt stehen dabei Fragen zu Mechanismen, Funktionen und Auswirkungen von Antiziganismus, Formen institutioneller Diskriminierung sowie Bevölkerungseinstellungen gegenüber Sinti und Roma. Auch der Bericht der Unabhängigen Kommission Antiziganismus beinhaltet umfangreiche Empfehlungen im Bereich Forschung.

Den Ursachen und Wirkungen des radikalen Islam in Deutschland und Europa widmen sich bis 2024 rund 100 Forschende in zwölf Forschungsvorhaben. Das

Transfervorhaben RADIS unterstützt diese bei der internen Vernetzung und fördert einen engen Dialog mit Praxispartnern. RADIS kommuniziert gemeinsame Ergebnisse und unterstützt den Wissenstransfer in Politik, Verwaltung und Fachpraxis.

Mit dem Ende 2019 etablierten „Monitoringsystem und Transferplattform Radikalisierung“ (MOTRA) fördern BMBF und BMI einen breit angelegten Forschungsverbund im Kontext der zivilen Sicherheitsforschung zur fortlaufenden Beobachtung des Radikalisierungsgeschehens in Deutschland (→ **IV 6.6 Sicherheit und Bevölkerungsschutz**). Damit sollen Entwicklungen schneller erkannt werden, die darauf hindeuten, dass radikaler Protest droht in Gewalt, in Extremismus oder gar Terrorismus umzuschlagen. Zum anderen fungiert MOTRA als ein zentraler Informations-Hub, über den ein umfassender Wissenstransfer zwischen Wissenschaft, Praxis und Politik geschieht.

2020 ist das vom BMBF geförderte Forschungsinstitut Gesellschaftlicher Zusammenhalt (FGZ) gegründet worden, das verschiedene Aspekte gesellschaftlichen Zusammenhalts erforscht und dabei Leitfragen zum Begriff, zu Entstehungsbedingungen, Gefährdungen und Wirkungen gesellschaftlichen Zusammenhalts nachgeht. Unter dem Dach des FGZ werden an elf Standorten von Hochschul- und Forschungsinstituten aktuell mehr als 80 Forschungsprojekte durchgeführt. Diese zeichnen sich durch ihre thematische, disziplinäre sowie methodische Pluralität aus. Neben der Forschung ist der Wissenstransfer ein zentrales Anliegen des Instituts, das sich dafür einsetzt, mit innovativen Formaten eine kollaborative Wissensproduktion von Forschung und Gesellschaft zu befördern. Darüber hinaus bietet das FGZ eine eigene Dateninfrastruktur sowie ein Aus- und Weiterbildungsprogramm für den wissenschaftlichen Nachwuchs.

Der institutionell vom BMI geförderte, unabhängige Sachverständigenrat für Integration und Migration stellt einen wichtigen Baustein der wissenschaftsbasierten Politikberatung dar. Über seinen wissenschaftlichen Stab betreibt der Sachverständigenrat eigenständige, anwendungsorientierte Forschung im Bereich Integration und Migration.

Das vom BMFSFJ geförderte Deutsche Zentrum für Integrations- und Migrationsforschung (DeZIM) arbeitet zu Fragen von Integration und Migration, zu Konsens und Konflikt, zu gesellschaftlicher Teilhabe und Vielfalt sowie zu Diskriminierung und Rassismus. Das DeZIM besteht aus dem DeZIM-Institut in Berlin und einem bundesweiten Netzwerk von insgesamt sieben Forschungseinrichtungen (DeZIM-Forschungsgemeinschaft). Zentrale Aufgaben sind die Förderung von Wissenschaft und Forschung, die wissenschaftsbasierte Politikberatung und die Vernetzung der Forschungslandschaft. Angesiedelt am DeZIM ist der Nationale Diskriminierungs- und Rassismusmonitor (NaDiRa), der Ursachen, Ausmaß und Folgen von Rassismus in Deutschland untersucht. Daneben ist im Januar 2023 auch das bundesweite Wissensnetzwerk Rassismusforschung, zu dem vier Partnerinstitute gehören, etabliert worden. Das Netzwerk wird vom BMBF zunächst für fünf Jahre gefördert und vom DeZIM geleitet und koordiniert.



Blick in die neue Dauerausstellung der Dokumentation Obersalzberg, konzipiert und fachlich betreut vom Institut für Zeitgeschichte München–Berlin

Die Antidiskriminierungsstelle des Bundes hat zwei Förderlinien eingerichtet, um mit Antiziganismus und antislawischem Rassismus zwei Phänomene zu erforschen, die bisher noch nicht ausreichend in der Forschungslandschaft verankert sind. In den insgesamt fünf Forschungsprojekten der beiden Förderlinien wird ein partizipativer Ansatz verfolgt, der auch Selbstorganisationen diskriminierter Menschen und Beratungsstellen einbindet. In einer weiteren Förderlinie werden vier Projekte zu innovativen Methoden zur Erforschung von Diskriminierung gefördert.

Mit den Käte Hamburger Kollegs für Geisteswissenschaftliche Forschung lädt das BMBF Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus aller Welt jeweils für zwölf Monate nach Deutschland ein. Als Fellows erhalten sie Freiräume für geisteswissenschaftliche Spitzenforschung: Während sie in dieser Zeit von vielen Verpflichtungen des wissenschaftlichen Alltags freigestellt sind, können sie sich der Erforschung eines selbst gewählten Themas widmen. Oft handelt es sich dabei um neue, innovative Fragestellungen. Im Jahr 2024 starten zwei neue Käte Hamburger Kollegs, die sich mit der Rolle kulturellen Erbes für die globale Gesellschaft beschäftigen. Ein Kolleg rückt mit einer neuen Form von Heritage Studies geisteswissenschaftliche Perspektiven auf global-gesellschaftliche Umwälzungsprozesse in den Mittelpunkt, während das zweite Kolleg „Kulturelle Praktiken der Reparation“ analysiert.

Der Rat für Sozial- und Wirtschaftsdaten (RatSWD) – ein Mitglied des Konsortiums für die Sozial-, Verhaltens-, Bildungs- und Wirtschaftswissenschaften (KonsortSWD) – unterstützt als unabhängiges Gremium Bund und Länder. Neben der Beratungsfunktion bietet der Rat Vertreterinnen und Vertretern aus Wissenschaft und Datenproduktion ein Austauschforum zur Verbesserung des Zugangs zu qualitativ hochwertigen, wissenschaftlich wertvollen Daten – im Rahmen der *Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI)* (**III 1.2 Wissenschaftliche Forschungsinfrastrukturen**). Der Rat erstellt darüber hinaus Stellungnahmen und Handlungsempfehlungen und behält sowohl rechtliche als auch technische Entwicklungen im Blick. Über das European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI) wird zudem die internationale Anschlussfähigkeit deutscher Forschungsinfrastrukturen der Geistes- und Sozialwissenschaften gesichert.

Sammlung Wolfgang Haney

Das Deutsche Historische Museum (DHM) hat mit finanzieller Unterstützung des BMBF, der Beauftragten der Bundesregierung für Kultur und Medien (BKM) und der Kulturstiftung der Länder die Sammlung Wolfgang Haney erworben, die von großer Bedeutung für die Antisemitismusforschung ist. Die Sammlung, die 15.000 Objekte zur Geschichte des Antisemitismus umfasst, wird im Rahmen des Verbundprojekts „Der Sammler und seine Dinge“ gemeinsam mit dem Zentrum für Antisemitismusforschung (ZfA) an der Technischen Universität Berlin erforscht.

Weitere Informationen im Internet:

- Geistes- und Sozialwissenschaften
- Rahmenprogramm Gesellschaft verstehen – Zukunft gestalten
- Gesellschaftliche Auswirkungen der COVID-19-Pandemie
- Forschung zu Extremismus und Radikalisierung
- Datenportal für Rassismus- und Rechtsextremismusforschung
- Nationale Strategie gegen Antisemitismus und für jüdisches Leben
- Nationale Strategie „Antiziganismus bekämpfen, Teilhabe sichern!“
- Transfervorhaben RADIS – Forschung zum radikalen Islam
- Tagung zur Antisemitismusforschung
- Forschungsverbund Monitoringsystem und Transferplattform Radikalisierung (MOTRA)
- Forschungsinstitut Gesellschaftlicher Zusammenhalt
- Sachverständigenrat für Integration und Migration
- Deutsches Zentrum für Integrations- und Migrationsforschung (DeZIM)
- Antidiskriminierungsstelle des Bundes – Förderlinien
- Käte Hamburger Kollegs
- Rat für Sozial- und Wirtschaftsdaten (RatSWD)
- ESFRI – European Strategy Forum on Research Infrastructures (engl.)

6.2 Sozialpolitische und sozialrechtliche Forschung

Eine evidenzbasierte Sozialpolitik ist angewiesen auf fundierte wissenschaftliche Analysen aktueller Entwicklungen in Gesellschaft und Arbeitswelt und deren Auswirkungen auf bestehende sozialpolitische Arrangements. Unabhängige und frühzeitige Analysen langfristiger Trends sind wichtig, um politischen Gestaltungsbedarf zu erkennen und darauf aufbauend entsprechende Maßnahmen entwickeln zu können, um den Sozialstaat in Deutschland zukunftsfähig zu machen.

Um Forschung und Lehre im Bereich Sozialpolitik an deutschen Universitäten und Fachhochschulen zu stärken, hat das BMAS bereits 2016 das *Fördernetzwerk Interdisziplinäre Sozialpolitikforschung (FIS)* ins Leben gerufen. Über das *FIS* werden Stiftungsprofessuren, Nachwuchsgruppen und Forschungsprojekte zu aktuellen sozialpolitischen Forschungsthemen gefördert. Darunter sind auch Projekte, die der Vernetzung der verschiedenen Institutionen im Bereich der Sozialpolitikforschung bundesweit mit dem Ziel dienen, den wissenschaftlichen Austausch zu unterstützen und Synergien nutzbar zu machen. Die ab 2024 geförderten Stiftungsprofessuren haben ein breites Forschungsspektrum. Sie befassen sich mit Kindheit und Jugend in einer inklusiven Gesellschaft, untersuchen die Zusammenhänge von Sozialpolitik und Migration im politischen Mehrebenensystem Deutschlands sowie international vergleichend und analysieren die Umsetzung sozialpolitischer Maßnahmen im Bereich der sozialen Teilhabe von Menschen mit psychischen Behinderungen. Des Weiteren werden ab 2024 neue Nachwuchsgruppen gefördert, die den Einfluss von Krisenantizipation auf sozialpolitische Institutionen und Prozesse untersuchen sowie sich mit den Auswirkungen der ökologischen Transformation auf die Arbeitsnachfrage und den Folgen für Arbeitnehmende und Sozialpolitik befassen.

Das *FIS* fördert auch das Deutsche Institut für Interdisziplinäre Sozialpolitikforschung (DIFIS), das im Juni 2021 gegründet wurde. Die Projektförderung läuft für fünf Jahre bis 2026. Die Förderung soll perspektivisch verstetigt und das DIFIS zu einem sozialpolitischen Forschungsinstitut entwickelt werden. Es versteht sich als unabhängiger Thinktank und agiert als Serviceeinrichtung der sozialpolitischen Forschung, Lehre und Politikberatung in Deutschland, die vernetzt, forscht und berät. Das DIFIS bringt auch neue Forschung in sechs themenübergreifenden und interdisziplinären Forschungsfeldern auf den Weg. Die Frage, wie Sozialpolitik zur gesellschaftlichen Resilienz beitragen und nachhaltig gestaltet werden kann, wird dabei ebenso in den Blick genommen wie Migrations- und Gleichstellungsfragen, die Rolle des Arbeitsmarktes und der Lebenslaufgestaltung für die soziale Sicherung oder die Steuerung und Organisation von Sozialpolitik sowie ihre politischen und gesellschaftlichen Folgen.

Darüber hinaus setzt das BMAS die klassischen Elemente der Ressortforschung – angesiedelt an der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin – ein, um künftige sozialpolitische Entscheidungen frühzeitig vorzubereiten und um die Anforderungen zur Gestaltung entsprechender Maßnahmen zu ermitteln.

Mit der 2008 von Deutschland ratifizierten *UN-Behindertenrechtskonvention* wurde ein moderner Behinderungsbegriff implementiert – orientiert an der International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF). Behinderung wird in diesem Sinne als Folge einer Wechselwirkung zwischen Beeinträchtigung(en) und einstellungs- und umweltbedingten Barrieren verstanden. Die Vertragsstaaten verpflichten sich zur Sammlung geeigneter Informationen, einschließlich statistischer Angaben und Forschungsdaten, die es ermöglichen sollen, politische Konzepte zur Durchführung dieses Übereinkommens auszuarbeiten. Vor diesem Hintergrund wird derzeit die zweite Befragungswelle der 2016 durchs BMAS ins Leben gerufenen *Repräsentativbefragung zur Teilhabe von Menschen mit Behinderung* durchgeführt. Die so erhobenen Daten sind eine wichtige Grundlage für die Teilhabeberichterstattung der Bundesregierung über die Lebenslagen von Menschen mit Beeinträchtigungen und Behinderungen sowie weitergehende sozialwissenschaftliche Forschung.

Weitere Informationen im Internet:

- Fördernetzwerk Interdisziplinäre Sozialpolitikforschung
- Deutsches Institut für Interdisziplinäre Sozialpolitikforschung

6.3 Wissenschaftskommunikation und wissenschaftliche Politikberatung

Wissenschaftliche Erkenntnisse können wichtige Beiträge liefern, um aktuelle Herausforderungen zu bewältigen. Damit die Wissenschaft damit jedoch erfolgreich sein kann, bedarf es eines gelingenden Transfers ihrer Erkenntnisse in Gesellschaft und Politik und eines öffentlichen Diskurses über die Implikationen dieser Erkenntnisse.

Wissenschaftskommunikation

Gemäß dem jährlich veröffentlichten Wissenschaftsbarometer genießen Wissenschaft und Forschung in Deutschland bei einer deutlich überwiegenden Mehrheit der Bürgerinnen und Bürger hohes Vertrauen: Im Jahr 2022 gaben 62 % der Befragten an, dass sie Wissenschaft „eher“ oder „voll und ganz“ vertrauen. In den letzten Jahren, z. B. während der COVID-19-Pandemie, ist jedoch auch deutlich geworden, dass sich ein Teil der Bevölkerung dem aufgeklärten Diskurs entzieht und Antworten in nicht wissenschaftlichen Erklärungsmodellen sucht. Um diesen Entwicklungen entgegenzuwirken und das Vertrauen in Wissenschaft und Forschung zu festigen, hat sich die Bundesregierung in ihrem Koalitionsvertrag auf das Ziel verständigt, die Wissenschaftskommunikation strategisch zu stärken. Anspruch ist es dabei, wissenschaftliche Erkenntnisse, die gesellschaftliche Relevanz aufweisen, aktiv, barrierefrei und zielgruppengerecht zu vermitteln und auch Bevölkerungssegmente, die bislang zu wenig adressiert wurden, zu erreichen.

Für die zukunftsorientierte Weiterentwicklung der Wissenschaftskommunikation in Deutschland hat das BMBF die #FactoryWisskomm als Diskursplattform etabliert. Diese folgt einem transdisziplinären Ansatz und führt Akteurinnen und Akteure sowie Interessengruppen aus Wissenschaft, Kommunikation, Politik, Wirtschaft, Medien und Zivilgesellschaft zusammen. Ziel ist es, gute Rahmenbedingungen für wirksame und verantwortungsbewusste Wissenschaftskommunikation zu schaffen, die einerseits relevante neue Erkenntnisse vermittelt und andererseits Einblicke in die Forschungsprozesse selbst ermöglicht. In der ersten Arbeitsphase der #FactoryWisskomm entwickelten Fachleute Handlungsempfehlungen für ein verantwortliches Agieren und nachhaltiges Wirken von Wissenschaft im Austausch mit der Gesellschaft. Darauf baut die zweite Phase auf, die bis 2025 fortgesetzt wird und die Umsetzung der Empfehlungen in den Fokus setzt. Gleichzeitig öffnet sich die #FactoryWisskomm in Richtung weiterer Stakeholder, um neue Themen und Synergien für die Wissenschaftskommunikation zu identifizieren. Der Diskursprozess wird durch drei Netzwerkkonferenzen im September 2022, März 2024 und Sommer 2025 flankiert.

Anknüpfend an Impulse, die im Rahmen der Arbeitsgruppe „Forschungsfeld Wisskomm“ von #FactoryWisskomm erarbeitet wurden, hat das BMBF im September 2022 eine Richtlinie zur Förderung von Forschungsvorhaben veröffentlicht, die zu einem tieferen Verständnis von Wissenschaftskommunikation beitragen können. Gefördert werden seit November 2023 elf interdisziplinäre Forschungsvorhaben. Diese fokussieren auf Themenbereiche, die mit einer hohen gesellschaftlichen Betroffenheit und politischem Handlungsdruck verbunden sind, wie z. B. Desinformation, Kommunikation von Unsicherheiten und Misstrauen oder Künstliche Intelligenz (KI) in der Wissenschaftskommunikation. Zudem werden Ziele und Funktionen von Wissenschaftskommunikation, neue (digitale) Arenen der Kommunikation und grundlegende Änderungen im Verhältnis von Wissenschaft und Gesellschaft untersucht und reflektiert.

Daneben verfügt das BMBF über weitere etablierte und reichweitenstarke Plattformen und Formate der Wissenschaftskommunikation und entwickelt diese stetig weiter. Bei den Wissenschaftsjahren handelt es sich dabei um die größte institutionenübergreifende Initiative der Wissenschaftskommunikation in Deutschland. Sie werden vom BMBF gemeinsam mit der Initiative Wissenschaft im Dialog ausgerichtet. Ziel ist es, die Öffentlichkeit stärker für Wissenschaft und Forschung zu interessieren und mit Bürgerinnen und Bürgern in den Dialog zu treten. Entwicklungen in der Forschung werden so transparenter und zugänglicher.

Junge Menschen und insbesondere auch Zielgruppen, die bislang nur wenig Berührungspunkte mit Wissenschaft hatten, sollen angesprochen werden und die Wissenschaftsmündigkeit von Bürgerinnen und Bürgern gefördert werden. Gleichzeitig sind die Formate der Wissenschaftsjahre nicht nur partizipativ, sondern auch experimentell und zielen darauf ab, innovative Methoden der Wissenschaftskommunikation zu erproben und weiterzuentwickeln. Unter dem Motto „Nachgefragt!“ stand 2022 das Fragen an die Wissenschaft selbst im Mittelpunkt. Die Forschung zum Weltall und Raumfahrt war Thema 2023 (→ **IV 5.1 Erforschung des Universums**). Das Wissenschaftsjahr 2024 beschäftigt sich mit dem Thema Freiheit (→ **Infobox: Wissenschaftsjahr 2024 – Freiheit**).

Das Ziel, Interesse an und Neugier auf Wissenschaft zu fördern, verfolgt auch das Futurium – ein Ausstellungs- und Veranstaltungsort im Zentrum von Berlin. Hier findet ein offener und freier Austausch über Zukunftsvorstellungen, -ideen und -wünsche statt. Bürgerinnen und Bürgern werden hier zahlreiche wissenschaftliche und technische Entwicklungen präsentiert. Gleichzeitig können sie sich selbst aktiv an der Diskussion über die Gestaltung der Zukunft beteiligen und Ideen zur Lösung nationaler und globaler Aufgaben entwickeln. Zudem bietet das Futurium-Lab Möglichkeiten zum Erfinden, Ausprobieren und Experimentieren – z. B. können Besucherinnen und Besucher im Fabrication-Laboratory eigene Prototypen erstellen oder an einem Hackathon teilnehmen, bei dem ein Projekt aus verschiedenen Perspektiven entwickelt wird. Neben dem Bund sind am Futurium deutsche Wissenschaftsorganisationen, in Deutschland forschende Unternehmen und wissenschaftsfördernde Stiftungen beteiligt.

Eine Zielgruppe der Wissenschaftskommunikation stellen junge Menschen dar, die – in Ergänzung zu den Wissenschaftsjahren – mit weiteren passenden Angeboten angesprochen werden. So initiierte das BMBF die „Forschungsbörse“, über die Schülerinnen und Schüler in den Austausch mit Forschenden zu ihren Forschungsthemen gelangen, und gibt mit „forscher – Das Magazin für Neugierige“ ein kindgerecht aufbereitetes Angebot mit aktuellen wissenschaftlichen Themen für Acht- bis Zwölfjährige heraus. Als „Innovations-Botschafter“ reist seit 2017 der InnoTruck ganzjährig durch Deutschland und zeigt anschaulich, welche wichtige und positive Rolle Innovationen in unserem Alltag spielen.

Wissenschaftsjahr 2024 – Freiheit

Anlässlich des 75. Jahrestages des Grundgesetzes sowie des 35. Jahrestages des Mauerfalls im November 2024 wurde das Thema Freiheit für das Wissenschaftsjahr 2024 ausgewählt. In diesem Rahmen werden unterschiedliche Zielgruppen aus der Gesellschaft dazu eingeladen, Fragen zur Freiheit zu diskutieren und über die Antworten konstruktiv zu streiten. Im Mittelpunkt stehen drei Aspekte, bei denen es um das Verständnis von Freiheit im Jahr 2024, der Freiheit künftiger Generationen sowie der Freiheit in Europa und weltweit geht. Unter dem Dach des Wissenschaftsjahres werden Vorhaben der Wissenschaftskommunikation gefördert, die niedrigschwellige Beteiligungsangebote schaffen und einen trans- und interdisziplinären Ansatz verfolgen, Forschende einbeziehen und Partner miteinander vernetzen.



Moderatorin Shelly Kupferberg, Professorin Alena Buyx und Katharina Lezius bei der Eröffnungsveranstaltung des Wissenschaftsjahres 2024 – Freiheit

Darüber hinaus setzt sich das BMBF für die Stärkung des *Wissenschaftsjournalismus* ein, der als zentraler Baustein nachhaltiger Wissenschaftskommunikation verstanden wird. Das BMBF fördert die Prozessbegleitung des Innovationsfonds Wissenschaftsjournalismus. Dieser unterstützt, angesiedelt bei der Wissenschaftspressekonferenz (WPK), mithilfe mehrerer Stiftungen risikobereite Gründerinnen und Gründer, um den Wissenschaftsjournalismus mit innovativen Formaten und Vermittlungskonzepten in das digitale Zeitalter zu transformieren. Die Prozessbegleitung verfolgt neben dem wissenschaftlichen Erkenntnis-

gewinn das Ziel, evidenzbasierte Entscheidungen in der Konzeption und der fortlaufenden, iterativen Weiterentwicklung des Fonds zu treffen.

Zudem stärkt das BMBF den unabhängigen Wissenschaftsjournalismus durch Projektförderung des Science Media Centers (SMC) als Intermediär für unabhängige und evidenzbasierte Berichterstattung. Unterstützt wird das SMC Lab, das Entwicklungslabor des SMC, das an der Weiterentwicklung und Optimierung informationstechnologischer Werkzeuge und Softwarelösungen für den modernen datenbasierten Wissenschaftsjournalismus arbeitet.

Um den Austausch zwischen Wissenschaft und Gesellschaft aktiv zu stärken und informiertes Vertrauen in Wissenschaft zu unterstützen, hat das BMBF im Herbst 2021 seine Projektförderung angepasst. Wissenschaftskommunikation ist nun als integraler Bestandteil in der Förderpraxis verankert – unabhängig vom jeweiligen wissenschaftlichen Forschungsgegenstand. So soll der Dialog zwischen Wissenschaft und Öffentlichkeit fester Bestandteil geförderter Forschungsaktivitäten werden. Eine Beratungseinheit Wissenschaftskommunikation wurde eingerichtet, um die Implementierungs- und Etablierungsphase der neuen Förderpraxis zu begleiten. Das Serviceangebot umfasst Einzelberatungen, virtuelle Informationsveranstaltungen und moderierte Erfahrungsaustausche sowie themenbezogene Handreichungen und Leitfäden.

Weitere Informationen im Internet:

- Wissenschaftskommunikation
- #FactoryWisskomm
- Richtlinie zur Förderung von Forschungsvorhaben zur Wissenschaftskommunikation
- Wissenschaftsjahre
- Fachseite Wissenschaftsjahre
- Futurium
- Wissenschaft im Dialog
- Forschungsbörse
- forscher – Das Magazin für Neugierige
- InnoTruck
- Wissenschaftsjournalismus
- Innovationsfonds Wissenschaftsjournalismus
- SMC Lab – Entwicklungslabor des Science Media Center
- Falling Walls Conference (engl.)

Falling Walls Conference

Die vom BMBF geförderte Falling Walls Conference bringt jedes Jahr führende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus aller Welt, darunter auch Nobelpreisträgerinnen und Nobelpreisträger, nach Deutschland. Sie stellen ihre Forschungsprojekte vor, die in den jeweiligen Forschungsgebieten zu entscheidenden Durchbrüchen geführt haben. Im Sinne der Freiheit des Denkens und der Wissenschaftsfreiheit bietet die Falling Walls Conference bahnbrechenden Ideen aus der Forschung, die globale Herausforderungen in den Blick nehmen, eine Bühne und macht diese für ein breites Publikum zugänglich.



Die Teilnehmenden des Plenary Table mit dem Thema „Precision Prevention in Health: The Power of Genomics“ bei der Falling Walls Conference 2023

Wissenschaftliche Politikberatung

Wissenschaftliche Erkenntnisse sind von fundamentaler Bedeutung für eine evidenzbasierte Politik und deren gesellschaftliche Akzeptanz – das hat nicht zuletzt die COVID-19-Pandemie deutlich vor Augen geführt. Aber auch im Rahmen der politischen Gestaltung und der notwendigen Transformationsprozesse bedarf es in zunehmendem Maße der wissenschaftlichen Politikberatung. Hier sieht die Bundesregierung laut *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* alle staatlich geförderten Institutionen der Wissenschaft, Forschung und Lehre in der Pflicht.

Deutschland verfügt über eine ausdifferenzierte Landschaft der wissenschaftlichen Politikberatung: Ressortforschungseinrichtungen im Geschäftsbereich verschiedener Ministerien betreiben aufgabenbezogen wissenschaftsbasierte Beratung und besitzen Informationspflichten gegenüber der Öffentlichkeit. Daneben bestehen von der Bundesregierung eingerichtete Sachverständigengremien, wie die Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI), der Zukunftsrat beim Bundeskanzler, das Forum #Zukunftsstrategie, der Sachverständigenrat für Integration und Migration (**IV 6.1 Forschung in den Geistes-, Kultur- und Sozialwissenschaften**) und der Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung („die Wirtschaftsweisen"). Auch Akademien, wie die Leopoldina als Nationale Akademie der Wissenschaften oder die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (acatech), nehmen fächerübergreifend Stellung zu langfristigen Fragestellungen (**II 1.3 Außeruniversitäre Forschungseinrichtungen**).

Gleichzeitig bieten sich mit der zunehmend datenintensiven Forschung und deren agilen Formaten neue Möglichkeiten für wissenschaftliche Politikberatung, da Wissen schneller und effizienter aufbereitet und für politische Entscheidungsfindung nutzbar gemacht werden kann (**Infobox: Wissenschaftsbasierte Politikberatung in Krisensituationen**).

Weitere Informationen im Internet:

- Union der deutschen Akademien der Wissenschaften
- Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina
- acatech
- Stifterverband: Projekt zur wissenschaftsbasierten Politikberatung in Krisensituationen

Wissenschaftsbasierte Politikberatung in Krisensituationen

Besonders die COVID-19-Pandemie hat die Bedeutung wissenschaftlicher Beratungsstrukturen verdeutlicht, damit sich auch Reaktionen und Maßnahmen in Krisensituationen auf wissenschaftliche Erkenntnisse stützen können. Vor diesem Hintergrund hat das BMBF den Stifterverband für die Deutsche Wissenschaft gemeinsam mit dem Hans-Bredow-Institut und der Universität Potsdam mit der Durchführung eines Projekts zu wissenschaftsbasierter Politikberatung in Krisensituationen beauftragt. Dazu wurden in einem ersten Schritt aktuelle wissenschaftsbasierte Politikberatungsstrukturen exploriert und danach in Co-Design-Workshops Lösungsszenarien ko-kreativ entwickelt.

Die Ergebnisse wurden im November 2021 veröffentlicht. Empfohlen wurde die Einrichtung mehrerer Instrumente: eines Science Policy Hubs als agile Einheit, die in Krisensituationen schnelle und wissenschaftsbasierte Handlungsoptionen erarbeitet; einer Crowdsourcing-Plattform, die Wissensträgerinnen und -träger vernetzt und das Generieren von Ideen für konkrete Fragestellungen ermöglicht; eines Rapid-Advice-Requests, mit dem Mitarbeitende in Ministerien von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern schnell einen Überblick über einen Forschungsstand anfordern können, sowie eines Krisen-Informations-Dashboards, auf dem zentral relevante Daten in Echtzeit angezeigt werden können.

6.4 Teilhabe der älteren Generation



Eine künstlerische Auseinandersetzung mit weiblicher Altersarmut: die Lecture Performance „Selbst-Schuld-Katapult“ von Alexandra Rau in Kooperation mit der Frauenakademie München

Die Bundesregierung möchte Menschen auch im Alter darin unterstützen, selbstbestimmt zu leben und an der Gesellschaft teilzuhaben. Um ein fundiertes Verständnis über die Lebenssituationen dieser Bevölkerungsgruppe zu erlangen, werden regelmäßig wissenschaftliche Studien und Erhebungen zu allgemeinen Themen, wie z. B. im Rahmen des Altersberichts der Bundesregierung und des Deutschen Alterssurveys (DEAS), sowie zu spezifischen Themen wie etwa Demenz durchgeführt. Diese Studien bieten eine wichtige Basis für das seniorenpolitische Handeln der Bundesregierung und helfen, passende Maßnahmen zu entwickeln, die eine gute Lebensqualität und mehr gesellschaftliche Teilhabe für ältere Menschen ermöglichen.

Der Altersbericht erscheint einmal pro Legislaturperiode und nimmt jeweils ein seniorenpolitisches Thema in den Fokus. Der 2020 erschienene Achte Altersbericht thematisierte die Digitalisierung und deren Auswirkungen auf die gesellschaftliche Teilhabe älterer Menschen. Die Mitglieder für die unabhängige und interdisziplinär besetzte Sachverständigenkommission für den Neunten Altersbericht „Alt werden in Deutschland – Potenziale und Teilhabechancen“ wurden 2022 berufen, die Übergabe des Sachverständigenberichts ist für Anfang Juli 2024 geplant. Der neue Altersbericht soll insbesondere die Heterogenität der Lebenssituationen älterer Menschen in Deutschland sowie die sich daraus ergebenden unterschiedlichen Teilhabechancen untersuchen.

Das DZA unterstützt die Altersberichterstattung sowie die *Nationale Demenzstrategie* jeweils mit einer Geschäftsstelle (→ **IV 3.1 Volkskrankheiten und weitere Erkrankungen mit hoher Krankheitslast**). Darüber hinaus führte das DZA in Zusammenarbeit mit dem Cologne Center for Ethics, Rights, Economics, and Social Sciences of Health (ceres) auch die Studie „Hohes Alter in Deutschland (D80+)“ zur Lebenssituation und Lebensqualität von Hochaltrigen (d. h. 80 Jahre und älter) durch. Mehr als 10.000 Personen wurden dafür im Zeitraum von Januar 2020 bis Oktober 2021 befragt. Die Befunde aus unterschiedlichen Themenbereichen der Studie – u. a. soziale und digitale Teilhabe, Gesundheit und Versorgung, Werte sowie subjektives Wohlbefinden – wurden mit begleitenden Informationen im Juli

2023 in dem Sammelband „Hohes Alter in Deutschland“ veröffentlicht. Zudem wurden 2023 auch die Primärdaten der D80+ für wissenschaftliche Sekundäranalysen zur Verfügung gestellt.

Mit dem Ziel, die gesellschaftliche Teilhabe sowie das Engagement älterer Menschen in der digitalen Welt zu fördern, hat das BMFSFJ gemeinsam mit der Bundesarbeitsgemeinschaft der Seniorenorganisationen (BAGSO) und in Kooperation mit weiteren Partnern aus Bund, Ländern, Kommunen, Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft 2021 den *DigitalPakt Alter* ins Leben gerufen. In der Fläche werden niedrigschwellige Lern- und Übungsangebote – Erfahrungsorte – rund um Fragen der Digitalisierung und ältere Menschen gefördert. Unterstützt und ausgezeichnet werden zudem Gute-Praxis-Projekte, wie der „Digitale Engel“, der „Goldene Internetpreis“, der „Digitalkompass“ und „Künstliche Intelligenz für ein gutes Altern“. Das Internetportal wissensdurstig.de bietet zudem ein breites Informationsangebot zum Themenbereich Bildung und Lernen im Alter.

Da der demografische Wandel auch in anderen Industriestaaten schon Realität ist, tauscht sich Deutschland fachlich mit anderen Ländern aus und beteiligt sich an der europäischen Programmplanungsinitiative (engl. Joint Programming Initiative; JPI) *JPI More Years, Better Lives*. Innerhalb dieser erarbeiten zehn europäische und außereuropäische Länder einen Ansatz, um die Koordination und Zusammenarbeit zwischen nationalen und internationalen Forschungsprogrammen zum demografischen Wandel zu verbessern.

Weitere Informationen im Internet:

- Der Neunte Altersbericht der Bundesregierung
- Deutsches Zentrum für Altersfragen (DZA)
- Deutscher Alterssurvey
- Geschäftsstelle für die Altersberichte der Bundesregierung
- Geschäftsstelle Nationale Demenzstrategie
- Studie „Hohes Alter in Deutschland (D80+)“
- DigitalPakt Alter
- Servicestelle Digitalisierung und Bildung für ältere Menschen
- JPI More Years, Better Lives (JPI-MYBL, engl.)

Deutscher Alterssurvey (DEAS)

Seit 1996 wird mit Mitteln des BMFSFJ regelmäßig der Deutsche Alterssurvey (DEAS) durchgeführt. Dafür ist das Deutsche Zentrum für Altersfragen (DZA), ein Bundesforschungsinstitut, das gesellschaftliche Teilhabe insbesondere in der zweiten Lebenshälfte untersucht, verantwortlich. Die repräsentative Quer- und Längsschnittbefragung erhebt Daten von Personen im mittleren und höheren Erwachsenenalter, die zeigen, wie sich die Lebensverhältnisse älterer Menschen über die Zeit entwickelt und verändert haben. Die gewonnenen Erkenntnisse bilden auch eine Grundlage für Sozialberichterstattung und Politikberatung.

6.5 Soziale Innovationen

Die Bundesregierung folgt mit der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* einem breiten Innovationsverständnis, das technologische und Soziale Innovationen gleichermaßen in den Blick nimmt. Der Begriff Soziale Innovationen bezieht sich auf neue soziale Praktiken und Organisationsmodelle, die Potenzial haben, tragfähige und nachhaltige Lösungen für gesellschaftliche Herausforderungen zu finden. Sie haben einen eigenständigen Wert und können technologieunabhängig entstehen oder aber durch technologische Innovationen begünstigt und flankiert werden. Im Rahmen von Veränderungsprozessen können sie eine entscheidende Rolle spielen und helfen, Transformationen sozialverträglicher zu gestalten und gesellschaftlichen Zusammenhalt zu fördern. Oft stehen sozial-innovative Akteurinnen und Akteure vor zusätzlichen Herausforderungen und benötigen daher spezifische Informations-, Vernetzungs- und Beratungsangebote sowie Maßnahmen zur Skalierung und Finanzierung. Dabei spielt Partizipation eine wichtige Rolle, indem Stakeholder frühzeitig zusammengebracht werden, neues Orientierungs- und Handlungswissen bereitgestellt wird und praxisnahe und gesellschaftlich tragfähige Lösungen erarbeitet werden (**III 3.3 Partizipation und Dialog mit der Zivilgesellschaft**).

Aufbauend auf Empfehlungen des Hightech-Forums sowie der Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) hat die Bundesregierung 2021 ein gemeinsames *Ressortkonzept zu Sozialen Innovationen* und 2023 die *Nationale Strategie für Soziale Innovationen und Gemeinwohlorientierte Unternehmen* vorgelegt, um die sozial-ökologische Transformation voranzutreiben. Diese soll an den gesellschaftlichen Bedürfnissen ausgerichtet sein und Diversität, Partizipation und Nachhaltigkeit stärken. Ziel ist es, strukturelle Hindernisse für Soziale Innovationen und gemeinwohlorientierte Unternehmen abzubauen, Rahmenbedingungen zu verbessern und eine bedarfsgerechte Förderung auszubauen.

Bereits zuvor förderte die Bundesregierung Soziale Innovationen im Rahmen von Fach- und Querschnittsprogrammen, z. B. der *Sozial-ökologischen Forschung* des BMBF, dem *Nationalen Aktionsplan Gesundheitskompetenz* des BMG oder der *Civic Innovation Platform* des BMAS.

Neben Vereinen, Einrichtungen der Freien Wohlfahrtspflege und zivilgesellschaftlichen Akteurinnen und Akteure werden Soziale Innovationen zudem häufig von Start-ups entwickelt. Ein definiertes Handlungsfeld der *Start-up-Strategie der Bundesregierung* ist es daher, die Rahmenbedingungen für gemeinwohlorientierte Start-ups zu verbessern.

Mit dem Ziel, die Stabilisierung und Professionalisierung gemeinwohlorientierter kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) zu fördern und die Attraktivität von gemeinwohlorientierten Start-ups bei Investorinnen und Investoren zu fördern, hat das BMWK im Jahr 2023 das Programm *REACT with impact – Förderung des Sozialunternehmertums* gestartet. Die Fördergelder stammen aus den Mitteln des EU-Wiederaufbauinstruments *REACT-EU*. Sie werden aus dem Bundeshaushalt vorfinanziert und später von der Europäischen Kommission erstattet. In diesem Rahmen konnten gemeinwohlorientierte KMU und Start-ups Beratungs- und Unterstützungsleistungen durch autorisierte Beratungsunternehmen in Anspruch nehmen. Im April 2023 erschien der ergänzende Förderaufruf *Stärkung Gemeinwohlorientierter Unternehmen durch grundlegende Unterstützungsangebote*, um die Rahmenbedingungen für Gründungen und Wachstum der gemeinwohlorientierten Unternehmen weiter zu verbessern. Gefördert werden Maßnahmen, die dazu beitragen, neue Informations- und Unterstützungsleistungen auf- oder auszubauen oder die Vernetzung gemeinwohlorientierter und weiterer Akteurinnen und Akteure voranzutreiben.

Mit dem Wettbewerb *Gesellschaft der Ideen* hat das BMBF ein eigenständiges Wettbewerbsformat ins Leben gerufen. Bei diesem werden Projektideen für die Entwicklung Sozialer Innovationen, die zur Lösung gesellschaftlicher Herausforderungen beitragen können, identifiziert. Der Wettbewerb ist in drei Phasen gegliedert. In der ersten Phase wurden 2020 über 1.000 Ideen eingereicht und bewertet sowie 30 für den

Ideenpreis ausgewählt. Anschließend wurden diese Ideen innerhalb von sechs Monaten zu Konzepten ausgearbeitet, von denen im August 2021 wiederum zehn für eine Erprobung in der zweiten Phase ausgewählt wurden, in der sie für zwei Jahre gefördert wurden. In 2024 startet die dritte Phase, in der vier Projektteams für ein bis zwei weitere Jahre gefördert werden, damit ihre Lösungen erfolgreich den Weg in die Anwendung finden können. Die Projekte mussten Wirkungsziele benennen, an deren Erreichung die Fortsetzung der Förderung gebunden ist.



Mit *Gesellschaft der Innovationen – Impact Challenge an Hochschulen* läuft seit Anfang 2023 ein weiteres Programm, innerhalb dessen insbesondere an Hochschulen eine Kultur der Sozialen Innovationen und des Social Entrepreneurships stärker verankert werden soll. Im ersten Modul werden entsprechende Fort- und Weiterbildungsangebote im Themenbereich gefördert. Im zweiten Modul waren Studierende und Nachwuchsforschende im Rahmen einer Impact Challenge aufgefordert, Soziale Innovationen zu entwickeln. Die besten 44 Ideen haben nach einem erfolgreichen Pitch ein Preisgeld erhalten und können ihre Ideen in vier Monaten zu einem Konzept weiterentwickeln. Die besten 20 Konzepte wiederum erhalten die Möglichkeit, ihr Projekt innerhalb von zwölf Monaten umzusetzen.

Im Jahr 2023 wurde außerdem die vom BMBF geförderte Plattform für Soziale Innovationen gestartet, die der Vernetzung, Information und Weiterbildung zu Sozialen Innovationen dient. Sie soll als zentrale Anlaufstelle fungieren und neben Sozialinnovatorinnen und -innovatoren auch Partnerinnen und Partner zu Förderung und Finanzierung sowie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ansprechen. Themen sind beispielsweise Wirkungsmodelle und Finanzierungsoptionen. Darüber hinaus werden ein Förderfinder, Praxisbeispiele und weitere Tipps und Hilfsmittel bereitgestellt.

Weiterhin fördert das BMBF verschiedene Projekte im Bereich Wirkungsmessung von Sozialen Innovationen, u. a. das „Impact Measurement Valuation Lab“, das die Projekte im Rahmen des Open-Social-Innovation-Prozesses „10.000 Tage – Fachkräfte für eine klimapositive Gesellschaft“ begleitet. Ziel ist es, ein übergeordnetes Toolset für die Wirkungsmessung von Sozialen Innovationen zu entwickeln.

Um Soziale Innovationen und insbesondere die menschzentrierte und gemeinwohlorientierte Entwicklung und Nutzung von Künstlicher Intelligenz (KI) zu fördern, haben BMAS, BMUV und BMFSFJ gemeinsam die Initiative *Civic Coding – Innovationsnetz KI* für das Gemeinwohl ins Leben gerufen und im Mai 2021 erstmals der Öffentlichkeit vorgestellt. Ihr Ziel ist es, gemeinsam mit Akteurinnen und Akteuren aus Zivilgesellschaft, Wissenschaft, Verwaltung, Sozialpartnerinnen und Sozialpartnern und Wirtschaft die soziale, nachhaltige und partizipative Entwicklung und Anwendung von KI zu unterstützen und damit Alternativen zu gängigen Entwicklungs- und Einsatzmodellen der internationalen KI-Industrie zu schaffen. Möglich werden soll dies durch die Bündelung und Vernetzung KI-bezogener Projekte, Programme und Strukturen in einem offenen Netzwerk, durch das die Nutzung von Synergien ermöglicht wird. Zu den drei Ankerprojekten der *Civic-Coding*-Initiative zählen die *Civic Innovation Platform* des BMAS, die vor allem KI-Ideen und -Projekte mit arbeits- und sozialpolitischem Bezug unterstützt und vernetzt, das *Civic*

Data Lab des BMFSFJ, das die Erhebung, Nutzung und Weitergabe von Daten innerhalb der Zivilgesellschaft fördert, sowie die *KI-Ideenwerkstatt für Umweltschutz* des BMUV, die besonders Akteurinnen und Akteure, die KI für Umweltschutz einsetzen möchten, mit Ressourcen, technischem Know-how, digitalen Tools und Bildungsformaten unterstützt (**Infobox: KI-Ideenwerkstatt für Umweltschutz**).

Weitere Informationen im Internet:

- Fachseite Soziale Innovationen
- Ressortkonzept zu Sozialen Innovationen
- Nationale Strategie für Soziale Innovationen und Gemeinwohlorientierte Unternehmen
- Plattform für Soziale Innovationen
- Europäischer Sozialfonds für Deutschland
- Gesellschaft der Ideen – Wettbewerb für Soziale Innovationen
- Gesellschaft der Innovationen – Impact Challenge an Hochschulen
- Civic Coding – Innovationsnetz KI für das Gemeinwohl
- KI-Ideenwerkstatt für Umweltschutz
- Civic Innovation Platform
- Civic Data Lab

KI-Ideenwerkstatt für Umweltschutz

Die KI-Werkstatt für Umweltschutz ist das Ankerprojekt des BMUV im Rahmen der ressortübergreifenden Initiative *Civic Coding*. Sie hat ihren Standort im Impact Hub, einem Coworking Space für Impact-orientierte Unternehmerinnen und Unternehmer in Berlin, und soll als offener Ort dienen, an dem unterschiedliche Akteurinnen und Akteure aus Zivilgesellschaft, Wissenschaft und Start-up-Szene in Austausch und Kollaboration treten können. Die KI-Ideenwerkstatt bietet einen Ausstellungs- und Debattenraum, in dem KI-Projekte mit Bezug zum Umweltschutz präsentiert werden können. Des Weiteren werden eine Daten- und KI-Sprechstunde sowie diverse Veranstaltungen wie z. B. Workshops, Schulungen und Themenabende organisiert. In der Werkstatt stehen Soft- und Hardware für die Entwicklung von KI-Prototypen zur Verfügung. Vielversprechende Pilotprojekte, die digitale Werkzeuge und KI für den Umweltschutz einsetzen, können vom Team der KI-Ideenwerkstatt längerfristig unterstützt und begleitet werden.



Die Teilnehmenden eines Werkstattgesprächs zum Thema Pflanzenkohle im Rahmen der KI-Ideenwerkstatt für Umweltschutz

6.6 Sicherheit und Bevölkerungsschutz

Mit der russischen Invasion in der Ukraine wurde schlagartig konkret, wie sehr sich die geopolitischen Rahmenbedingungen auch für Deutschland verändert haben. In einem multipolaren internationalen System sind Demokratie, Gesellschaft und Wirtschaft im Inneren und Äußeren mit wachsenden Bedrohungen konfrontiert. Um Antworten auf diese Herausforderungen zu finden und den Schutz Deutschlands und seiner Bevölkerung zu stärken, hat die Regierung im Juni 2023 zum ersten Mal eine umfassende *Nationale Sicherheitsstrategie* vorgestellt, die maßgeblich unter dem Eindruck der Zeitenwende verfasst wurde, deren Erarbeitung aber bereits zuvor im Koalitionsvertrag von 2021 vereinbart worden war. Diese begründet eine Politik der integrierten Sicherheit, die dafür sorgt, dass Deutschland wehrhaft und resilient ist und nachhaltig handelt, um Frieden in Freiheit zu gewährleisten sowie demokratische Werte und – angesichts der Doppelkrise von Klimawandel und Biodiversitätsverlust – die natürlichen Lebensgrundlagen zu sichern. Die *Nationale Sicherheitsstrategie* fokussiert nicht nur auf Landes- und Bündnisverteidigung, sondern umfasst auch die Stärkung von Zivilverteidigung und Bevölkerungsschutz.



Zivile Sicherheits- sowie Friedens- und Konfliktforschung

Forschung zur zivilen Sicherheit beschäftigt sich mit der Frage, wie die Sicherheit von Bürgerinnen und Bürgern verbessert wird. Dabei spielt neben der Bewältigung von Krisen und Katastrophen die Vorsorge eine wichtige Rolle. Mögliche Bedrohungen ergeben sich etwa durch Terrorismus und (Cyber-)Kriminalität (→ **IV 4.5 IT- und Cybersicherheit)**, Naturkatastrophen und Extremwetterereignisse sowie weitere Herausforderungen, die durch den globalen und gesellschaftlichen Wandel und die zunehmende Geschwindigkeit technischer Entwicklungen bedingt werden. Die Forschungserkenntnisse können zur Vorbereitung auf Worst-Case-Szenarien dienen und helfen, Sicherheitsvorfälle zu identifizieren und aufzuklären, Rettungskräfte bestmöglich zu schulen und auszustatten sowie Bevölkerung und systemrelevante Infrastrukturen zu schützen.

Anfang 2024 hat die Bundesregierung das Rahmenprogramm *Forschung für die zivile Sicherheit – gemeinsam für ein sicheres Leben in einer resilienten Gesellschaft 2024–2029* vorgelegt. Damit wird an die langjährigen Erfahrungen der zivilen Sicherheitsforschung in Deutschland angeknüpft. Allein im Rahmen des Vorgängerprogramms wurden über 520 Forschungsvorhaben mit mehr als 2.300 Teilvorhaben durch das BMBF unterstützt. Mit dem neuen Rahmenprogramm soll insbesondere die Entwicklung von Lösungen vorangetrieben werden, die unsere Gesellschaft auf die Herausforderungen der Zukunft besser vorbereiten.

Dafür wurden zentrale Handlungsfelder identifiziert, mit denen die zivile Sicherheit in Deutschland möglichst breitflächig, bedarfsorientiert und nachhaltig gefördert wird. Die Stärkung des Bevölkerungsschutzes stellt dabei die zentrale Aufgabe der zivilen Sicherheitsforschung dar. Weitere Handlungsfelder sind die bessere Bewältigung hybrider Bedrohungen, wie z. B. Cyberangriffe auf kritische Infrastrukturen oder Desinformationskampagnen, die Unterstützung einer sicheren Versorgung z. B. mit Lebensmitteln, Arznei-

und Hilfsmitteln oder Dienstleistungen, die Resilienz der Bevölkerung sowie sicheres Leben durch die Prävention und Bewältigung bestehender und neuer Kriminalitäts- und Radikalisierungsphänomene. Im Rahmen des Innovationslabors Sicherheitsforschung sollen verschiedene Ansätze zur Unterstützung des Wissens- und Praxistransfers wie der Aufbau von Plattformen zur Demonstration und anwendernahen Erprobung gefördert werden.

Die Maßnahme *KMU-innovativ: Forschung für die zivile Sicherheit* stärkt zudem das Innovationspotenzial des Mittelstandes. Hierbei werden KMU dabei unterstützt, sich deutlich über den Stand der Technik hinaus weiterzuentwickeln, an den Bedarfen der Anwender auszurichten und Marktchancen im Bereich der zivilen Sicherheit zu nutzen.

Im Rahmen der vom BMWK und BMVg institutionell geförderten Sicherheits- und Verteidigungsforschung arbeitet das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in interdisziplinären Projekten an der Entwicklung, Erprobung und Bewertung von sicherheits- und verteidigungsrelevanten Technologien. Dabei leistet das DLR Beiträge zu den Themenbereichen Schutz und Überwachung kritischer Infrastrukturen, Innere Sicherheit, Krisen- und Katastrophenmanagement sowie Umweltsicherheit.

Auch die Geistes- und Sozialwissenschaften können einen Beitrag leisten, die veränderte Bedrohungslage zu analysieren und die europäische Friedensordnung und Sicherheitsarchitektur weiterzuentwickeln. Im Kontext des *Rahmenprogramms Gesellschaft verstehen – Zukunft gestalten* stärkt das BMBF daher seit April 2022 gezielt die interdisziplinäre Friedens- und Konfliktforschung mit 30 Mio. Euro. Die Förderung unterteilt sich in zwei verschiedene Formate, die jeweils bis 2026 unterstützt werden. Dabei handelt es sich einerseits um sieben Kompetenzzentren, in denen kleinere und regional verstreute Akteure kooperieren, um miteinander verbundene Forschungsschwerpunkte gemeinsam zu untersuchen. Andererseits werden drei regionale Zentren – d. h. Zusammenschlüsse von Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen einer Region – unterstützt, die sich gemeinsam zu Leuchttürmen der deutschen Friedens- und Konfliktforschung entwickeln sollen. Zusätzlich hat das BMBF im August 2023 eine neue Förderrichtlinie für Nachwuchsgruppen in der naturwissenschaftlich-technischen Friedens- und Konfliktforschung veröffentlicht. Fokus der Fördermaßnahme liegt auf der Erforschung von Entwicklungen in der Rüstungskontrolle und Abrüstung im Bereich der ABC-Waffen. Bis zu 16 Mio. Euro sind insgesamt bis 2027 dafür vorgesehen. Die Vorhaben werden 2024 ihre Arbeit aufnehmen.

Weitere Informationen im Internet:

- Nationale Sicherheitsstrategie
- Sicher leben – Forschung für die zivile Sicherheit
- Rahmenprogramm Forschung für die zivile Sicherheit
- DLR Sicherheits- und Verteidigungsforschung
- Friedens- und Konfliktforschung
- Nachwuchsgruppen Friedens- und Konfliktforschung

Wehrwissenschaftliche Forschung

Technologische Fortschritte, wie z. B. in der Digitalisierung, bei der KI, den unbemannten Systemen, der Raumfahrt oder den Biotechnologien, haben tiefgreifende Auswirkungen auf die sicherheits- und verteidigungsrelevanten Systeme der Zukunft. Die wehrwissenschaftliche Forschung widmet sich der Untersuchung dieser Entwicklungen und trägt darauf aufbauend zur Entwicklung eines breiten Spektrums militärischer Fähigkeiten bei, mit dem die deutschen Streitkräfte ihrem Verteidigungsauftrag nachkommen können.

Die wehrwissenschaftliche Forschung, insbesondere im Rahmen der Ressortforschung des BMVg, stellt umfassende Analyse- und Bewertungsfähigkeiten in allen wehrwissenschaftlich relevanten Forschungsbereichen bereit. Diese beinhalten Themen der wehrtechnischen Forschung und Technologie, der wehrmedizinischen und militärpsychologischen, der sozialwissenschaftlichen und militärgeschichtlichen, der geowissenschaftlichen sowie der cyber- und informationstechnischen Forschung. Die wehrwissenschaftliche Forschung setzt grundsätzlich auf den Erkenntnissen der zivilen Forschung auf, wenn nationale Sicherheitsinteressen und das angestrebte Fähigkeitsprofil der Bundeswehr es erfordern. Die wehrwissenschaftliche Forschung trägt durch bi- und multilaterale Forschungskooperationen auch zur Sicherung der internationalen Kooperationsfähig-

keit Deutschlands im Verteidigungsbereich bei. Dies erfolgt hauptsächlich auf europäischer Ebene und transatlantisch in der NATO.

In Ergänzung zur wehrwissenschaftlichen Forschung wurde seit August 2020 mit Mitteln aus dem Konjunkturpaket der Bundesregierung sowie dem europäischen Aufbauplan *NextGenerationEU* zudem das Zentrum für Digitalisierungs- und Technologieforschung der Bundeswehr (dtec.bw) aufgebaut. Dabei handelt es sich um ein wissenschaftliches Zentrum, das von den beiden Universitäten der Bundeswehr getragen bzw. von der Universität der Bundeswehr München geleitet wird. Das Ziel des Zentrums ist es, Forschungskooperationen zu ermöglichen, die einen Beitrag zur Stärkung der digitalen Souveränität Deutschlands leisten und die nationale Verfügbarkeit digitaler und technologischer Innovationen für öffentliche und private Bereiche verbessern.

Neben Projekten zur Spitzenforschung fördert dtec.bw auch den Wissens- und Technologietransfer sowie die Intensivierung von Gründungsaktivitäten durch ein Innovationszentrum. Die inhaltlichen Schwerpunkte des Zentrums bilden ein breites Spektrum ab, das u. a. Schlüssel- und Zukunftstechnologien wie KI, Satellitenkommunikation und digitalisierte und vernetzte Mobilität umfasst.

Weitere Informationen im Internet:

- Wehrwissenschaftliche Forschung Jahresbericht 2022
- BMVg-Ressortforschungsplan 2023
- Zentrum für Digitalisierungs- und Technologieforschung der Bundeswehr



Ein Mitarbeiter der Bundeswehr an seinem Arbeitsplatz im Weltraumlagezentrum in Uedem

6.7 Gleichwertige Lebensverhältnisse

Resiliente Regionen, die sozial, ökonomisch und ökologisch nachhaltig wirtschaften und auf die Folgen des Klimawandels vorbereitet sind, bedeuten unabhängig vom Wohnort gute Entwicklungschancen und faire Teilhabemöglichkeiten für alle in Deutschland lebenden Menschen. Dies ist von großer Bedeutung für den gesellschaftlichen Zusammenhalt in unserem Land. Gleichwertige Lebensverhältnisse in allen Regionen Deutschlands herzustellen und bestehende Disparitäten abzubauen, zählt daher zu den Kernanliegen der regionalen Wirtschafts- und Strukturpolitik sowie der ländlichen Entwicklungspolitik. Grundlage für die aktuellen politischen Weichenstellungen mit diesem Ziel sind die Ergebnisse der Kommission „Gleichwertige Lebensverhältnisse“, in deren Folge 2020 das *Gesamtdeutsche Fördersystem für strukturschwache Regionen* ressortübergreifend auf den Weg gebracht wurde.



Besuch des Bergbau-Technik-Parks auf dem Gelände des ehemaligen Tagebaus Espenhain im Rahmen der Tagung „Cultural Landscapes of Energy“

Regionale Strukturpolitik

Die regionale Wirtschafts- und Strukturpolitik stellt einen wichtigen Bestandteil einer sozial-ökologischen Marktwirtschaft dar. Sie zielt darauf ab, die wirtschaftlichen Entwicklungspotenziale von strukturschwachen Regionen und deren Fähigkeiten zur Bewältigung von Transformationsprozessen zu stärken und auf diesem Wege zu gleichwertigen Lebensverhältnissen in Deutschland beizutragen.

Das zentrale Instrument der regionalen Strukturpolitik in Deutschland ist die Bund-Länder-Gemeinschaftsaufgabe *Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur (GRW),* mit der bereits seit 1969 strukturschwache Regionen unterstützt werden. Um die in den nächsten Jahren gerade in diesen Regionen bevorstehenden enormen Veränderungen – nicht zuletzt angesichts der erforderlichen Transformation hin zur Klimaneutralität bis zum Jahr 2045, der wirtschaftlichen Implikationen der Energiekrise sowie des demografischen Wandels und des damit einhergehenden Fachkräftemangels – abzufedern, wurde die regionale Strukturpolitik im Allgemeinen und die *GRW* im Besonderen neu ausgerichtet (→ **Infobox: Reform der GRW**).

Die *GRW* wird von Bund und Ländern zu gleichen Teilen finanziert. Für die Durchführung der *GRW*-Förderung sind die Länder zuständig. Innerhalb des gemeinsam von Bund und Ländern gesetzten Rahmens können die Länder eigene räumliche oder sachliche Schwerpunkte setzen. Anknüpfend an die *GRW*-Reform haben Bund und Länder im September 2023 in einem weiteren Beschluss die inhaltliche Erweiterung der *GRW* auf Grundlage der „BKR-Bundesregelung Transformationstechnologien“ gefasst, um die *GRW* noch stärker auf Transformationstechnologien auszurichten. Die *GRW* ist Teil des *Gesamtdeutschen Fördersystems* (→ **III 2.2 Innovationsförderung in strukturschwachen Regionen**).

Reform der GRW

Um die *GRW* in die Lage zu versetzen, auch künftig einen wichtigen Beitrag zur Stärkung der Wettbewerbs- und Anpassungsfähigkeit in strukturschwachen Regionen zu leisten, haben Bund und Länder Ende 2022 die bisher größte Reform der Gemeinschaftsaufgabe beschlossen. Künftig verfolgt die *GRW* drei Hauptziele: erstens Standortnachteile ausgleichen, zweitens Beschäftigung schaffen und sichern sowie Wachstum und Wohlstand erhöhen und drittens die Transformationsprozesse hin zu einer klimaneutralen und nachhaltigen Wirtschaft beschleunigen. Im Rahmen der *GRW-Reform* wird ein stärkerer Fokus auf forschungsintensive Unternehmen gelegt, für die erleichterte Fördervoraussetzungen gelten.

Eine maßgebliche Änderung ist zudem, dass ein stärkerer Fokus auf regionale Wertschöpfungsketten gelegt wurde. Das Kriterium des überregionalen Absatzes wurde angesichts neuer Herausforderungen und wissenschaftlicher Erkenntnisse mit der Reform aufgegeben. Künftig können auch Betriebe eine *GRW*-Förderung erhalten, die vornehmlich regional aktiv sind. Diese Änderung soll dazu beitragen, regionale Wertschöpfungsketten in strukturschwachen Regionen zu stärken und Potenziale für eine eigenständige Regionalentwicklung zu erschließen. Neu ist auch, dass die *GRW* die Stärkung „Guter Arbeit", die Honorierung nachhaltiger Maßnahmen der wirtschaftsnahen Infrastruktur und die regionale Daseinsvorsorge mit engem Wirtschaftsbezug im Rahmen der Förderung in den Blick nimmt. Im Rahmen der *GRW* werden darüber hinaus auch nicht grundfinanzierte Forschungseinrichtungen sowie die regionale und überregionale Vernetzung und Zusammenarbeit zwischen Wirtschaft, Wissenschaft und lokalen Einrichtungen gefördert.

Mit dem *Strukturstärkungsgesetz Kohleregionen* eröffnen Bund und Länder dem Lausitzer, dem Rheinischen und dem Mitteldeutschen Revier nachhaltige Perspektiven zur aktiven Gestaltung des Strukturwandels. Neben Investitionen in die digitale Infrastruktur und die Verkehrsinfrastruktur bilden die Stärkung von Forschung, Innovation und Technologietransfer sowie der betrieblichen Aus- und Weiterbildung zentrale Bausteine. Die Bundesregierung fördert den Strukturwandel in den Kohleregionen bis 2038 mit bis zu 40 Mrd. Euro – auch mit Investitionen in Wissenschaft und Forschung insbesondere im Bereich der Schlüsseltechnologien. So unterstützt die Bundesregierung mit dem Deutschen Zentrum für Astrophysik (DZA) (→ **IV 5.1 Erforschung des Universums)** und dem Center for the Transformation of Chemistry (CTC) (→ **IV 1.1 Zukunftsorientierte Wirtschaft und Industrie)** den Aufbau von Großforschungseinrichtungen in den vom Strukturwandel betroffenen Kohleregionen in Sachsen und Sachsen-Anhalt.

Mit der Anfang 2024 im Rahmen des *Strukturstärkungsgesetzes Kohleregionen* veröffentlichten Förderrichtlinie des BMBF wird die weitere Entwicklung zukunftsfähiger Forschungs- und Innovationsstandorte sowie die Etablierung langfristiger wettbewerbsfähiger Wertschöpfungsstrukturen im Rheinischen Revier unterstützt.

In der Zusammenarbeit zwischen Stadt und Land werden Zielkonflikte zwischen wachsenden Siedlungsflächen und den Bedarfen nach Ernährung, Infrastruktur, Natur- und Klimaschutz im ganzheitlichen Stadt-Land-Nexus adressiert. In der BMBF-Fördermaßnahme *REGION.innovativ – Kreislaufwirtschaft* arbeiten bis 2024 Akteurinnen und Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft, Gesellschaft, Politik und Verwaltung in Forschungsverbünden zusammen, um in strukturschwachen Regionen eine regionale Kreislaufwirtschaft und zirkuläre Wertschöpfung zu etablieren. Ebenso als Bestandteil des *Gesamtdeutschen Fördersystems* fokussiert die bis 2025 laufende BMBF-Fördermaßnahme Kommunen innovativ auf die Bewältigung der räumlichen Auswirkungen des demografischen Wandels sowie auf neue Ansätze der Daseinsvorsorge in Verbindung mit einer auf Nachhaltigkeit ausgerichteten Entwicklung der Kommunen.

Mit dem *Bundeswettbewerb Zukunft Region* des BMWK, der – wie die *GRW* – Teil des *Gesamtdeutschen Fördersystems* ist, werden seit 2022 in einem zweistufigen Prozess die Vernetzung und Kooperation regionaler

Akteure sowie die darauf aufbauende Umsetzung praxisnaher Projekte gefördert. Der Wettbewerb zielt auf die Entwicklung neuer Konzepte zu wichtigen Themen und Herausforderungen in den Regionen ab und will so einen Rahmen für ein kreatives Ausprobieren zukunftsweisender Ideen schaffen. Der Anfang 2022 gestartete erste Aufruf *regioNachhaltig* nimmt die Transformation der regionalen Wirtschaft in den Blick. Der im Februar 2024 gestartete zweite Förderaufruf hat die Stärkung der Wertschöpfung vor Ort zum Thema.

Mit dem Ziel der Stärkung des sozialen, wirtschaftlichen und territorialen Zusammenhalts in der Europäischen Union ist Regionalpolitik auch ein europäisches Thema. Mit dem *Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)*, dem *Europäischen Sozialfonds (ESF+)* und dem *Kohäsionsfonds* fördert die EU gezielt Wachstum und Beschäftigung sowie die europäische territoriale Zusammenarbeit. Für die Förderperiode 2021 bis 2027 wurden für den *EFRE*, den *ESF+* und den *Kohäsionsfonds* fünf politische Ziele im Sinne einer thematischen Schwerpunktsetzung festgelegt: ein intelligenteres Europa, ein grüneres, CO_2-armes Europa, ein stärker vernetztes Europa, ein sozialeres Europa und ein bürgernäheres Europa.

Weitere Informationen im Internet:

- Regionalpolitik
- Neuausrichtung der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der regionalen Wirtschaftsstruktur“
- Gesamtdeutsches Fördersystem für strukturschwache Regionen
- Strukturstärkungsgesetz Kohleregionen
- Kommunen innovativ
- REGION.innovativ – Kreislaufwirtschaft
- Bundeswettbewerb Zukunft Region
- Europäische Kommission – Regional Policy (engl.)

Zukunftsfähige ländliche Räume

Mehr als die Hälfte der Bevölkerung Deutschlands lebt in ländlich geprägten Regionen, in kleineren Städten oder Gemeinden, die einen überwiegenden Teil der Fläche Deutschlands ausmachen. Die Bundesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, die ländlichen Regionen als lebenswerte, vitale und auch als wirtschaftlich attraktive Lebensräume zu erhalten und gleichwertige Lebensverhältnisse in Deutschland zu schaffen. Die Fördermaßnahmen tragen auf diese Weise auch oftmals zur Stärkung strukturschwacher Regionen bei und fördern somit die gesellschaftliche Resilienz und den Zusammenhalt.

Das seit 2015 laufende *BULE* wurde Anfang 2023 um den Bereich regionale Wertschöpfung zum *Bundesprogramm Ländliche Entwicklung* und *Regionale Wertschöpfung (BULEplus)* erweitert. Damit werden zukünftig verstärkt auch Maßnahmen zur Weiterentwicklung regionaler Wertschöpfungsketten unterstützt. *BULEplus* stellt ein zentrales Instrument dar, mit dem ressortübergreifend Modellprojekte und -regionen, Wettbewerbe, Forschung und Wissenstransfer in Politik und Praxis unterstützt werden. Im Vordergrund stehen die Entwicklung, Erprobung und Verbreitung neuer Ideen und innovativer Lösungen für aktuelle und künftige Herausforderungen in den ländlichen Regionen. Das Kompetenzzentrum Ländliche Entwicklung (KomLE) in der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) setzt das *BULEplus* im Auftrag des BMEL um, bringt Akteurinnen und Akteure zusammen und unterstützt die Vernetzung und den Wissenstransfer durch vielfältige Veranstaltungsformate. Ein Beispiel sind die digitalen Werkstattgespräche (**Infobox: Digitale Werkstattgespräche**).

Aufbauend auf dem Erfolg der *BULE*-Fördermaßnahme *Soziale Dorfentwicklung* hat das BMEL 2023 die Folgebekanntmachung *Soziale Dorfentwicklung – Starke Gemeinschaften für zukunftsfähige ländliche Räume* im Rahmen des *BULEplus* veröffentlicht, die die Ergebnisse und Ansätze des Vorläufers aufgreift und daran anknüpft. Unterstützt werden modellhafte Projekte im Bereich der sozialen Dorfentwicklung, die zur Stärkung von (Dorf-)Gemeinschaften in ländlichen Kommunen beitragen. Thematische Schwerpunkte sind die Schaffung oder Nutzbarmachung sozialer Begegnungsorte, Unterstützungs- und



Begleitstrukturen für ältere Menschen, Vielfalt, gesellschaftlichen Zusammenhalt und Inklusion sowie die Stärkung von Selbstverantwortung für eine aktive soziale Dorfentwicklung.

Mit der Forschungsfördermaßnahme *Faktor K – Forschung zum Faktor Kultur in ländlichen Räumen* fördert das BMEL im Rahmen des *BULEplus* seit 2023 Forschungsarbeiten, die belastbare Daten über die Vielfalt von Faktoren und Wirkmechanismen kultureller Aktivitäten und Teilhabe in den heterogenen ländlichen Räumen erheben und analysieren.

Das BMWSB fördert im Rahmen des mit *BULEplus*-Mitteln finanzierten Förderprogramms *Region gestalten* Modellvorhaben und Einzelprojekte zur Entwicklung innovativer Konzepte im Bereich der Raumordnung, Raumentwicklung und Strukturpolitik mit spezieller Ausrichtung auf ländliche Räume. Die Vorhaben sind darauf ausgerichtet, Regionalplanung und -entwicklung stärker zu verzahnen. Thematische Schwerpunkte sind u. a. strategische Regionalentwicklung, Daseinsvorsorge, Resilienz und regionale Kreislaufwirtschaft. Die Erfahrungen und Ergebnisse aus den einzelnen Vorhaben werden einer breiten Fachöffentlichkeit zur Verfügung gestellt.

Über die Bund-Länder-Gemeinschaftsaufgabe *Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes (GAK)* werden im Förderbereich 1 *Integrierte ländliche Entwicklung* Projekte zur nachhaltigen Entwicklung ländlicher Räume finanziert. Für Angebot und Durchführung der Maßnahmen sind die Länder zuständig. Das Themenspektrum umfasst Planungsinstrumente, Regionalmanagement, Dorfentwicklung sowie das Anstoßen lokaler Planungs- und Innovationsprozesse. Vor dem Hintergrund der Schaffung gleichwertiger Lebensverhältnisse können dabei mit einer sehr partizipativen und flexiblen Ausrichtung insbesondere innovative und gemeinwohlorientierte Projekte unterstützt werden. Zur Verbesserung und Vereinheitlichung der Datengrundlage und fortlaufenden Überprüfung wird derzeit vom BMEL und den Ländern eine Wirkungsanalyse vorbereitet.

Auf europäischer Ebene erfolgt die Förderung der ländlichen Entwicklung durch den *Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER)* als zweite Säule der *Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP)*. Gemäß dem *GAP-Strategieplan* für die Förderperiode 2023 bis 2027 werden neben Maßnahmen zur Verbesserung der Attraktivität und der Wettbewerbsfähigkeit ländlicher Räume sowie

der nachhaltigen Ressourcennutzung in ländlichen Räumen auch Wissensaustausch, Innovation und Digitalisierung gefördert. Die Deutsche Vernetzungsstelle Ländliche Räume (DVS) in der BLE unterstützt die Vernetzung und den Wissensaustausch zwischen den Akteurinnen und Akteuren der ländlichen Entwicklung. Dazu zählen Kommunen, Verwaltungen, Verbände, Unternehmen sowie lokale Aktionsgruppen aus dem *LEADER*-Schwerpunkt oder operationelle Gruppen der *Europäischen Innovationspartnerschaft EIP-Agri* (→ **IV 2.4 Nachhaltige Agrar- und Ernährungssysteme**).

Weitere Informationen im Internet:

- Bundesprogramm BULEplus
- Ländliche Räume in Zeiten der Digitalisierung
- Faktor Kultur
- Digitale Werkstattgespräche
- Soziale Dorfentwicklung
- Region gestalten
- Gemeinschaftsaufgabe Agrarstruktur und Küstenschutz
- Gemeinsame Agrarpolitik (GAP)
- Deutsche Vernetzungsstelle Ländliche Räume



Weiterführende Verweise zu diesem und anderen Kapiteln finden Sie unter ***BuFI-Online-Angebot: Linkportal***.



Digitale Werkstattgespräche

Wie kann man Projekte der ländlichen Entwicklung erfolgreich umsetzen? Wie kann man dabei von den praktischen Erfahrungen und dem Wissen anderer lernen? Das KomLE hat zu diesem Zweck im Auftrag des BMEL die digitalen Werkstattgespräche aufgesetzt. Zu einem übergeordneten Thema werden interessierte Menschen mit Praxisbezug zum digitalen Erfahrungsaustausch mit erfahrenen Akteurinnen und Akteuren ausgewählter *BULEplus*-Modellprojekte zusammengebracht. Im informellen Rahmen bieten sich Möglichkeiten, sich zu vernetzen, konkrete Fragen zu stellen und zentrale Erfolgsfaktoren und Herausforderungen kennenzulernen. Mehrfunktionshäuser, soziale Dorfentwicklung, Coworking auf dem Land und digitale Projekte gehörten bereits zum Themenspektrum des seit 2022 regelmäßig stattfindenden Online-Formats.



Mitarbeitende des Fraunhofer-Instituts für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP prüfen flexible Folien der atmoFlex-Beschichtungsanlage.

V Die Zusammenarbeit von Bund und Ländern

1 Zusammenwirken von Bund und Ländern 359
2 Bund-Länder-Vereinbarungen 363



1 Zusammenwirken von Bund und Ländern

Um die Leistungsfähigkeit der deutschen Wissenschaftslandschaft sowohl in der exzellenten Spitzenforschung als auch in der Breite zu verbessern, wirken Bund und Länder bei der Förderung von Wissenschaft und Forschung zusammen. Gemeinsam fördern sie Institutionen, Programme und Projekte. Die Gemeinsame Wissenschaftskonferenz und der Wissenschaftsrat stehen als koordinierende beziehungsweise beratende Gremien an der Seite von Bund und Ländern.

Das Grundgesetz sowie die einzelnen Landesverfassungen bilden das rechtliche Fundament der staatlichen Förderung von Wissenschaft, Forschung und Lehre in Deutschland. Die Zuständigkeit für die Förderung von Wissenschaft und Forschung ist im föderalen System auf Bund und Länder verteilt. So verfügt der Bund beispielsweise über Gesetzgebungskompetenzen auf dem Gebiet der Forschungsförderung und der Ausbildungsbeihilfen (Art. 74 Abs. 1 Nr. 13 GG). Der Hochschulbereich liegt hingegen grundsätzlich im Verantwortungsbereich der Länder (Art. 30, 70 GG).

Die zentrale verfassungsrechtliche Bestimmung für die Zusammenarbeit von Bund und Ländern auf diesem Gebiet ist die in Art. 91b Abs. 1 GG geregelte Gemeinschaftsaufgabe. Sie erlaubt Bund und Ländern aufgrund von Vereinbarungen in Fällen überregionaler Bedeutung bei der Förderung von Wissenschaft, Forschung und Lehre zu kooperieren. Auf Bundes- und auf Landesebene sind dazu nicht nur die Forschungs- und Wissenschaftsministerien, sondern auch weitere Ressorts aktiv (z. B. Wirtschaft, Ernährung, Landwirtschaft, Umwelt, Verkehr und Gesundheit).

Die „überregionale Bedeutung“ setzt voraus, dass der Fördergegenstand Ausstrahlungskraft über das jeweilige Land hinaus besitzt und im nationalen oder internationalen Kontext von Bedeutung ist. Diese Verfassungsnorm ermöglicht es Bund und Ländern u. a. bei der institutionellen Förderung außeruniversitärer Forschungseinrichtungen zusammenzuwirken und Hochschulen, einzelne Institute oder Institutsverbünde langfristig zu fördern. Die Zuständigkeit für das Hochschulwesen bleibt bei den Ländern. Die Länder setzen darüber hinaus eigene Schwerpunkte in der FuI-Politik.



↗ Eine umfassende Darstellung der FuI-Politik der Länder und statistische Daten auf Länderebene finden Sie im ***BuFI-Online-Angebot.***

Der Bund kann Hochschulen auch in Form von thematisch und zeitlich begrenzten Projekten unterstützen. Er hat darüber hinaus Finanzierungskompetenzen insbesondere für Vorhaben der wissenschaftlichen Großforschung (z. B. Luftfahrt-, Weltraum-, Meeres-, Kernforschung), Forschungsbauten und Großgeräte sowie für Projekte der internationalen Forschungseinrichtungen.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Zusammenarbeit von Bund und Ländern
↗ Deutscher Bundestag – Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland Art. 91b.

Gemeinsame Wissenschaftskonferenz und Wissenschaftsrat

Bund und Ländern stehen für Planungen und Entscheidungen zur gemeinsamen Wissenschafts- und Forschungsförderung zwei Gremien zur Verfügung: die Gemeinsame Wissenschaftskonferenz (GWK) und der Wissenschaftsrat (WR).

Die GWK behandelt als zentrales Gremium alle den Bund und die Länder gemeinsam berührenden Fragen der Forschungsförderung, der wissenschafts- und forschungspolitischen Strategien und des Wissenschaftssystems. Sie entscheidet insbesondere über gemeinsame Fördermaßnahmen auf Grundlage von Art. 91b Abs. 1 GG. Mitglieder der GWK sind die Wissenschaftsministerinnen und -minister sowie die Finanzministerinnen und -minister von Bund und Ländern. In der GWK ist die Bundesregierung mit 16 Stimmen vertreten, die einheitlich abgegeben werden; die Vertreterinnen und Vertreter der Landesregierungen haben je eine Stimme. Die Mitglieder der GWK streben unter Wahrung ihrer jeweiligen Kompetenzen eine enge Koordination auf dem Gebiet der nationalen, europäischen und internationalen Wissenschafts- und Forschungspolitik an. Sie wirken in Fällen überregionaler Bedeutung bei der Förderung von Wissenschaft, Forschung und Lehre zusammen und unterrichten sich gegenseitig über wesentliche eigene Planungen und Entscheidungen, die nicht Gegenstand gemeinsamer Förderung sind.

Der WR evaluiert als zweites zentrales Gremium die FuE-Einrichtungen von Bund und Ländern regelmäßig

und berät die Bundesregierung und die Regierungen der Länder in Fragen der inhaltlichen und strukturellen Entwicklung sowohl der Hochschulen als auch der Wissenschaft und Forschung. Aufgrund seiner Zusammensetzung ermöglicht der WR einen kontinuierlichen Dialog zwischen Wissenschaft und Politik. Er setzt sich aus Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern, Persönlichkeiten des öffentlichen Lebens sowie Vertreterinnen und Vertretern von Bund und Ländern zusammen. Er wurde 1957 von der Bundesregierung und den Regierungen der Länder gegründet und wird gemeinsam durch sie getragen. Aufgabe des WR ist es, im Rahmen von Arbeitsprogrammen übergreifende Empfehlungen zur Entwicklung der Wissenschaft, der Forschung und des Hochschulbereichs zu erarbeiten und dazu beizutragen, die Qualität der Wissenschaft in Deutschland auch im internationalen Vergleich zu steigern. Das Arbeitsprogramm des WR wird jeweils im Januar und Juli aktualisiert und von der Vollversammlung verabschiedet (→ **II Das deutsche Forschungs- und Innovationssystem**).

Weitere Informationen im Internet:

↗ Gemeinsame Wissenschaftskonferenz (GWK)
↗ Wissenschaftsrat (WR)

Gemeinsame Förderung von Wissenschaft und Forschung

Die Bundesregierung fördert Forschungseinrichtungen und Förderorganisationen teilweise eigenständig, gemeinsam mit den Ländern oder in Kooperation mit weiteren Partnern (→ **II Das deutsche Forschungs- und Innovationssystem**). In den letzten Jahren sind die gemeinsamen Förderaktivitäten von Bund und Ländern mit Blick auf die zunehmende Bedeutung von Forschung und Innovation erheblich ausgeweitet worden (↗ **Datenband** sowie **Online-Darstellung der Organisationen**). Gegenstand der gemeinsamen institutionellen Förderung in Fällen überregionaler Bedeutung gemäß Art. 91b Abs. 1 GG sind insbesondere die folgenden Einrichtungen:

- Mitgliedseinrichtungen der Hermann von Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren e. V. (HGF),
- Deutsche Forschungsgemeinschaft e. V. (DFG),
- Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e. V. (MPG),
- Mitgliedseinrichtungen der Wissenschaftsgemeinschaft Gottfried Wilhelm Leibniz e. V. (Leibniz-Gemeinschaft),
- Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V. (Fraunhofer),
- Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina – Nationale Akademie der Wissenschaften,
- Wissenschaftskolleg zu Berlin e. V.,
- acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften,
- Deutsches Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsforschung (DZHW),
- andere Forschungseinrichtungen und Einrichtungen mit Servicefunktion für die Forschung, Trägerorganisationen derartiger Einrichtungen sowie Forschungsförderungsorganisationen, sofern ihr jährlicher Zuwendungsbedarf zu den laufenden Kosten eine bestimmte Größenordnung übersteigt.

Die Grundfinanzierung dieser Einrichtungen erfolgt auf der Grundlage des Abkommens zwischen Bund und Ländern über die Einrichtung der GWK von 2007 und der zugehörigen Ausführungsvereinbarungen. In diesen sind die Bund-Länder-Schlüssel der Finanzierung sowie die Aufteilung auf das Sitzland und die anderen Länder festgelegt. Der auf alle Länder entfallende Teil des Zuwendungsbetrags errechnet sich nach dem sogenannten Königsteiner Schlüssel, der die Steuereinnahmen und die Bevölkerungszahl der Länder berücksichtigt. Die Berechnung wird jährlich vom Büro der GWK durchgeführt und der ermittelte Schlüssel im Bundesanzeiger veröffentlicht.

Die Finanzierungsanteile von Bund und Ländern unterscheiden sich je nach Einrichtung bzw. Vorhaben. Der obere Teil von → **Abb. V-1** bietet für die institutionelle Förderung einen Überblick zu den Gesamtmitteln sowie zu den Finanzierungsanteilen von Bund und Ländern.

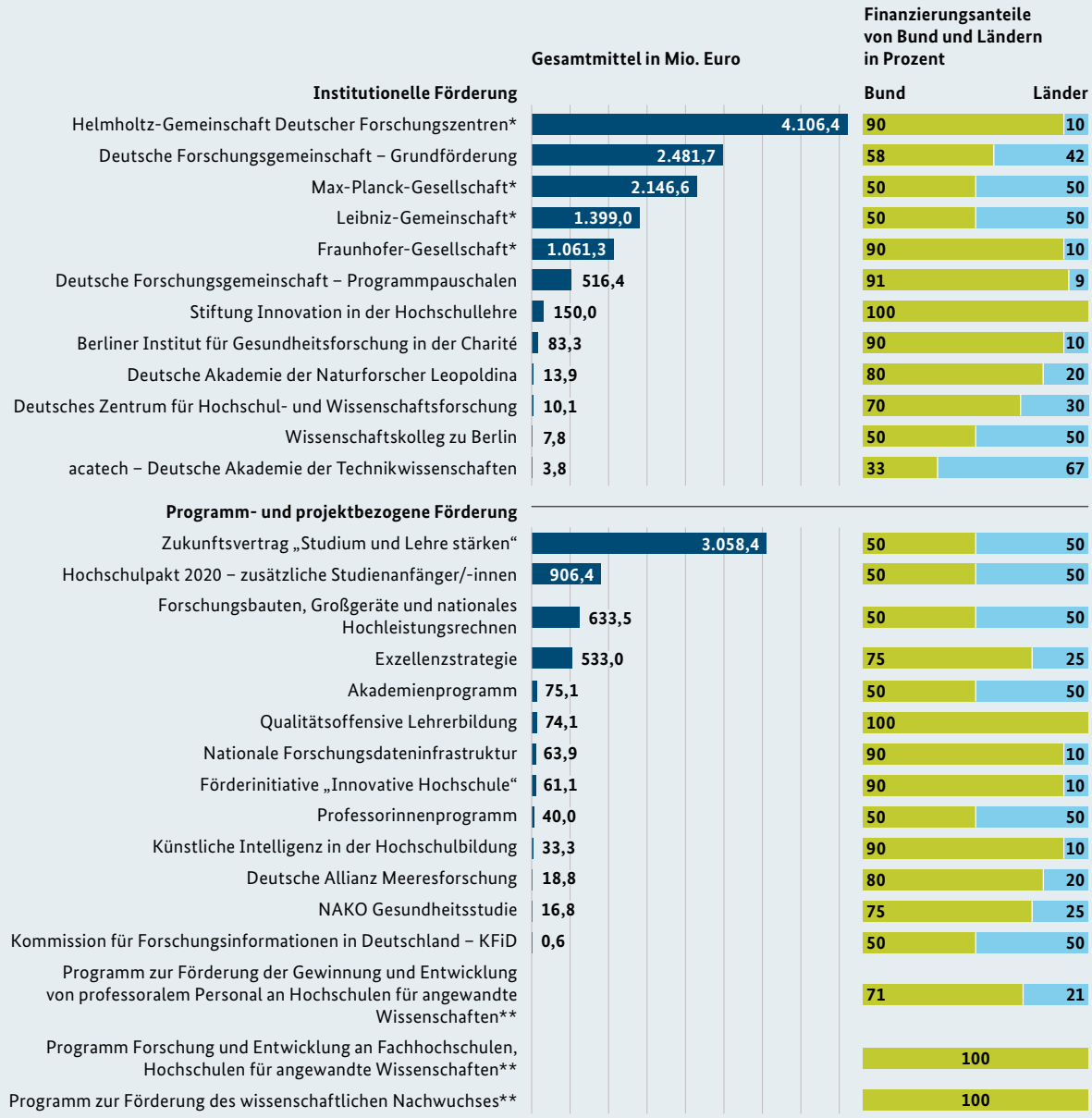
Neben der gemeinsamen Förderung von Wissenschaftseinrichtungen können Bund und Länder zudem aufgrund von Vereinbarungen in Fällen überregionaler Bedeutung bei der Förderung von Wissenschaft, Forschung und Lehre kooperieren. Diese programm- und projektbezogene Förderung wird im unteren Teil von **Abb. V-1** dargestellt und im folgenden Kapitel zu den Bund-Länder-Vereinbarungen näher ausgeführt.

Weitere Informationen im Internet:

- GWK – Finanzierungsschlüssel der gemeinsamen Förderung von Wissenschaft und Forschung durch Bund und Länder
- GWK – Finanzströme der gemeinsamen Förderung von Wissenschaft und Forschung durch Bund und Länder

Download von Abbildung und Daten

Abb. V-1: Gemeinsame Förderung von Wissenschaft und Forschung durch Bund und Länder 2023 (Soll)



* Einschließlich Zuwachs gemäß Pakt für Forschung und Innovation
** Daten nicht verfügbar

Datenbasis: GWK; Datenband Tabelle 10; Datenportal des BMBF Tabelle 1.2.6



Im Gruppenarbeitsraum der ZBW – Leibniz-Informationszentrum Wirtschaft in Kiel, der weltweit größten Bibliothek für Wirtschaftswissenschaften

2 Bund-Länder-Vereinbarungen

Bei der Förderung von Wissenschaft, Forschung und Lehre kooperieren Bund und Länder im Rahmen gemeinsamer Vereinbarungen. Sie unterstützen damit die Profilbildung im Wissenschaftssystem und tragen sowohl dazu bei, Schwerpunkte zu setzen, als auch die Leistungsfähigkeit der deutschen Wissenschaftslandschaft weiter zu steigern.



Vortrag beim Forschungstag 2023 des Deutschen Zentrums für Hochschul- und Wissenschaftsforschung (DZHW)

Bund und Länder haben mit den in der Mitte der 2000er Jahre erstmals beschlossenen und fortlaufend erweiterten Wissenschaftspakten eine große Dynamik erzeugt und die Leistungsfähigkeit des deutschen Wissenschaftssystems spürbar gestärkt. Grundlage ist Art. 91b Abs. 1 GG, der in Fällen überregionaler Bedeutung bei der Förderung von Wissenschaft, Forschung und Lehre ein Zusammenwirken von Bund und Ländern im Wege von Bund-Länder-Vereinbarungen ermöglicht.

Die Wissenschaftspakte adressieren Hochschulen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen gleichermaßen. Ihre Schwerpunkte liegen auf Studium und Lehre, Forschung und Transfer. Der *Pakt für Forschung und Innovation* kombiniert finanzielle Planungssicherheit für die großen Wissenschaftsorganisationen mit der Verpflichtung, bestimmte forschungspolitische Ziele zu erreichen. Mit dem *Zukunftsvertrag Studium und Lehre stärken* verbessern Bund und Länder gemeinsam die Qualität von Studium und Lehre an den Hochschulen – flächendeckend und dauerhaft. Gleichzeitig werden die Studienkapazitäten in Deutschland bedarfsgerecht gesichert.

Die *Exzellenzstrategie* von Bund und Ländern fördert Spitzenforschung an deutschen Universitäten langfristig. Eine Stärkung der infrastrukturellen Voraussetzungen für den nationalen und internationalen Wettbewerb sowie der weiteren Profilierung von Hochschulen findet über die gemeinsame Förderung von *Forschungsbauten, Großgeräten und Nationalem Hochleistungsrechnen an Hochschulen* statt. Darüber hinaus existieren weitere Bund-Länder-Vereinbarungen, die u. a. dazu beitragen, exzellente Köpfe für wissenschaftliche Karrieren zu gewinnen und zu halten, innovative Wege in Forschung und Lehre zu schaffen und technische Neuerungen für den Wissenschaftsstandort Deutschland bestmöglich nutzbar zu machen.

2.1 Pakt für Forschung und Innovation

Die außeruniversitäre Forschung ist eine der tragenden Säulen des deutschen Wissenschaftssystems. Der *Pakt für Forschung und Innovation (PFI)* bildet die Klammer um die gesamte institutionelle Förderung der großen Wissenschaftsorganisationen durch Bund und Länder. Der *PFI* ist damit eines der zentralen Instrumente zur Stärkung des deutschen Wissenschaftsstandorts und seiner internationalen Wettbewerbsfähigkeit.

Der Pakt wurde erstmals im Jahr 2005 zwischen Bund und Ländern geschlossen und gilt für die Forschungsförderorganisation Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) sowie die Forschungsorganisationen Fraunhofer-Gesellschaft (FhG), Helmholtz-Gemeinschaft (HGF), Leibniz-Gemeinschaft (WGL) und Max-Planck-Gesellschaft (MPG). Seither wurde der *PFI* mehrfach erneuert. Die aktuell vierte Laufzeit *(PFI IV)* wird erstmals zehn Jahre dauern – von 2021 bis 2030.

Der *PFI* garantiert den großen Wissenschaftsorganisationen eine große finanzielle Planungssicherheit. Diese wird durch eine vereinbarte regelmäßige Steigerung der Grundfinanzierung gewährleistet. Bund und Länder streben an, den einzelnen Wissenschaftsorganisationen jährlich eine Steigerung der Zuwendung um 3 % zu gewähren. Insgesamt werden in der vierten Phase rund 17 Mrd. Euro zusätzliche Mittel für die Forschung bereitgestellt. Bund und Länder tragen diesen Aufwuchs nach den vereinbarten Finanzierungsschlüsseln gemeinsam. Bei der im *PFI III* bis 2020 erreichten Grundfinanzierung kehren Bund und Länder ab 2024 bis 2030 sukzessive zu den vereinbarten Finanzierungsschlüsseln zurück. Insgesamt investieren Bund und Länder von 2021 bis 2030 rund 120 Mrd. Euro im Rahmen verfügbarer Haushaltsmittel in die außeruniversitäre Forschungslandschaft und die DFG.



In der Fraunhofer-Einrichtung für Individualisierte und Zellbasierte Medizintechnik IMTE wird roboterassistierte Chirurgie in realistischen OP-Umgebungen weiterentwickelt.

Im Gegenzug verpflichten sich die Paktorganisationen zu fünf übergeordneten forschungspolitischen Zielen. Die forschungspolitischen Ziele des *PFI IV* führen die Zielsetzung der vergangenen Phase mit neuen Schwerpunkten fort. So sind die Paktorganisationen aufgerufen, die dynamische Entwicklung des Wissenschaftssystems voranzutreiben, indem sie neue relevante Fragestellungen finden und erschließen, ausreichend Freiräume für risikoreiche Forschung schaffen, ihre strategischen Prozesse optimieren und die Digitalisierung des Wissenschaftssystems ausbauen. Dem Transfer von Ideen, Forschungsergebnissen und Wissen in Wirtschaft und Gesellschaft wird ein zentraler Stellenwert eingeräumt. Zugleich sollen sich die Wissenschaftsorganisationen untereinander sowie mit Hochschulen und Unternehmen intensiver vernetzen. Es gilt im Übrigen, die Bedingungen für wettbewerbsfähige Forschung optimal zu gestalten. Hierzu sollen zum einen die besten Köpfe für die Forschung gewonnen und gehalten werden, indem ihnen über ihre gesamte Laufbahn attraktive Bedingungen geboten werden, zum anderen werden die Infrastrukturen für die Forschung durch strategische Planung und nachhaltige Finanzierung gestärkt.

Bund und Länder haben im Rahmen des *PFI IV* mit jeder der beteiligten Wissenschaftsorganisationen eine individuelle Zielvereinbarung geschlossen. In ihren jeweiligen Erklärungen haben die Wissenschaftsorganisationen dabei die gemeinsamen forschungspolitischen Ziele organisationsspezifisch konkretisiert und zunächst bis zum Jahr 2025 Maßnahmen definiert,

um diese zu erreichen. Die Wissenschaftsorganisationen führen ein wissenschaftsadäquates Controlling durch und legen der GWK jährlich die Erreichung der Ziele nachvollziehbar und anhand aussagekräftiger Indikatoren dar. Bund und Länder bewerten die Fortschritte der Organisationen anhand der in den Zielvereinbarungen gesetzten Zielmarken und internationaler Benchmarks und fassen sie in einem Monitoring-Bericht zusammen. Dieser wird im Rahmen der GWK verabschiedet und dem Haushaltsausschuss des Deutschen Bundestages vorgelegt (→ **Infobox: Internationales Benchmarking und Analyse bibliometrischer Daten im Rahmen des Pakt-Monitorings**).

Weitere Informationen im Internet:

- Allgemeine Informationen zum Pakt für Forschung und Innovation
- GWK – Pakt für Forschung und Innovation – Fortschreibung 2021–2030 (PFI IV) (PDF)
- GWK – Pakt für Forschung und Innovation – Monitoring-Bericht 2023 (PDF)
- Erfassung und Analyse bibliometrischer Indikatoren 2023 im Rahmen des Pakt-Monitorings zum Pakt für Forschung und Innovation IV
- Normierter Vergleich der im Pakt für Forschung und Innovation geförderten Organisationen mit internationalen Vergleichsorganisationen anhand ausgewählter Indikatoren

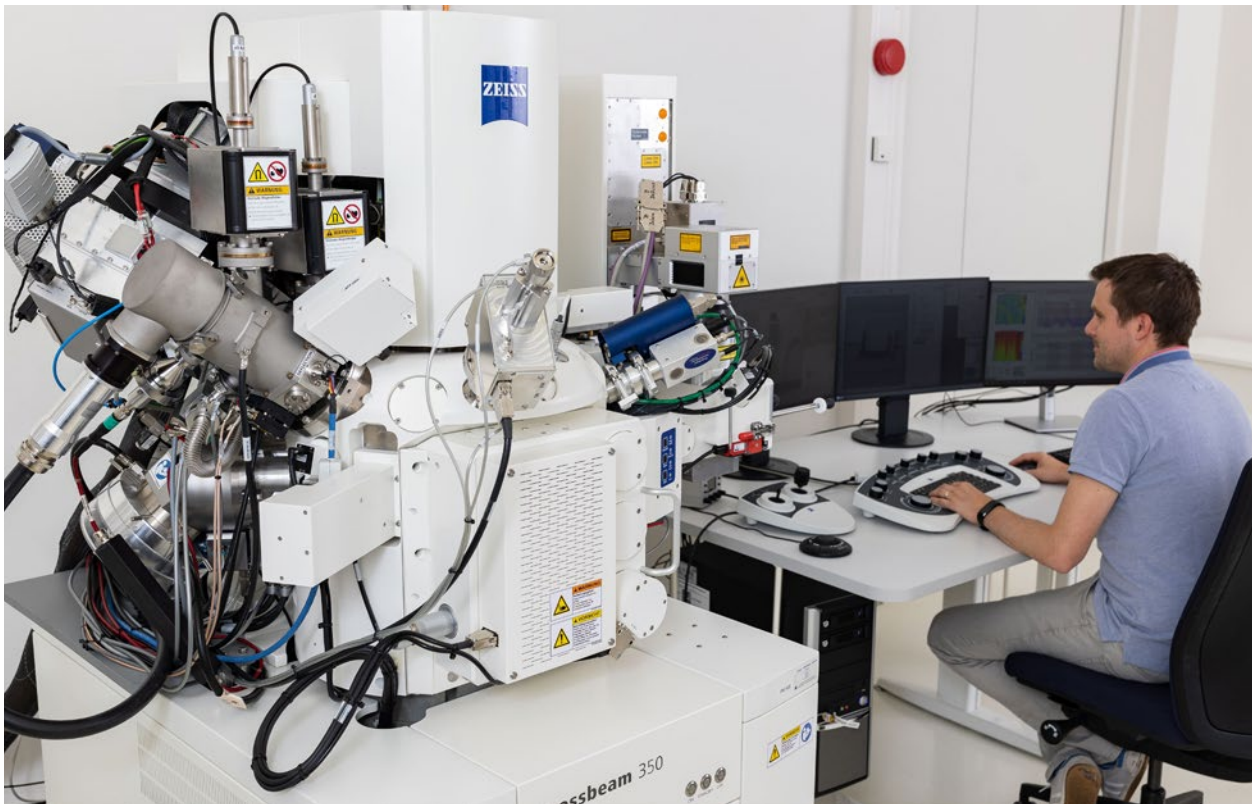
Internationales Benchmarking und Analyse bibliometrischer Daten im Rahmen des Pakt-Monitorings

Die Förderung im Rahmen des *Pakts für Forschung und Innovation IV (PFI IV)* ist an Zielvereinbarungen geknüpft, die die Wissenschaftsorganisationen mit Bund und Ländern individuell vereinbart haben. Darin sind die fünf übergeordneten Ziele des *PFI IV* organisationsspezifisch mit Maßnahmenpaketen hinterlegt und teilweise durch Zielgrößen konkretisiert. Die geförderten Organisationen verfassen eigenständig Berichte zum Umsetzungsstand der Vereinbarungen und erheben die notwendigen Indikatoren.

In der vierten Phase des *PFI* ziehen Bund und Länder zur Beurteilung des Fortschritts der Wissenschaftsorganisationen zusätzlich zwei extern beauftragte Studien heran. Zum einen stellt eine zwischen 2022 und 2026 jährlich erscheinende wissenschaftliche Studie nach einheitlichen Methoden erhobene bibliometrische Indikatoren zur Verfügung, analysiert diese und bietet damit die Möglichkeit, Trends und Dynamiken anhand des Publikationsgeschehens abzubilden und ins nationale und internationale Umfeld einzuordnen. Zum anderen wird der *PFI* in seiner vierten Phase zum ersten Mal auch durch ein extern erstelltes internationales Benchmarking begleitet. Die durch den *PFI* geförderten Wissenschaftsorganisationen werden in dieser Pilotstudie anhand ausgewählter Indikatoren mit internationalen Organisationen verglichen, die ähnliche Missionen verfolgen, aber unter anderen Bedingungen arbeiten.

Beide Ansätze erlauben es, die Entwicklung der großen Wissenschaftsorganisationen im internationalen Umfeld und in der allgemeinen Dynamik des nationalen und internationalen Wissenschaftsgeschehens besser einzuordnen und neben der absoluten Entwicklung der Indikatoren auch vergleichende Betrachtungen anzustellen. So zeigt die Auswertung im Monitoring-Bericht 2023 beispielsweise im Bereich Open-Access-Publikationen, dass öffentlich zugängliche Publikationen insgesamt an Bedeutung zunehmen, die außeruniversitären Forschungseinrichtungen aber sowohl im Vergleich zu deutschen Universitäten als auch im internationalen Vergleich besonders häufig in Open Access veröffentlichen. Auch bei der Bereitstellung digitaler Infrastrukturen stellt die Benchmarking-Studie den deutschen Wissenschaftsorganisationen in der internationalen Vergleichsgruppe ein gutes Zeugnis aus. Andererseits unterstreicht die Benchmarking-Studie in Bezug auf Gleichstellungsfragen, die der *PFI* adressiert, dass die deutschen Einrichtungen zwar zahlreiche Fortschritte erzielen konnten, aber angesichts des internationalen Vergleichs in ihren Bemühungen nicht nachlassen dürfen.

2.2 Exzellenzstrategie



Ein Mitarbeiter des NMI Naturwissenschaftliches und Medizinisches Institut an der Universität Tübingen, das Teil des Exzellenzclusters „Individualisierung von Tumortherapien durch molekulare Bildgebung und funktionelle Identifizierung therapeutischer Zielstrukturen“ ist

Bund und Länder haben mit der *Exzellenzstrategie* ein gemeinsames Programm geschaffen, das die Profilbildung deutscher Universitäten nachhaltig und langfristig unterstützt. Dadurch fördern sie universitäre Spitzenforschung und die internationale Wettbewerbsfähigkeit der Universitäten als zentrale Akteure des Forschungssystems und stärken den Wissenschaftsstandort Deutschland in der Breite.

Anders als ihre Vorgängerin, die *Exzellenzinitiative,* ist die *Exzellenzstrategie* nicht befristet, sondern auf Dauer angelegt. Im Vorfeld der Ausschreibung zur zweiten Förderperiode haben Bund und Länder in der GWK eine Weiterentwicklung der *Exzellenzstrategie* beschlossen, sodass ab 2026/27 bis zu 747 Mio. Euro pro Jahr für die Förderung bereitstehen. Die Finanzierung erfolgt weiterhin zu 75 % aus Bundes- und 25 % aus Landesmitteln der Sitzländer der jeweiligen Universitäten.

Die *Exzellenzstrategie* umfasst zwei Förderlinien: *Exzellenzcluster* und *Exzellenzuniversitäten*. Mit den Exzellenzclustern werden international wettbewerbsfähige Forschungsfelder an Universitäten bzw. Universitätsverbünden projektbezogen gefördert. Exzellenzcluster können grundsätzlich für zweimal sieben Jahre gefördert werden. Die Förderlinie wird alle sieben Jahre ausgeschrieben, sodass auch Neuanträge möglich sind. Universitäten mit Exzellenzclustern können eine Universitätspauschale als Strategiezuschlag zur Stärkung ihrer Governance und strategischen Steuerung beantragen. Für Exzellenzcluster werden antragsabhängig Förderhöhen zwischen jeweils 3 und 10 Mio. Euro jährlich veranschlagt. Ab 2026 stellen Bund und Länder für die Projektförderung der Exzellenzcluster jährlich rund 539 Mio. Euro (einschl. Programm- und Universitätspauschale sowie Verwaltungskosten der DFG) für die Förderung von bis zu 70 Exzellenzclustern zur Verfügung.

Die zweite Förderlinie *Exzellenzuniversitäten* baut auf der Förderlinie *Exzellenzcluster* auf und dient der Stärkung der Universitäten bzw. eines Verbundes von Universitäten als Institution und dem Ausbau ihrer internationalen Spitzenstellung in der Forschung. Universitäten oder Verbünde, die mindestens zwei bzw. drei Exzellenzcluster eingeworben haben, können sich auf eine Förderung als Exzellenzuniversitäten bewerben. In einem wissenschaftsgeleiteten Auswahlverfahren sind bisherige exzellente Forschungsleistungen und ein strategisches, institutionenbezogenes Gesamtkonzept maßgebliche Bewertungskriterien. Antragsabhängig ist eine Bandbreite der Förderhöhe von jährlich 10 bis 15 Mio. Euro für Anträge einzelner Universitäten und rund 15 bis 28 Mio. Euro für Anträge von Universitätsverbünden möglich. Für die Förderung von Exzellenzuniversitäten sind jährlich insgesamt rund 148 Mio. Euro für elf Förderfälle bei Erfolg im wettbewerblichen Verfahren vorgesehen. In der zweiten Förderperiode ab 2027 stehen außerdem bis zu 60 Mio. Euro für bis zu vier über elf hinausgehende Förderfälle zur Verfügung.

Grundlage der Förderentscheidung ist ein wissenschaftsgeleitetes Begutachtungs- und Auswahlverfahren, das die DFG und der WR durchführen. Die DFG führt das Auswahlverfahren für die Förderlinie der *Exzellenzcluster,* der WR das Auswahlverfahren für die Förderlinie der *Exzellenzuniversitäten* durch. International anerkannte Expertinnen und Experten aus verschiedenen Wissenschaftsgebieten entscheiden gemeinsam mit den für Wissenschaft zuständigen Ministerinnen und Ministern des Bundes und der Länder über die Förderung von Exzellenzclustern und Exzellenzuniversitäten.

In der ersten Förderrunde werden seit 2019 insgesamt 57 Exzellenzcluster an 34 Universitäten gefördert. Im Rahmen der Förderlinie *Exzellenzuniversitäten* werden zehn Universitäten und ein Universitätsverbund gefördert.

Exzellenzuniversitäten werden dauerhaft gefördert, müssen sich aber alle sieben Jahre einer Überprüfung der Fördervoraussetzungen stellen. Dies bedeutet, dass sie im Wettbewerb die notwendigen zwei bzw. bei Verbünden drei Exzellenzcluster erneut einwerben müssen. Außerdem werden die geförderten Universitäten im Hinblick auf die übergreifenden Förderkriterien einer unabhängigen und externen Evaluation mit selektivem Charakter unterzogen. Werden die Fördervoraussetzungen nicht mehr erfüllt, scheidet die Exzellenzuniversität mit einer degressiven Auslauffinanzierung aus der gemeinsamen Förderung aus. Die zweistufige Antragsphase für die zweite Förderperiode der Exzellenzcluster hat Ende 2022 begonnen. Die Förderentscheidung fällt im Frühjahr 2025. Die Ausschreibung für die Förderlinie Exzellenzuniversitäten erfolgt im Frühjahr 2024 und wird mit einer Förderentscheidung im Herbst 2026 abgeschlossen sein.

Weitere Informationen im Internet:

- Exzellenzstrategie des Bundes und der Länder
- Allgemeine Informationen zur Exzellenzstrategie
- GWK – Verwaltungsvereinbarung zwischen Bund und Ländern zur Exzellenzstrategie
- Endbericht der internationalen Expertenkommission zur Evaluation der Exzellenzinitiative

2.3 Studium und Lehre in den Bund-Länder-Vereinbarungen

Gute Studienbedingungen und eine hohe Qualität von Studium und Lehre sind zentrale Voraussetzungen für die Ausbildung akademischer Fachkräfte und damit für den wissenschaftlichen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Fortschritt. Mit dem *Zukunftsvertrag Studium und Lehre stärken* und der Vereinbarung über *Innovation in der Hochschullehre* engagieren sich Bund und Länder gemeinsam für eine hochwertige akademische Bildung an den deutschen Hochschulen.

Zukunftsvertrag Studium und Lehre stärken

Die Qualität von Studium und Lehre und die bedarfsgerechte Sicherung von Studienkapazitäten an den Hochschulen in Deutschland haben für Bund und Länder einen hohen Stellenwert. Dieser Tatsache tragen sie mit dem zeitlich unbefristeten *Zukunftsvertrag Studium und Lehre stärken* (kurz: *Zukunftsvertrag*) Rechnung. Die am 6. Juni 2019 von den Regierungschefinnen und -chefs von Bund und Ländern beschlossene Verwaltungsvereinbarung über den *Zukunftsvertrag* tritt die strategische Nachfolge des *Hochschulpakts 2020* an. Während dieser das Ziel hatte, stark gestiegene Studienanfängerzahlen zu bewältigen, soll der *Zukunftsvertrag* die mit dem *Hochschulpakt* geschaffenen zusätzlichen Studienkapazitäten erhalten und die Qualität von Studium und Lehre verbessern und weiterentwickeln. Im Fokus des *Zukunftsvertrags* liegt somit nicht mehr die Ausweitung von Studienkapazitäten, sondern die Qualität von Studium und Lehre in der Breite der deutschen Hochschullandschaft.

Der *Zukunftsvertrag* wird je zur Hälfte von Bund und Ländern finanziert, wobei die Länder die Mittel zusätzlich zur Grundfinanzierung der Hochschulen bereitstellen. In den Jahren 2021 und 2022 hat der Bund je 1,88 Mrd. Euro für den *Zukunftsvertrag* zur Verfügung gestellt. Am 4. November 2022 hat die GWK die Dynamisierung des Bund-Länder-Programms beschlossen: Zwischen 2023 und 2027 wachsen die Mittel des *Zukunftsvertrags* schrittweise auf über 2,2 Mrd. Euro Bundesmittel an (→ **Infobox: Dynamisierung des Zukunftsvertrags**).

Die Verteilung der Bundesmittel auf die Länder erfolgt bedarfsgerecht und transparent anhand von gewichteten kapazitäts- und qualitätsorientierten Parametern: Studienanfängerinnen und -anfänger (Gewichtung 20 %), Studierende innerhalb der Regelstudienzeit zuzüglich zwei Semester (60 %) sowie Absolventinnen und Absolventen (20 %). Die Verteilung wird jährlich gemäß den Angaben der amtlichen Statistik neu berechnet.

Jedes Land legt in einer Verpflichtungserklärung die länderspezifischen strategischen Ansätze, Schwerpunkte und Maßnahmen zur Umsetzung des *Zukunftsvertrags* fest. Die Verpflichtungserklärungen der Länder werden im Konsultationsverfahren mit dem Bund erstellt, haben eine Laufzeit von sieben Jahren und werden von der GWK verabschiedet. Eine Evaluierung des *Zukunftsvertrags* erfolgt 2025. Die Ergebnisse und die Erfahrungen aus der Evaluation fließen in das ab 2026 beginnende Verfahren zur Neuerstellung der Verpflichtungserklärungen ein.

Die Maßnahmen im Rahmen des *Zukunftsvertrags* ergeben sich aus dessen zentralen Zielen – bedarfsgerechter Kapazitätserhalt und Qualitätsverbesserung von Studium und Lehre. Um diese Ziele zu erreichen, setzen die Länder Schwerpunkte insbesondere beim Ausbau von dauerhaften Beschäftigungsverhältnissen des hauptberuflichen wissenschaftlichen und künstlerischen, mit Studium und Lehre befassten Personals an den Hochschulen. Dabei kommt Gleichstellungsaspekten eine große Bedeutung zu.

Mit dem *Zukunftsvertrag* sollen eine flächendeckend hohe Qualität von Studium und Lehre und gute Studienbedingungen in der Breite der deutschen Hochschullandschaft geschaffen werden. Dabei werden die Mittel des *Zukunftsvertrags* u. a. eingesetzt, um einmal etablierte Strukturen zur Qualitätssicherung und zur Verbesserung der Studienbedingungen weiterzuentwickeln und zu verstetigen. Inhaltlich liegt in vielen Ländern ein besonderer Fokus darauf, die Attraktivität der Hochschulen zu steigern sowie den aktuellen und zukünftigen Fachkräftebedarf zu decken. Damit einhergehend streben die Länder die Umsetzung

vielfältiger Maßnahmen an, um die Betreuungsverhältnisse bzw. -situation für die Studierenden zu verbessern, den Studienerfolg zu sichern und die Zahl der Studienabbrüche zu verringern.

Um die Ziele des *Zukunftsvertrags* zu erreichen und die länderspezifischen Schwerpunkte umzusetzen, sollen die Mittel entsprechend den Verpflichtungserklärungen der Länder auch für weitere Maßnahmen eingesetzt werden. Die Länder planen u. a. Maßnahmen, um die Durchlässigkeit und die Übergänge im Bildungsbereich zu verbessern und die Internationalisierung an den Hochschulen zu fördern. Die Mittel des *Zukunftsvertrags* können auch gezielt für die Digitalisierung in Studium und Lehre genutzt werden – zur Qualitätssteigerung digitaler Lehr- und Lernangebote, für die Verbesserung der lehrbezogenen Infrastruktur oder auch für die Weiterentwicklung der digitalen Verwaltung. Integriert in ihre hochschulpolitischen und hochschulplanerischen Prozesse nutzen einige Länder auch die im *Zukunftsvertrag* eröffnete Möglichkeit, in bestimmten Fächergruppen Schwerpunkte zu setzen.

Mit dieser Vielfalt an Maßnahmenarten trägt der *Zukunftsvertrag* der differenzierten Hochschullandschaft in Deutschland Rechnung und ermöglicht passgenaue Ansätze, um deren Kapazitäten bedarfsgerecht zu erhalten und die Qualität von Studium und Lehre zu verbessern.

Weitere Informationen im Internet:

- Allgemeine Informationen zum Zukunftsvertrag
- GWK – Verwaltungsvereinbarung zwischen Bund und Ländern über den Zukunftsvertrag Studium und Lehre stärken, Fassung vom 4. November 2022
- GWK – Übersicht über die Verpflichtungserklärungen der Länder

Dynamisierung des Zukunftsvertrags

Bund und Länder einigten sich am 4. November 2022 in der Gemeinsamen Wissenschaftskonferenz (GWK) auf die Dynamisierung des *Zukunftsvertrags*. Mit der Dynamisierung wird die Budgetentwicklung der Hochschulen an die der außeruniversitären Forschungseinrichtungen angeglichen (→ **V 2.1 Pakt für Forschung und Innovation**).



Ursprünglich sah der *Zukunftsvertrag* für die Jahre 2021 bis 2023 jeweils Bundesmittel in Höhe von 1,88 Mrd. Euro vor. Ab 2024 sollten jährlich 2,05 Mrd. Euro investiert werden. Mit dem Beschluss zur Dynamisierung erhöhte der Bund bereits im Jahr 2023 die bereitgestellten Mittel gegenüber dem Vorjahr um 3 % auf 1,94 Mrd. Euro. 2024 erfolgt eine Erhöhung um knapp 6 % auf das ursprünglich für 2024 vorgesehene Zielniveau von 2,05 Mrd. Euro. Im Jahr 2025 steigt das Mittelvolumen um weitere 1,5 % auf rund 2,08 Mrd. Euro. Für die Jahre 2026 und 2027 sind Erhöhungen von jeweils 3 % auf rund 2,14 Mrd. Euro im Jahr 2026 und 2,21 Mrd. Euro im Jahr 2027 vorgesehen. Die Länder stellen zusätzliche Mittel in derselben Höhe bereit.

Damit erhöhen sich die Mittel, die den Hochschulen von Bund und Ländern über den *Zukunftsvertrag* jährlich zur Verfügung stehen, schrittweise von rund 3,8 Mrd. Euro (2021) auf rund 4,4 Mrd. Euro (2027). Dank der zusätzlichen Mittel von Bund und Ländern in Höhe von rund 676 Mio. Euro bietet die Dynamisierung den Hochschulen mehr Spielräume, um Studium und Lehre zu stärken. Zudem erhöht sich die finanzielle Planungssicherheit der Hochschulen.



Innovation in der Hochschullehre

Mit der Vereinbarung über *Innovation in der Hochschullehre* vom 6. Juni 2019 streben Bund und Länder dauerhaft eine qualitativ hochwertige und international wettbewerbsfähige Lehre an deutschen Hochschulen an. Damit setzen sie ihre insbesondere durch den *Qualitätspakt Lehre* begonnenen Anstrengungen fort, innovative Hochschullehre zu verbreiten und zu fördern.

Dazu wurde am 9. November 2020 die Stiftung Innovation in der Hochschullehre errichtet. Die Stiftung wurde in Form einer rechtlich nicht selbstständigen Organisationseinheit unter dem Dach der Toepfer Stiftung gGmbH eingerichtet, die im Dezember 2019 von der GWK als Trägerinstitution ausgewählt wurde.

Kernaufgabe ist die Förderung von Projekten auf der Basis einer wissenschaftsgeleiteten Projektauswahl – insbesondere zur strategisch-strukturellen Stärkung der Hochschulen in Studium und Lehre, zu aktuellen, themenbezogenen Herausforderungen in Studium und Lehre sowie zur themenoffenen Erprobung neuer Ideen bzw. zum Transfer erprobter Ansätze auf andere Fächer und Hochschulen. Weiterhin liegt ein Fokus auf der Organisation eines fachbezogenen sowie themen- und länderübergreifenden Austauschs und der Vernetzung sowie dem Wissenstransfer. Die deutsche Hochschullandschaft wird in ihrer gesamten Bandbreite adressiert und die Erneuerungsfähigkeit der Hochschullehre kontinuierlich gestärkt.

Die erste Förderentscheidung unter dem Titel „Hochschullehre durch Digitalisierung stärken“ wurde im Mai 2021 von der Stiftung Innovation in der Hochschullehre getroffen. Seitdem wurde eine Reihe weiterer Förderentscheidungen getroffen, u. a. im Rahmen der wiederkehrenden Ausschreibungsreihe „Freiraum“ (**Infobox: Neue Ansätze der Projektauswahl**).

Bund und Länder stellen jährlich bis zu 150 Mio. Euro zur Förderung der Innovation in der Hochschullehre bereit. Die Finanzierung in den Jahren 2021 bis 2023 ist allein durch den Bund erfolgt. Ab dem Jahr 2024 erfolgt die Finanzierung gemeinsam durch Bund und Länder, wobei auf den Bund 110 Mio. Euro und auf die Länder 40 Mio. Euro entfallen.

Weitere Informationen im Internet:

- Allgemeine Informationen zu Innovation in der Hochschullehre
- GWK – Verwaltungsvereinbarung Innovation in der Hochschullehre
- Stiftung Innovation in der Hochschullehre
- Stiftung Innovation in der Hochschullehre – Förderung

Neue Ansätze der Projektauswahl

Im Rahmen der wiederkehrenden „Freiraum“-Ausschreibungen können Lehrende innovative Ideen für die Lehre entwickeln und erproben. Fachlich und thematisch ist die Ausschreibung offen. Im Mittelpunkt der Projekte soll die Lernerfahrung der Studierenden stehen.

Indem sie der Antragstellung ein Interessenbekundungsverfahren vorausschaltet, setzt die Stiftung Innovation in der Hochschullehre bei der Ausschreibung „Freiraum 2023“ auf neue Ansätze der Projektauswahl – wer die Chance bekommt, im wissenschaftsgeleiteten Auswahlverfahren mit seinem Projektantrag zu überzeugen, entscheidet das Los.

Hintergrund dieser Neuerung ist der große Andrang, den die erste Freiraum-Ausschreibung Anfang des Jahres 2022 ausgelöst hatte. Lediglich die ersten 600 Anträge konnten für die wissenschaftsgeleitete Begutachtung angenommen werden. Schließlich wurden 203 Projekte für den Förderzeitraum bis zum 31. Juli 2022 ausgewählt. Demgegenüber soll der neue Ansatz allen interessierten Mitgliedern von Hochschulen mit Lehrverantwortung die Teilnahme am Verfahren ermöglichen. Das Interessenbekundungsverfahren ist niedrigschwellig angelegt, lediglich eine kurze Projektskizze und Angaben zu Kooperationspartnern mussten eingereicht werden. Die Beschränkung auf 500 Anträge, die rein zufallsbasiert zur Antragstellung zugelassen werden, stellt zugleich sicher, dass die Expertinnen und Experten des Auswahlgremiums die Anzahl der Projekte bewältigen können.

Im Rahmen von „Freiraum 2023“ wurden aus 4.596 Interessensbekundungen 534 Ideenskizzen für eine Antragstellung ausgewählt. Im Anschluss durchliefen die Projektanträge ein wissenschaftsgeleitetes Auswahlverfahren. Anfang Oktober 2023 wurde die Förderentscheidung bekanntgegeben: 174 Projekte können ab dem 1. April 2024 umgesetzt werden.

Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung

Die am 10. Dezember 2020 von der GWK verabschiedete Bund-Länder-Vereinbarung *Künstliche Intelligenz in der Hochschulbildung* mit Laufzeit bis zum 31. Dezember 2025 bildet die rechtliche Grundlage für eine Förderinitiative, mit der Bund und Länder die Schlüsseltechnologie Künstliche Intelligenz (KI) breitflächig im deutschen Hochschulsystem verankern wollen. Bund und Länder stellen insgesamt bis zu rund 133 Mio. Euro zur Finanzierung dieser Initiative bereit, wobei die Verteilung der Fördermittel im Verhältnis 90:10 zwischen Bund und dem jeweiligen Sitzland erfolgt.

Die geförderten Projekte zielen darauf ab, KI in der Lehre besser zu nutzen und die Fachkräfte von morgen mit entsprechenden Kompetenzen auszustatten. Gefördert werden sowohl Maßnahmen zur Entwicklung von Studiengängen oder einzelnen Modulen im KI-Bereich als auch der Aufbau KI-gestützter Systeme an den Hochschulen, etwa intelligente Assistenzsysteme oder KI-basierte Lern- und Prüfungsumgebungen.

Nach einem wissenschaftsgeleiteten Auswahlverfahren im Juni 2021 wurden 40 Einzelanträge und 14 Verbundprojekte genehmigt, an denen insgesamt 52 Hochschulen beteiligt sind. Insgesamt profitieren 81 Hochschulen von der Förderinitiative.

Weitere Informationen im Internet:

↗ KI in der Hochschulbildung

2.4 Infrastrukturen in den Bund-Länder-Vereinbarungen

Moderne und leistungsstarke Infrastrukturen sind unerlässlich, um Forschung auf höchstem Niveau zu betreiben und Innovationen den Weg zu bereiten. Bund und Länder fördern daher gemeinsam Investitionen in Forschungsbauten und Großgeräte sowie Hochleistungsrechenkapazitäten an Hochschulen. Um vorhandene Forschungsdaten für das gesamte Wissenschaftssystem nutzbar zu machen, bauen Bund und Länder zudem gemeinsam die *Nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI)* auf.

Forschungsbauten, Großgeräte und Nationales Hochleistungsrechnen an Hochschulen

Forschungsbauten und Großgeräte werden bereits seit 2007 von Bund und Ländern gefördert. Im November 2018 haben Bund und Länder beschlossen, die gemeinsame themenoffene Förderung von Forschungsbauten und Großgeräten fortzusetzen sowie das Nationale Hochleistungsrechnen (NHR) in die gemeinsame Förderung aufzunehmen. Die entsprechende Ausführungsvereinbarung wurde auf unbestimmte Zeit geschlossen und ist zum 1. Januar 2019 in Kraft getreten. Im März 2023 wurde sie zuletzt durch einen Beschluss der GWK angepasst. Die im Jahr 2017 von einer Fachkommission durchgeführte Evaluierung der gemeinsamen Förderung von Forschungsbauten und Großgeräten an Hochschulen trug maßgeblich dazu bei, diese Förderung zu verstetigen. Demnach verbessert die Förderung die infrastrukturellen Voraussetzungen der teilnehmenden Hochschulen im nationalen und internationalen Wettbewerb in Wissenschaft und Forschung deutlich. Die Forschungsbauten und Großgeräte bedienen einen dringlichen Investitionsbedarf der Hochschulen und zeigen eine nachhaltige, positive Wirkung in der Forschung. An den geförderten Standorten können langfristige und produktive Forschungsschwerpunkte entstehen, die ihrerseits eine Grundlage dafür bilden, weitere Drittmittel einzuwerben. Neben diesen Ergebnissen zeigte die Evaluierung zudem positive Effekte für den wissenschaftlichen Nachwuchs, die Lehre und die internationale Zusammenarbeit (**III 1.2 Wissenschaftliche Forschungsinfrastrukturen**).



Für die Förderung von zukunftsgerechten und nachhaltig geplanten Forschungsbauten stellen Bund und Länder jährlich bis zu 401 Mio. Euro zur Verfügung. Die Mittel für die Förderung von Forschungsbauten werden je zur Hälfte vom Bund und vom Sitz-/Trägerland der begünstigten Hochschule getragen. Von 2007 bis einschließlich 2024 wurden 200 Forschungsbauten mit einem Gesamtvolumen von rund 6,6 Mrd. Euro in die gemeinsame Förderung aufgenommen. Für Großgeräte an Hochschulen stellen Bund und Länder jährlich 170 Mio. Euro zur Verfügung.

Die Förderung des NHR wurde zum 1. Januar 2019 als dritte Säule in die Vereinbarung aufgenommen. Bund und Länder kommen damit der zunehmenden Nachfrage nach Wissenschaftlichem Rechnen und den digitalen Anforderungen zukunftsgerichteter Wissenschaft nach. Jährlich stehen für das NHR bis zu 62,5 Mio. Euro zur Verfügung.

Zentrale Ziele der Förderung sind erstens die flächendeckende und bedarfsgerechte Bereitstellung von Hochleistungsrechenkapazitäten für wissenschaftliche Forschung an Hochschulen, zweitens die

Förderung der standortübergreifenden und interdisziplinären Zusammenarbeit und von Kooperationen in einer gemeinsamen Koordinationsstruktur, die für eine deutschlandweite Nutzung geöffnet ist, drittens die Stärkung der Methodenkompetenz der Nutzerinnen und Nutzer, die Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses sowie die Aus- und Weiterbildung im Wissenschaftlichen Rechnen und viertens die Förderung und Weiterentwicklung des Wissenschaftlichen Rechnens.

Im November 2020 haben Bund und Länder die ersten acht Rechenzentren und im Oktober 2021 ein weiteres Zentrum in die gemeinsame Förderung des NHR aufgenommen. Die Auswahl erfolgte auf Grundlage eines wettbewerblichen und wissenschaftsgeleiteten Verfahrens im Rahmen einer Begutachtung durch die DFG und einer Bewertung durch den von der GWK eingesetzten unabhängigen Strategieausschuss. Die NHR-Zentren haben im August 2021 den Verein für Nationales Hochleistungsrechnen – NHR-Verein e. V. als Träger der gemeinsamen Koordinationsstruktur für das NHR gegründet.

Weitere Informationen im Internet:

- Allgemeine Informationen zu Forschungsbauten und Großgeräten
- Allgemeine Informationen zum Hoch- und Höchstleistungsrechnen
- NHR-Verein – Online-Repräsentanz des Vereins für Nationales Hochleistungsrechnen
- GWK – Ausführungsvereinbarung Forschungsbauten, Großgeräte und Nationales Hochleistungsrechnen
- GWK – Übersichtsseite zu Forschungsbauten, Großgeräten und Nationalem Hochleistungsrechnen an Hochschulen
- GWK – Endbericht der Expertenkommission zur Evaluierung der gemeinsamen Förderung von Forschungsbauten und Großgeräten an Hochschulen

Nationale Forschungsdateninfrastruktur

Für neue wissenschaftliche Erkenntnisse und Innovationen in Forschung und Gesellschaft ist der systematische und dauerhaft sichergestellte Zugang zu digitalen bzw. digitalisierten Datenbeständen unverzichtbar. Damit aus Forschungsdaten wissenschaftlich breit nutzbare Datenbestände mit gesellschaftlichem Mehrwert werden, fördern Bund und Länder gemeinsam den Aufbau der *Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI).*

Derzeit oft dezentral, projektförmig und temporär gelagerte Datenbestände von Wissenschaft und Forschung sollen im Rahmen der *NFDI* für das gesamte deutsche Wissenschaftssystem systematisch erschlossen werden. Dazu sollen existierende Datensammlungen und Dienste zusammengeführt und neue, übergreifende Dienste und Lösungen für das Forschungsdatenmanagement etabliert werden. Zudem soll die *NFDI* die Anschlussfähigkeit an die Europäische Cloud für offene Wissenschaften (engl. European Open Science Cloud; EOSC) sicherstellen. Im Zeitraum von 2019 bis 2028 stellen Bund und Länder bis zu 90 Mio. Euro jährlich für die Förderung der *NFDI* zur Verfügung. Die Mittel, die vom Bund und von den Ländern im Verhältnis 90 : 10 aufgebracht werden, richten sich an Konsortien aus Hochschulen, außeruniversitären Forschungseinrichtungen, Ressortforschungseinrichtungen, Akademien und anderen öffentlich geförderten Informationsinfrastruktureinrichtungen oder weiteren entsprechenden Akteuren.

Das wissenschaftsgeleitete Verfahren zur Auswahl der Konsortien wurde von der DFG durchgeführt. Die abschließende Entscheidung über die insgesamt 27 Konsortien erfolgte in mehreren Ausschreibungsrunden in den Jahren 2020, 2021 und 2022 durch die GWK. 2020 wurde der Verein Nationale Forschungsdateninfrastruktur e. V. mit einer Geschäftsstelle in Karlsruhe gegründet, dem derzeit rund 280 Mitgliedseinrichtungen angehören. Der Verein steht auch Einrichtungen offen, die nicht über die *NFDI* gefördert werden. Dadurch soll der inklusive Charakter der *NFDI* zum Ausdruck gebracht und eine größtmögliche Breitenwirkung im Wissenschaftssystem erzielt werden (→ **III 1.2 Wissenschaftliche Forschungsinfrastrukturen**).

Weitere Informationen im Internet:

- Allgemeine Informationen zur Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI)
- Nationale Forschungsdateninfrastruktur (NFDI)

2.5 Nachwuchsförderung in den Bund-Länder-Vereinbarungen

Um Forschung an der Weltspitze zu betreiben, braucht man die besten Talente. Nachwuchsförderung ist daher in vielen Bund-Länder-Vereinbarungen, wie dem *Pakt für Forschung und Innovation (PFI)* oder der *Exzellenzstrategie,* ein Querschnittsthema. Im *Tenure-Track-Programm,* dem *Professorinnenprogramm* und dem *Programm Professoraler Nachwuchs an Fachhochschulen* widmen sich Bund und Länder explizit dem wissenschaftlichen Nachwuchs.

Programm zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses (Tenure-Track-Programm)

Bund und Länder haben im Juni 2016 *das Programm zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses (Tenure-Track-Programm)* verabschiedet. Ziel des Programms ist es, die Karrierewege für den wissenschaftlichen Nachwuchs planbar und transparenter zu gestalten. Mit dem Programm soll die Tenure-Track-Professur als eigenständiger Karriereweg neben dem herkömmlichen Berufungsverfahren auf eine Professur an den deutschen Universitäten etabliert werden. Die Tenure-Track-Professur richtet sich an junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in der frühen Karrierephase, d. h. unmittelbar bzw. in den ersten Jahren nach der Promotion. Nach erfolgreicher Bewährungsphase, in der Regel nach spätestens sechs Jahren, sieht die Tenure-Track-Professur den unmittelbaren Übergang in eine Lebenszeitprofessur vor.

Mit der Etablierung der Tenure-Track-Professur als anerkanntem Karriereweg zielt das Programm darauf ab, die Attraktivität des deutschen Wissenschaftssystems auch im internationalen Wettbewerb zu steigern und die Universitäten stärker dabei zu unterstützen, die besten Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler aus dem In- und Ausland zu gewinnen und möglichst dauerhaft zu halten (**III 4.4 Wissenschaftlicher Nachwuchs**). Die Vereinbarkeit von Beruf und Familie wurde durch die Option auf Verlängerung der Förderung um ein Jahr bei Geburt oder Adoption eines Kindes gefördert.

Nach erfolgreichem Abschluss der beiden Bewilligungsrunden 2017 und 2019 werden deutschlandweit insgesamt 1.000 zusätzliche Tenure-Track-Professuren an 75 Hochschulen gefördert. Grundlage für die Auswahl war ein wissenschaftsgeleitetes Wettbewerbsverfahren. Für die Förderung stellt der Bund insgesamt bis zu 1 Mrd. Euro über die Gesamtlaufzeit von 2017 bis 2032 bereit.

Die 1.000 vom Bund geförderten Tenure-Track-Professuren werden immer wieder neu ausgeschrieben, und die Länder werden sie langfristig erhalten. Zugleich werden die Länder die Zahl der unbefristeten Professuren um 1.000 erhöhen, um die Karrierechancen des wissenschaftlichen Nachwuchses insgesamt zu verbessern.

Weitere Informationen im Internet:

- Allgemeine Informationen zum Tenure-Track-Programm
- Fachportal zum Tenure-Track-Programm
- GWK – Verwaltungsvereinbarung zum Tenure-Track-Programm
- GWK – Bund-Länder-Programm zur Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses – Monitoringbericht 2020





Professorinnenprogramm

Das *Professorinnenprogramm* wurde 2008 gemeinsam von Bund und Ländern aufgelegt, um die Gleichstellung von Frauen und Männern an deutschen Hochschulen zu stärken und dem Phänomen des absinkenden Frauenanteils, je höher es auf der Karriereleiter hinaufgeht („leaky-pipeline"), entgegenzuwirken (**III 4.5 Chancengerechtigkeit, Gleichstellung und Vielfalt in Bildung und Forschung**).

Das Programm setzt dazu auf zwei Ebenen an: Im ersten Schritt qualifizieren sich Hochschulen mit einem Gleichstellungskonzept, das u. a. spezifische Maßnahmenpakete zur Erreichung von Parität an der Hochschule enthält, für die Teilnahme am *Professorinnenprogramm*. Begutachten unabhängige Expertinnen und Experten die Konzepte positiv, können im zweiten Schritt bis zu drei Professuren je Hochschule nach Einzelanträgen gefördert werden. Auf diese Weise werden zum einen die gleichstellungspolitischen Strukturen an den Hochschulen gestärkt. Zum anderen werden mehr Frauen in Führungspositionen der Hochschulen gebracht.

Im November 2022 hat die GWK die Bund-Länder-Vereinbarung zum *Professorinnenprogramm 2030 (PP 2030)* beschlossen. Aufbauend auf den erfolgreichen bisherigen drei Programmphasen soll damit der Kulturwandel zu mehr Geschlechtergerechtigkeit in den Hochschulen weiter gestärkt werden. Das *PP 2030* nimmt u. a. die Fakultäten an den Hochschulen sowie das Berufungsmanagement stärker in den Blick, um dem Wandel hin zu einer geschlechtergerechten Hochschulkultur neue Dynamik zu verleihen. Bund und Länder stellen für das *PP 2030* zu gleichen Teilen insgesamt 320 Mio. Euro zur Verfügung.

Weitere Informationen im Internet:

- Allgemeine Informationen zum Professorinnenprogramm
- GWK – Bund-Länder-Vereinbarung Professorinnenprogramm
- GWK – Evaluationsbericht zum Professorinnenprogramm

Professoraler Nachwuchs an Fachhochschulen

Fachhochschulen (FH) bzw. Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAW) bilden eine wesentliche Schnittstelle zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft. Als solche bedürfen sie eines professoralen Personals, das neben der wissenschaftlichen Qualifizierung auch Praxis- und Lehrerfahrung vorweisen kann. Die Rekrutierung erfolgt deshalb häufig auf dem außerhochschulischen Arbeitsmarkt unter schwierigen Wettbewerbsbedingungen und stellt eine immer größer werdende Herausforderung für die FH/HAW dar. Bund und Länder unterstützen sie dabei durch das gemeinsame *Programm zur Förderung der Gewinnung und Entwicklung von professoralem Personal an Fachhochschulen.*

Ein grundlegender Ansatz des Programms ist, dass jede Hochschule ihre spezifischen Herausforderungen und Rahmenbedingungen aufgreift und hierfür individuell gestaltete Lösungswege entwickelt. Förderfähige Instrumente wie die Schwerpunktprofessur, kooperative Promotionen, Tandemprogramme oder Kooperationsplattformen sind Beispiele für entsprechende Maßnahmen. Bund und Länder stellen für das Programm bis zu 431,5 Mio. Euro zur Verfügung. Die Finanzierung des Programms wird zu 71 % vom Bund und 29 % von den Ländern aufgebracht. Zu Beginn finanziert der Bund das Programm zu 100 %, bis zum Ende der Laufzeit wächst der Finanzierungsanteil der Länder auf 50 % an. Das Förderprogramm umfasste eine vorgeschaltete Konzeptphase und die aktuell laufende Umsetzungsphase, in der Projekte für einen Zeitraum von bis zu sechs Jahren gefördert werden. Ausgewählt wurden die Hochschulen in zwei Bewilligungsrunden von einem Expertengremium aus Vertreterinnen und Vertretern aus der angewandten Wissenschaft, Hochschulmanagement und Wirtschaft. In der ersten Bewilligungsrunde im November 2020 wurden 64 Hochschulen ausgewählt, in der zweiten und finalen Bewilligungsrunde im Juni 2022 weitere 34. Im Rahmen des Programms werden somit insgesamt 98 FH/HAW bei der Gewinnung und Entwicklung von professoralem Personal unterstützt. Im Rahmen von kooperativen Qualifizierungsmaßnahmen werden als Projektpartner beispielsweise für Tandemprogramme auch Universitäten, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, Unternehmen sowie gemeinnützige Organisationen und Vereine gefördert.

Weitere Informationen im Internet:

- Allgemeine Informationen zum Programm FH-Personal
- Portal zur Personalgewinnung und -entwicklung an Fachhochschulen

2.6 Forschung und Innovation in den Bund-Länder-Vereinbarungen



Forschende des Barkhausen Instituts und des Lehrstuhls für Technisches Design der TU Dresden neben Demonstrationsmodellen eines Gießroboters

Hochschulen für Angewandte Wissenschaften bzw. Fachhochschulen spielen eine besondere Rolle für die Entwicklung und den Transfer von Forschungsergebnissen. Mit den Förderprogrammen *Forschung an Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAW)* und *Innovative Hochschule* haben Bund und Länder zwei Programme ins Leben gerufen, die sich der praxisnahen Forschung und der Einbettung von Forschung in das regionale Innovations-Ökosystem widmen.

Forschung an Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (HAW)

Die angewandte Forschung hat sich neben der praxisorientierten Lehre zu einem profilbildenden Merkmal der FH/HAW entwickelt. Im Mittelpunkt des Programms *Förderung der anwendungsorientierten Forschung an Hochschulen für Angewandte Wissenschaften* stehen die anwendungsorientierte Forschung und die forschungsnahe Qualifizierung des Fachkräftenachwuchses. Bund und Länder verfolgen das Ziel, die spezifischen Alleinstellungsmerkmale und Erfolgsfaktoren der HAW-Forschung weiter zu schärfen, insbesondere den anwendungsnahen Wissens- und Technologietransfer durch Kooperationen mit Unternehmen oder anderen Praxispartnern.

Das Programm unterstützt die anwendungsorientierte Forschung an Fachhochschulen und Hochschulen für Angewandte Wissenschaften in den Ingenieur-, Natur- und Wirtschaftswissenschaften sowie u. a. in der Sozialen Arbeit. Die Förderlinien des Programms eröffnen unterschiedliche Fördermöglichkeiten, beispielsweise die Kooperationen zwischen HAW und Unternehmen, die Verbindung von forschungs- und anwendungsnaher Qualifizierung mit perspektivischer Gründungsorientierung, die Etablierung von forschungsstarken Nachwuchsteams in wichtigen Feldern wie Künstlicher Intelligenz, aber auch praxisorientierte Forschungsprojekte an HAW in den Bereichen Soziale Arbeit, Pflege- und Gesundheitswissenschaften sowie strukturbildende Projekte durch gezielte Investitionen in Forschungsgeräte mit innovativer Technik. Mit der Programmlinie *FH-Impuls* werden themenorientierte strategische Partnerschaften zwischen den Hochschulen und ihrem forschungsstarken Umfeld initiiert und gefördert.

Im Zeitraum 2013 bis 2023 wurden für das Programm *Forschung an Fachhochschulen* insgesamt rund 634 Mio. Euro bereitgestellt. Im November 2023 haben sich Bund und Länder in der GWK darauf geeinigt, das Programm weiterentwickelt unter dem Namen *Programm zur Förderung der anwendungsorientierten Forschung an Hochschulen für Angewandte Wissenschaften* fortzuführen. Dafür werden im Zeitraum 2024 bis 2030 annähernd 500 Mio. Euro für die Förderung von Projekten bereitstehen. Neu ist auch, dass sich erstmalig die Länder substanziell an der Projektfinanzierung beteiligen werden. Mit der Fortschreibung des Programms stellen Bund und Länder sicher, dass Hochschulen für Angewandte Wissenschaften auch in Zukunft ihr anwendungsorientiertes Forschungspotenzial weiterentwickeln können.

Weitere Informationen im Internet:

- Allgemeine Informationen zu Forschung an HAW
- GWK – Bund-Länder-Vereinbarung über die Förderung der angewandten Forschung und Entwicklung an Fachhochschulen (bis 2023)
- GWK – Bund-Länder-Vereinbarung über die Förderung der anwendungsorientierten Forschung an Hochschulen für Angewandte Wissenschaften (ab 2024)

Innovative Hochschule

Der forschungsbasierte Ideen-, Wissens- und Technologietransfer an Hochschulen wird im Wege der Projektförderung von der Bund-Länder-Förderinitiative *Innovative Hochschule* unterstützt. Sie richtet sich insbesondere an Hochschulen für Angewandte Wissenschaften bzw. Fachhochschulen sowie kleine und mittlere Universitäten, die bereits über eine kohärente Strategie für ihre Interaktion mit Wirtschaft und Gesellschaft sowie über Strukturen und Erfahrungen im Ideen-, Wissens- und Technologietransfer verfügen (**III 2.5 Transfer und Gründungen aus Wissenschaft und Forschung**).

Ziel der Förderinitiative ist es zum einen, die strategische Rolle der Hochschulen im regionalen Innovationssystem zu stärken. Zum anderen sollen Hochschulen dabei unterstützt werden, sich mit dem Transfer von Ideen, Wissen und Technologien zu profilieren – entweder als Hochschule insgesamt oder für ausgewählte Themen.

Die 2016 beschlossene Förderinitiative *Innovative Hochschule* ist bis Ende 2027 in Kraft. Bund und Länder stellen insgesamt bis zu 550 Mio. Euro für die Förderinitiative zur Verfügung. Die Fördermittel werden vom Bund und dem jeweiligen Sitzland getragen (Bund-Länder-Anteil: 90 : 10). Die Förderinitiative wird in zwei Auswahlrunden durchgeführt. In der ersten Auswahlrunde für die Förderphase 2018 bis 2022 wurden in einem Wettbewerbsverfahren 48 Hochschulen in 19 Einzel- und 10 Verbundvorhaben ausgewählt. Für die Förderphase ab 2023 wurden in der zweiten Runde 55 Hochschulen in 16 Einzel- und 13 Verbundvorhaben ausgewählt. Darunter sind 39 Fachhochschulen bzw. Hochschulen für Angewandte Wissenschaften, drei Kunst- und Musikhochschulen sowie 13 Universitäten und pädagogische Hochschulen.

Weitere Informationen im Internet:

- Allgemeine Informationen zur Innovativen Hochschule
- GWK – Verwaltungsvereinbarung zur Innovativen Hochschule
- GWK – Liste der zur Förderung ausgewählten Hochschulen und Hochschulverbünde der zweiten Auswahlrunde
- Innovative Hochschule



Mitarbeitende im deutsch-südafrikanischen Forschungsprojekt „CARE-O-SENE“ zur Katalysatorenentwicklung für nachhaltige Flugzeugtreibstoffe

VI Europäische und internationale Zusammenarbeit

1 International in Bildung, Wissenschaft und Forschung zusammenarbeiten 382
2 Multilaterale Zusammenarbeit 396
3 Deutschlands Rolle in Europa 404
4 Außereuropäische Regionen – globales Wissen für lokale Herausforderungen 433



1 International in Bildung, Wissenschaft und Forschung zusammenarbeiten

Ob Klimawandel, Biodiversitätsverlust, Umweltverschmutzung, Energiewende, Ernährungssicherheit oder Migration – komplexe globale Krisen und Herausforderungen lassen sich nur durch internationale Zusammenarbeit meistern. Mit der zielgerichteten Koordination von Aktivitäten in Bildung, Wissenschaft und Forschung mit Partnerländern weltweit trägt Deutschland dazu bei, den globalen Wissensschatz zu erweitern und die Voraussetzungen für den Ausbau eines leistungs- und zukunftsfähigen, international ausgerichteten Bildungs-, Wissenschafts- und Innovationssystems in Deutschland und Europa zu schaffen.

Die länderübergreifende Zusammenarbeit in Bildung, Wissenschaft und Forschung bildet die Grundlage für die Sicherung von Innovationsfähigkeit und Wohlstand und für zukunftsfähige, informierte politische Entscheidungen – beim medizinischen Fortschritt genauso wie bei der Bekämpfung der Klimawandelfolgen. Deutschland und die EU tragen gemeinsam globale Verantwortung, agieren als Teil einer globalen Wissensgesellschaft und sind gleichzeitig selbst auf internationalen Wissensaustausch angewiesen. Zudem ist internationale Zusammenarbeit auf Augenhöhe essenziell für die Mitgestaltung der relevanten Schlüsseltechnologien der Zukunft und somit zur Stärkung der technologischen Souveränität Deutschlands und Europas (→ **IV 4 Digitale und technologische Souveränität)**. Daher fördert die Bundesregierung die europäische und internationale Zusammenarbeit in Bildung, Forschung und Innovation und bringt deren Bedeutung als wichtige Querschnittsaufgabe in der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* zum Ausdruck.

Auf europäischer Ebene fallen insbesondere dem EU-Rahmenprogramm für Forschung und Innovation *Horizont Europa* sowie dem Europäischen Forschungsraum (EFR) große Bedeutung zu, in die Deutschland intensiv eingebunden ist und die die Bundesregierung aktiv mitgestaltet. So leistet Deutschland einen nationalen Beitrag zu den europäischen Missionen in den Bereichen klimaneutrale und intelligente Städte, Gesundung der Böden und Gewässer, Krebsbekämpfung und Klimaanpassung.

Darüber hinaus arbeitet Deutschland auch weltweit mit Partnerländern und -regionen zur Lösung globaler Herausforderungen und zur Entwicklung von Schlüsseltechnologien zusammen, unterstützt Kooperationen in Bildung, Wissenschaft, Forschung und Innovation, baut vor Ort entsprechende Forschungs- und Ausbildungskapazitäten auf und setzt sich für den Schutz der Freiheit und Sicherheit von Wissenschaft und Forschung in der internationalen Wissenschaftskooperation ein.

Science Diplomacy schafft dafür verlässliche Rahmenbedingungen, fördert den offenen Dialog und bietet alternative Gesprächskanäle. Zudem eröffnet die Einbindung Deutschlands in internationalen und multilateralen Organisationen und Foren wie G7, G20, UN und der OECD Möglichkeiten, Themen international in den Fokus zu rücken, gemeinsame Vorgehensweisen abzustimmen und Ressourcen zu bündeln.



1.1 Internationalisierung von Bildung, Wissenschaft, Forschung und Innovation

Die Dringlichkeit, globale Krisen und Herausforderungen zu meistern, steigt – sei es die Bekämpfung des Klimawandels, des Biodiversitätsverlusts und der Umweltverschmutzung, der Schutz der Meere, die Armutsbekämpfung oder die Sicherung der klimafreundlichen Energieversorgung. Um der Verantwortung gerecht zu werden, einen Beitrag zur Bewältigung dieser Krisen und Herausforderungen zu leisten, aber auch, um unsere Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten und zu steigern, ist es für Deutschland essenziell, in die weltweiten Wissensströme und Innovationsprozesse eingebunden zu sein und diese aktiv mitzugestalten. Hierfür sind Forschungs- und Wissenschaftskooperationen auf Augenhöhe entscheidend – nicht nur mit Industrieländern und Innovationsführern, sondern auch mit Schwellen- und Entwicklungsländern.

Bundesbericht Internationale Kooperation

Im Dezember 2023 wurde der „Bericht zur internationalen Kooperation in Bildung, Wissenschaft und Forschung 2021–2022“ vom Bundeskabinett verabschiedet. Der unter der Federführung des BMBF erstellte Bericht unterstreicht die große Bedeutung, die die Bundesregierung der internationalen Zusammenarbeit in Bildung, Wissenschaft und Forschung zumisst. Allein das BMBF stellte im Jahr 2022 rund 1,335 Mrd. Euro für internationale Kooperationen zur Verfügung.

Der Bericht, den die Bundesregierung im Zwei-Jahres-Turnus vorlegt, stellt die Strategien und Maßnahmen der Bundesregierung zur Zusammenarbeit in Europa und mit außereuropäischen Ländern und Regionen in strukturierter Form dar.

Zum Einsatz kommt eine Vielzahl von bi- und multilateralen Programmen und Einzelmaßnahmen unterschiedlicher Ressorts. Diese erstrecken sich von gemeinsamen Förderbekanntmachungen, Beratung und Kapazitätsaufbau über Stipendien, Wettbewerbe und Preise, nachfrageorientierte Finanzierungsinstrumente und regionale Studienkreditprogramme bis hin zur Entwicklung anwendungsbezogener Curricula in den Partnerländern.

Der „Bericht der Bundesregierung zur internationalen Kooperation in Bildung, Wissenschaft und Forschung“ stellt im Zwei-Jahres-Turnus die Aktivitäten der Ressorts sowie der Wissenschafts- und Mittlerorganisationen in diesem Bereich dar (→ **Infobox: Bundesbericht Internationale Kooperation**). Ergänzende Informationen bietet das BMBF-Portal „Kooperation international“.

Die internationale Zusammenarbeit bietet eine Vielzahl von Chancen, ist aber zunehmend geprägt von der Konkurrenz um Schlüsseltechnologien, Ressourcen und Märkte. Sich verstärkende systemische Rivalitäten und geopolitische Spannungen wirken sich auch auf die internationale Zusammenarbeit in Wissenschaft und Forschung aus. Autoritär regierte Staaten versuchen, unser offenes Wissenschafts- und Forschungssystem für eigene, zum Teil auch militärische Zwecke zu missbrauchen.

Vor diesem Hintergrund gilt es, bei internationalen Kooperationen verstärkt auch Art und Ausmaß der mit ihnen verbundenen Risiken zu analysieren. Gerade aufgrund ihrer grundgesetzlich geschützten Freiheit (Art. 5 Abs. 3 GG) kommt Wissenschaft und Forschung hier eine besondere Verantwortung zu. Die Bundesregierung sensibilisiert die Wissenschafts- und Forschungsorganisationen für aktuelle und sich abzeichnende Bedrohungslagen und unterstützt sie dabei, risikoreduzierende Maßnahmen zu entwickeln und umzusetzen. Zudem tauscht Deutschland sich intensiv mit seinen europäischen und internationalen Wertepartnern aus, um ein einheitliches Verständnis und ein konzertiertes Vorgehen in diesem Bereich sicherzustellen.

Neben dem Auf- und Ausbau zielgerichteter bilateraler Partnerschaften nutzt die Bundesregierung darüber hinaus multilaterale Gremien und Strukturen, um sich mit ausgewählten Partnern weltweit zu vernetzen und abzustimmen.

Mit Blick auf die großen globalen Krisen und Herausforderungen ist die internationale akademische Zusammenarbeit heute wichtiger denn je, gleichzeitig hat sich aber auch der Wettbewerb der Wissenschaftssysteme weltweit verschärft: Geopolitische Entwicklungen wirken zunehmend auf die Internationalisierungsstrategien und -aktivitäten unserer Hochschulen ein. Daneben rückt das Potenzial der Internationalisierung der Hochschulen für den Umgang mit dem Fachkräftemangel zunehmend in den Vordergrund. Daher nehmen Bund und Länder mit einer eigenständigen Strategie die Internationalisierung der Hochschulen in den Blick. Die *Strategie der Wissenschaftsministerinnen und -minister von Bund und Ländern für die Internationalisierung der Hochschulen in Deutschland* wird aktuell weiterentwickelt und soll in der zweiten Hälfte des Jahres 2024 veröffentlicht werden. Sie soll neue Akzente setzen und Wege aufzeigen, wie die Internationalisierung und grenzüberschreitende Hochschulkooperationen in den nächsten zehn Jahren weiter erfolgreich gestaltet und ausgebaut werden können.

Unter anderem das BMZ unterstützt die internationale Vernetzung von Hochschulen und fördert kontinuierlich globale, interdisziplinäre Netzwerke entwicklungsorientierter Hochschulen. Die Forschungs- und Lehrkooperationen zwischen deutschen Hochschulen und Hochschulen in Ländern des Globalen Südens beschäftigen sich u. a. mit Fragen globaler Gesundheit/One Health, nachhaltiger Stadtentwicklung, erneuerbarer Energien, menschenwürdiger Arbeit oder Nahrungsmittelsicherheit und leisten so einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung der UN-Nachhaltigkeitsziele (engl. Sustainable Development Goals; SDGs).

Eine besondere Bedeutung kommt in den letzten Jahren auch dem Aufbau von Präsenzen vor Ort zu. So fördert beispielsweise der Deutsche Akademische Austauschdienst (DAAD) die Gestaltung von acht Globalen Zentren für Gesundheit und Klimawandel in Asien, Lateinamerika und Subsahara-Afrika. Auch die SDG-Graduiertenkollegs des DAAD zielen auf eine internationale, transdisziplinäre Vernetzung akademischer Institutionen, um globale Herausforderungen partnerschaftlich anzugehen.

Weitere Informationen im Internet:

- Vernetzung weltweit
- Bericht der Bundesregierung zur internationalen Kooperation in Bildung, Wissenschaft und Forschung
- Kooperation international
- BMBF-Forum International
- Kultusministerkonferenz: Internationalisierung der Hochschulen

BMBF-Forum International

Internationaler Austausch dient auch dem Zweck, vom Ausland zu lernen. Daher wurde mit dem BMBF-Forum International ein entsprechender Rahmen geschaffen, um den interdisziplinären Austausch zu aktuellen Themen der internationalen Forschungszusammenarbeit zu fördern. Die Veranstaltungsreihe, die 2019 mit dem Thema „The Future of Work“ startete, findet alle zwei bis drei Jahre statt und richtet sich an ein disziplin- und sektorübergreifendes Publikum aus Forschung, Wirtschaft und Politik.

Unter dem Motto „From Science to Life: Inspiring Cross-Border Innovation“ lud das BMBF im Mai 2022 zur zweiten Ausgabe des BMBF-Forum International ein. In einem virtuellen Symposium widmeten sich die Teilnehmenden der Frage, welche Innovationskultur hierzulande nötig ist, um den Transfer von der Forschung in die Praxis zu ermöglichen und was Deutschland dabei von anderen Ländern lernen kann.

1.2 Science Diplomacy: Schnittstelle zwischen Wissenschaft, Politik und Diplomatie

Die internationale Zusammenarbeit in Bildung, Wissenschaft, Forschung und Innovation – sei es durch die Förderung von Mobilität und Vernetzung von Menschen, den Aufbau von Kooperationsstrukturen oder durch große gemeinsame Projekte – verbindet, baut Brücken zwischen Ländern und trägt zum wechselseitigen Verständnis bei. Gerade in herausfordernden geopolitischen Zeiten ist die Dialogfähigkeit der Wissenschaft gefragt. Sie ermöglicht alternative Zugänge, wenn andere Gesprächskanäle verschlossen sind. Die Wissenschaftsgemeinschaft weltweit braucht wiederum verlässliche Rahmenbedingungen für die internationale Zusammenarbeit. Es ist Aufgabe der Politik, diese Rahmenbedingungen im Dialog mit Partnerländern auszugestalten und auch Werte und Prinzipien, wie etwa die Wissenschaftsfreiheit, als Fundament für wissenschaftliche Kooperation und akademischen Austausch zu definieren. Science Diplomacy ist daher ein zentrales Element der Internationalisierung von Bildung, Wissenschaft und Forschung sowie der deutschen Auswärtigen Kultur- und Bildungspolitik. Sie setzt an der Schnittstelle zwischen internationaler Bildungs-, Wissenschafts- und Forschungspolitik auf der einen sowie Außenpolitik und Diplomatie auf der anderen Seite an. Mithilfe von Science Diplomacy macht sich Deutschland für eine vernetzte, offene und globale Wissensgesellschaft sowie für die Freiheit von Wissenschaft und Forschung weltweit stark.



In den Themenfeldern der Science Diplomacy arbeiten das BMBF und das AA als federführende Ressorts eng zusammen. So verfügen das BMBF und das AA mit dem Netzwerk der mehr als 40 Wissenschaftsreferentinnen und -referenten an den deutschen Auslandsvertretungen über ein personelles Instrument der Science Diplomacy, das Deutschland als Wissenschaftsstandort präsentiert und bewirbt. Die Wissenschaftsreferentinnen und -referenten beraten und begleiten Delegationen aus Wissenschaft und Politik, zeigen wissenschaftsrelevante Trends auf, initiieren und unterstützen bilaterale FuE-Kooperationen. Zur Stärkung des Netzwerks organisiert das BMBF regelmäßige Fachtreffen mit externen Expertinnen und Experten zu Themen von strategischer Relevanz (Learning Lunches). Fortbildungsseminare für die Wissenschaftsreferentinnen und -referenten finden alle zwei Jahre statt und werden abwechselnd vom AA und BMBF vorbereitet.

Auch Stipendienprogramme für ausländische Studierende und Forschende, die an Lösungen für globale Herausforderungen wie Klimawandel, Pandemien und Migration arbeiten, sind ein zentraler Bestandteil der Science Diplomacy. Der Einsatz für die Wissenschaftsfreiheit erfolgt auch durch Schutzprogramme wie die *Philipp Schwartz-Initiative* der Alexander von Humboldt-Stiftung (AvH) für gefährdete Forschende und das *Hilde Domin-Programm* des DAAD für gefährdete Studierende und Promovierende. Mit beiden Programmen wurde auch auf besondere Bedrohungssituationen für die Studierenden und Forschenden reagiert – z. B. in Afghanistan, im Iran und in der Ukraine. Ukrainische Forschende werden zusätzlich zum Hauptprogramm über die europäische Initiative

MSCA4Ukraine gefördert. In Zusammenarbeit mit dem UNHCR ermöglicht die *Deutsche Akademische Flüchtlingsinitiative Albert Einstein* seit 1992 Geflüchteten ein Hochschulstudium in einem Drittland (**VI 3.7 Ukraine und weitere Länder der Östlichen Partnerschaftsregion**).

Mit ihrem *Globalen Konzept für Forschung und Innovation – Europas Strategie für internationale Zusammenarbeit in einer sich verändernden Welt* setzte die Europäische Kommission 2021 ebenfalls einen wichtigen Impuls zur Weiterentwicklung der europäischen Science Diplomacy. Am 18. und 19. Dezember 2023 fand zudem in Madrid im Rahmen der spanischen Ratspräsidentschaft die „1st European Science Diplomacy Conference" statt (**Infobox: Science Diplomacy in Europa**).

Zur Erhöhung der Sichtbarkeit des Themas hat das BMBF eine spezielle Themenseite zu Science Diplomacy veröffentlicht. Die Themenseite informiert über aktuelle Entwicklungen und Aktivitäten und gibt einen Überblick über Förderbekanntmachungen, Termine, Strategiepapiere und Hintergrundinformationen sowie Links zu wichtigen Akteuren.

Weitere Informationen im Internet:

- Science Diplomacy
- Außenwissenschaftspolitik und Science Diplomacy
- 26. Bericht der Bundesregierung zur Auswärtigen Kultur- und Bildungspolitik für das Jahr 2022
- Deutsche Akademische Flüchtlingsinitiative Albert Einstein
- Auswärtige Kultur- und Bildungspolitik
- Kooperation international
- European Union Science Diplomacy Alliance (engl.)
- European Science Diplomacy Online Course (engl.)
- EU: Towards European Science Diplomacy (engl.)

Science Diplomacy in Europa

Auf europäischer Ebene hat das „Thema Science Diplomacy" in den vergangenen Jahren eine große Dynamik entfaltet. Bereits 2017 veröffentlichte die Europäische Kommission einen Bericht zu Instrumenten der Science Diplomacy der Europäischen Union. Der Bericht regte an, entsprechende Instrumente der EU-Mitgliedstaaten stärker zu koordinieren und eine gemeinsame strategische Vision zu entwerfen. In seinen Schlussfolgerungen zum *Globalen Konzept für Forschung und Innovation (Global Approach)* von September 2021 forderte der Rat der EU, eine Agenda der europäischen Science Diplomacy zu entwickeln. Als Ergebnis des EU-Projekts „Using science for/in diplomacy for addressing global challenges" (S4D4C) wird durch die European Union Science Diplomacy Alliance ein Online-Kurs für Europäische Science Diplomacy angeboten.

Gegenwärtig gestalten die EU-Außen- und -Wissenschaftsministerien sowie die Europäische Kommission erstmalig eine strategische Grundlage für Science Diplomacy in Europa – das *European Framework for Science Diplomacy*. Das BMBF unterstützt die Ausgestaltung über die Standing Subgroup on the Global Approach des European Research Area (ERA) Forum (deutsch: Untergruppe des Forums des Europäischen Forschungsraums für den globalen Ansatz), dem Nachfolgegremium des Strategischen Forums für internationale Zusammenarbeit (SFIC).

1.3 Wissenschafts- und Mittlerorganisationen

Internationaler Austausch in Wissenschaft und Spitzenforschung ist ein wichtiger Garant für Weltoffenheit und internationale Verständigung. Die deutschen Wissenschafts- und Mittlerorganisationen im Ausland spielen dabei eine besondere Rolle. Sie tragen dazu bei, den Forschungs-, Wissenschafts- und Innovationsstandort Deutschland zu stärken und seine internationale Sichtbarkeit zu erhöhen, und leisten einen bedeutenden Beitrag zur Verständigung und Vernetzung zwischen Deutschland und den Gastländern.

Deutscher Akademischer Austauschdienst

Der Deutsche Akademische Austauschdienst (DAAD) ist die weltweit größte Förderorganisation für den internationalen Austausch von Studierenden, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern. Der eingetragene Verein wurde 1925 gegründet und ist eine gemeinsame Einrichtung der deutschen Hochschulen und Studierendenschaften.

Neben der Vergabe von Stipendien umfassen die Zielsetzungen des DAAD die Internationalisierung der deutschen Hochschulen, die Stärkung der deutschen Sprache im Ausland, die Unterstützung von Entwicklungsländern beim Aufbau leistungsfähiger Hochschulen sowie die Beratung von Akteurinnen und Akteuren in der Bildungs-, Außenwissenschafts- und Entwicklungspolitik. Wichtiger Bestandteil des DAAD ist dabei sein umfangreiches Außennetzwerk.

Mit seiner *Strategie 2025* geht der DAAD seine Ziele in drei strategischen Handlungsfeldern an: Potenziale weltweit erkennen und fördern, die strategische Vernetzung von Wissenschaft stärken sowie Expertise in die internationalen Beziehungen einbringen.

Das Programmspektrum des DAAD umfasst u. a. die Förderung von Auslandsaufenthalten für Studierende, wissenschaftlichen Nachwuchs und Forschende, Programme zur Internationalisierung der Hochschulen in Deutschland bis hin zum Aufbau von Hochschulen im Ausland. Die Programme sind in der Regel offen für alle Fachrichtungen und alle Länder und richten sich ebenso an internationale wie an deutsche Antragstellerinnen und Antragsteller. Der DAAD konnte im Jahr 2022 inklusive der EU-Programme mehr als 140.000 Deutsche und Menschen aus allen Teilen der Welt fördern.

Die mehr als 250 Förderprogramme werden zu einem überwiegenden Anteil aus Mitteln des Bundes finanziert. Im Jahr 2022 standen dafür insgesamt 775 Mio. Euro zur Verfügung.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Deutscher Akademischer Austauschdienst (DAAD)
↗ DAAD: Strategie 2025



Interdisziplinäre Konferenz der DAAD-geförderten Zentren für Deutschland und Europastudien

Alexander von Humboldt-Stiftung

Die 1953 gegründete Alexander von Humboldt-Stiftung (AvH) versteht sich als Mittlerorganisation der deutschen Auswärtigen Kultur- und Bildungspolitik. Ihr Ziel ist es, insbesondere Wissenschaftskooperationen zwischen exzellenten ausländischen und deutschen Forscherinnen und Forschern zu fördern. Im Mittelpunkt steht dabei die Förderung von herausragenden Personen aus Wissenschaft und Forschung. Dies erreicht sie durch die Vergabe von Forschungsstipendien und Forschungspreisen wie der *Alexander von Humboldt-Professur,* dem höchstdotierten Forschungspreis Deutschlands. Spitzenforscherinnen und Spitzenforscher aus dem Ausland sollen damit für dauerhafte Positionen an deutschen Universitäten gewonnen werden. Mit den *Alexander von Humboldt-Professuren für Künstliche Intelligenz* wird ein Beitrag zur Mobilität von Spitzenforschenden im Bereich der Schlüsseltechnologien geleistet. Von 2020 bis 2024 werden bis zu 30 Professuren im Bereich KI verliehen.

Im Rahmen der Vergabe der *Georg Forster-Forschungsstipendien* bzw. *-Forschungspreise* werden mit Förderung des BMZ exzellente Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Entwicklungs- und Schwellenländern gefördert, deren Forschungsvorhaben die nachhaltige Entwicklung ihres Herkunftslandes adressieren.

Neben der Vergabe von Stipendien und Preisen – insgesamt 888 im Jahr 2022 – organisieren AvH und Alumni Kolloquien, Kollegs und Symposien im Ausland. Mit Formaten wie dem *Humboldt Residency-Programm* oder dem Communication Lab zur Stärkung der Wissenschaftskommunikation gibt die Stiftung Impulse für wissenschaftspolitische und gesellschaftliche Diskussionen. Zudem unterstützt die AvH mit der *Philipp Schwartz-Initiative* gefährdete Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler und dient dem Schutz der Wissenschaftsfreiheit. Ukrainische Forschende werden zusätzlich über die Initiative *MSCA4Ukraine* gefördert.

Durch die individuelle Förderung und lebenslange Begleitung von herausragend qualifizierten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus dem Ausland ist ein weltweites Exzellenznetzwerk entstanden. Es verbindet über 140 Nationen hinweg mehr als 30.000 Spitzennachwuchskräfte und führende Persönlichkeiten aus der Forschung aller Fachdisziplinen und aus relevanten gesellschaftlichen Bereichen – untereinander und zu einem der für Deutschland bedeutendsten internationalen Netzwerke. Die AvH wird institutionell vom AA gefördert und wird hauptsächlich aus Mitteln des BMBF, des AA und des BMZ finanziert. Die Gesamtausgaben der Stiftung beliefen sich 2022 auf rund 154 Mio. Euro.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Alexander von Humboldt-Stiftung (AvH)



Robert Schlögl bei seiner Amtseinführung als Präsident der Alexander von Humboldt-Stiftung

Deutsche Wissenschafts- und Innovationshäuser im Ausland

Schaufenster, Repräsentanzen, Netzwerkknoten: In den Metropolen Neu-Delhi, New York, San Francisco, São Paulo und Tokio geben fünf Deutsche Wissenschafts- und Innovationshäuser (DWIH) deutschen Innovationsträgern internationale Sichtbarkeit. Sie stärken die Kenntnis über die deutsche Wissenschafts-, Forschungs- und Innovationslandschaft, beraten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in Deutschland und den Sitzländern und vernetzen die Akteurinnen und Akteure vor Ort.

Die DWIH arbeiten vor Ort mit Akteurinnen und Akteuren aus Wissenschaft und Wirtschaft aus Deutschland und dem jeweiligen Gastgeberland zusammen: mit Universitäten, Fachhochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen, mit Mittler- und Förderorganisationen, Start-ups und forschenden Unternehmen. So entstehen wertvolle, grenzüberschreitende Netzwerke zwischen Wissenschaft und Wirtschaft, die zum Startpunkt für neue Forschungsprojekte werden.

Als Forum für Dialog und Vernetzung organisieren die DWIH Formate wie Vortragsreihen und Summer Schools mit herausragenden Persönlichkeiten aus Forschung und Wirtschaft, aber auch Pitch- und Matchmaking-Events. Darüber hinaus sind die DWIH viel besuchte Anlaufstellen für die individuelle Beratung und Unterstützung von Akademikerinnen und Akademikern, sei es aus dem wissenschaftlichen Nachwuchs oder aus der Spitzenforschung. Mit den DWIH-Schwerpunktthemen „Nachhaltige Innovationen“ (2022) und „Die resiliente Gesellschaft“ (2023) zeigten die Häuser Wege auf, wie globalen Herausforderungen mit internationaler Vernetzung begegnet werden kann.

Angesichts des russischen Angriffskriegs gegen die Ukraine werden vom DWIH Moskau bis auf Weiteres keine öffentlichen Veranstaltungen durchgeführt. Es bleibt jedoch weiterhin Austauschplattform und Beratungszentrum für die deutsch-russische Wissenschaftszusammenarbeit.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Deutsche Wissenschafts- und Innovationshäuser (DWIH)



Deutsches Archäologisches Institut

Das Deutsche Archäologische Institut (DAI) ist mit seinen Auslandsstandorten – Amman, Athen, Bagdad, Istanbul, Jerusalem, Kairo, Lissabon, Madrid, Peking, Rom, Teheran, Ulan-Bator sowie Damaskus und Sanaa – und mit Forschungs- und Kooperationsprojekten weltweit in mehr als 40 Ländern präsent. Das DAI betreibt u. a. eigene archäologisch-altertumswissenschaftliche Forschungsprojekte und Nachwuchsförderung sowie mit dem Portal „iDAI.world“ eine offene, digitale Informations- und Forschungsinfrastruktur. Das DAI arbeitet in vielfältigen Kooperationen mit Forschungseinrichtungen weltweit zusammen. Darüber hinaus koordiniert das DAI das Forschungsdatenzentrum IANUS, welches einen nachhaltigen Umgang mit digitalen Daten der Altertumsforschung anstrebt.

Das DAI koordiniert das Archaeological Heritage Network, ein Netzwerk aus Institutionen und Expertinnen und Experten, welches deutsche Kompetenzen im Bereich des Kulturerhalts und Kulturgüterschutzes für den Einsatz im Ausland zusammenbringt. Ein Beispiel ist der vom DAI mit Partnern entwickelte „KulturGutRetter“, ein Rettungsmodul zur schnellen Notfallbergung von mobilem Kulturerbe in Kriegen und Katastrophenlagen.

Das DAI trägt so dazu bei, wichtige Grundlagen für den interkulturellen Dialog, für die internationale wissenschaftliche Zusammenarbeit und für den Erhalt des internationalen kulturellen Erbes zu schaffen. Mit seinem Forschungsprogramm *Groundcheck* untersucht das DAI den Umgang antiker Gesellschaften unter sich ändernden Umweltbedingungen wie auch die Auswirkungen des heutigen Klimawandels auf das kulturelle Erbe.

Als Partner der Auswärtigen Kultur- und Bildungspolitik und der Science Diplomacy ist das DAI eine Forschungseinrichtung im Geschäftsbereich des AA und trägt mit seinen Aktivitäten maßgeblich zur deutschen internationalen Kultur-, Bildungs- und Wissenschaftspolitik bei, stärkt den europäischen Kommunikations- und Wissenschaftsraum und damit die internationale wissenschaftliche Zusammenarbeit.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Deutsches Archäologisches Institut (DAI)
↗ Archäologie-Portal iDAI.world (engl.)
↗ KulturGutRetter
↗ Forschungsdatenzentrum IANUS

Max Weber Stiftung

Die Institute der Max Weber Stiftung – Deutsche Geisteswissenschaftliche Institute (MWS) sind im Ausland verankert und arbeiten von dort aus zusammen mit Universitäten und Forschungseinrichtungen in Deutschland und im Partnerland. Sie bauen Brücken und bieten etablierten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern und insbesondere dem internationalen und deutschen wissenschaftlichen Nachwuchs Möglichkeiten zur Forschung und Weiterqualifizierung.

An den Auslandsinstituten wird Forschung in den Geistes- und Sozialwissenschaften mit geschichts- und regionalwissenschaftlichen Schwerpunkten betrieben. Sie leisten einen Beitrag zur Verständigung und Vernetzung zwischen Deutschland und den Gastländern. Ihre Forschungsergebnisse bereichern gesellschaftliche Debatten über das Eigene und Andere und stellen Orientierungswissen bereit, um komplexe Sachverhalte zu differenzieren und zu reflektieren.

Die MWS unterhält elf Forschungsinstitute: die Deutschen Historischen Institute (DHI) in London, Moskau, Paris, Rom, Warschau und Washington D.C., das Deutsche Institut für Japanstudien in Tokio, die Orient-Institute in Beirut und Istanbul, das Deutsche Forum für Kunstgeschichte in Paris und seit 2021 das Max Weber Forum für Südasienstudien in Delhi. Darüber hinaus koordiniert die MWS-Geschäftsstelle in Bonn Büros in Ägypten, China, Litauen, Singapur und Tschechien. Das DHI Moskau hat infolge des russischen Angriffskriegs gegen die Ukraine seine Veranstaltungstätigkeit bis auf Weiteres eingestellt.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Max Weber Stiftung

Arbeit in der Bibliothek des Deutschen Historischen Instituts in Rom



Maria Sibylla Merian Centres

Das BMBF treibt die Internationalisierung der Geistes- und Sozialwissenschaften in Deutschland voran und baut dazu die Maria Sibylla Merian Centres for Advanced Studies an außereuropäischen Standorten auf. Diese internationalen Forschungszentren ermöglichen eine besonders enge bi- und multilaterale Forschungszusammenarbeit mit Forschenden der jeweiligen Länder bzw. Regionen. An ihnen forschen gemeinschaftlich Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Deutschland, dem Gastland sowie weiteren Ländern der Region aus verschiedenen fachlichen Blickwinkeln zu einem selbst gewählten Schwerpunktthema.

Die Merian Centres werden gemeinsam von Forschungseinrichtungen aus Deutschland und dem jeweiligen Gastland betrieben. Forschungskollegs dieser Art wurden in Accra (Ghana), Delhi (Indien), Guadalajara (Mexiko), São Paulo (Brasilien) und Tunis (Tunesien) eingerichtet. Die Merian Centres legen den Grundstein für eine langfristige Zusammenarbeit in den Geistes- und Sozialwissenschaften mit den jeweiligen Regionen.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Maria Sibylla Merian Centres

Research in Germany – Land of Ideas

Die Bundesregierung wirbt weltweit für den Forschungs- und Innovationsstandort Deutschland. Dafür verwendet sie seit 2006 die international etablierte Marke *Research in Germany,* um deutschen Innovationsträgern einen einheitlichen und professionellen internationalen Auftritt zu bieten. Unter dem Dach von *Research in Germany* haben deutsche Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Förderorganisationen und forschende Unternehmen die Möglichkeit, sich mit internationalen Zielgruppen zu vernetzen und dabei ein innovations- und zukunftsorientiertes Deutschlandbild zu vermitteln.

Research in Germany setzt verschiedene Schwerpunkte. Zum einen wirbt der Deutsche Akademische Austauschdienst (DAAD) für den Forschungs- und Innovationsstandort Deutschland. Beispielsweise erhalten internationale Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an ihre Karrierestufen angepasste Informationsangebote, die über das Internet, soziale Medien und bei Veranstaltungen präsentiert werden. Zum anderen stehen deutschen Einrichtungen online Arbeitshilfen und Informationen rund um Themen der Eigendarstellung und Kommunikation zur Verfügung. Übergreifendes Ziel aller Maßnahmen ist es, exzellente internationale Forschende für deutsche Hochschulen und Forschungseinrichtungen sowie für gemeinsame Innovationsprojekte zu rekrutieren.

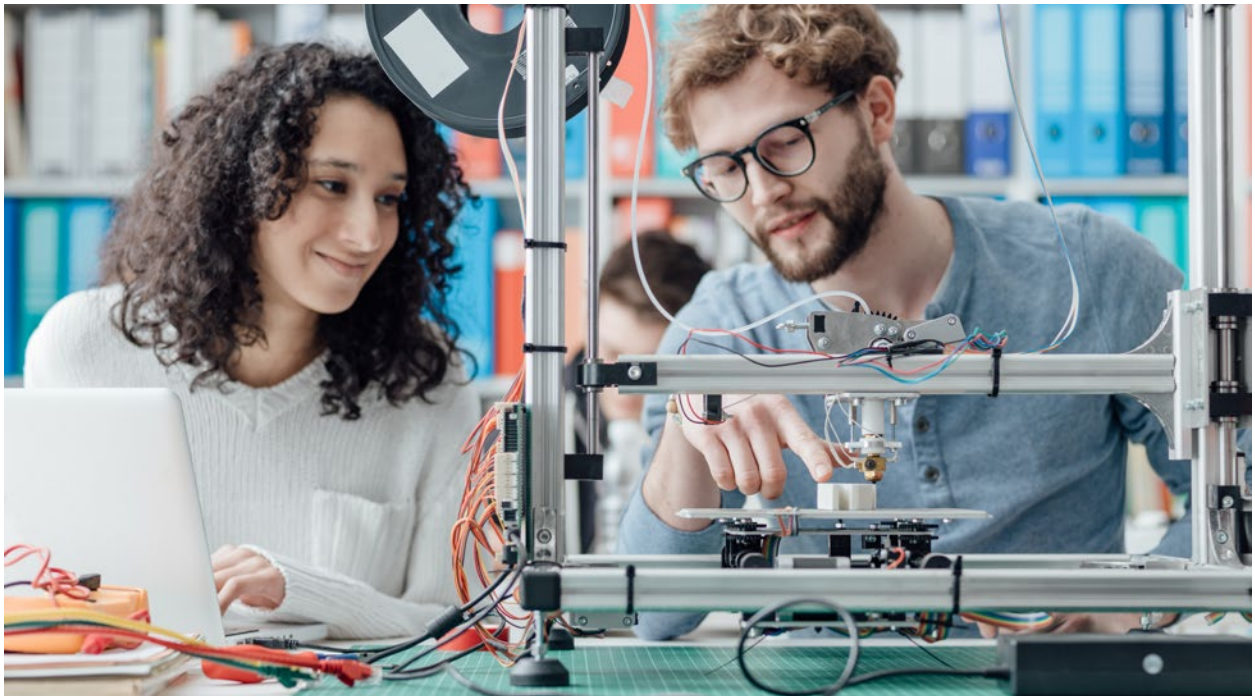
Ein Highlight 2022 war die Produktion des Kurzfilms „Research in Germany – 2 Minutes in a Research Wonderland“, der in den sozialen Medien im ersten Jahr mehr als eine halbe Million Ansichten verzeichnen konnte. Das Internetportal wurde 2022 knapp 1,2 Millionen Mal aufgerufen und die Zahl der Follower auf den sechs Social-Media-Kanälen stieg auf fast 600.000. Die 40 Beratungs- und Vernetzungsveranstaltungen des DAAD hatten mehr als 60.000 Teilnehmende.

Seine dauerhaften Angebote ergänzt *Research in Germany* mit zeitlich begrenzten Wettbewerben und Kampagnen: Im Jahr 2023 wurde die Kampagne „From Space To Life“ durchgeführt. Sie präsentierte aktuelle Forschungsvorhaben und Innovationen aus Deutschland, die Ergebnisse und Erkenntnisse aus der Weltraumforschung in die Anwendung bringen, u. a. in den Bereichen Krebstherapie und Umweltschutz. Dabei wurde eng mit dem Wissenschaftsjahr 2023 „Unser Universum“ zusammengearbeitet. Die Fußball-Europameisterschaft 2024 in Deutschland wird ebenfalls mit einer Forschungsmarketing-Kampagne begleitet.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Internetportal Research in Germany

1.4 Internationale Kooperation in Bildung und Qualifizierung



Die Bundesregierung engagiert sich international, um die berufliche Bildung zu stärken. Mehrere Bundesministerien sind in diesem Politikfeld aktiv und arbeiten in Deutschland und in Partnerländern weltweit mit staatlichen Einrichtungen, Wirtschafts- und Sozialpartnern, Bildungsdienstleistern und der Zivilgesellschaft zusammen. Koordiniert werden die deutschen Aktivitäten unter der 2019 erneuerten *Strategie der Bundesregierung zur internationalen Berufsbildungszusammenarbeit,* die 2023 ihr zehnjähriges Bestehen feierte. Ziel der Strategie ist es, die deutschen Aktivitäten und Interessen zu bündeln und eine kohärente Außenwirkung der deutschen Akteure im Ausland sicherzustellen.

Das duale System der Berufsausbildung in Deutschland ermöglicht eine schnelle Reaktion auf die technologischen und ökologischen Herausforderungen unserer Zeit. Gut ausgebildete Fachkräfte sichern Innovation und Wettbewerbsfähigkeit, Wachstum und Beschäftigung, Wohlstand und Lebensqualität in Deutschland, aber auch in anderen Ländern weltweit. Als zuständiges Ressort kooperiert das BMBF derzeit bilateral mit elf Partnerländern, die in einem nachfrageorientierten Ansatz u. a. durch die Rahmenbekanntmachung *CooperationVET* des BMBF Unterstützung beim Aus- und Aufbau ihrer Berufsbildungssysteme hin zu mehr Praxisrelevanz erhalten. Die Förderaufrufe werden mit den Ministerien und Partnerorganisationen der Partnerländer abgestimmt, sodass die Förderprojekte zielgenau zu den Berufsbildungsreformen der Partnerländer beitragen und maßgeschneiderte, am Bedarf der Partnerländer orientierte Lösungen bieten.

Als BMBF-Initiative für den *Berufsbildungsexport* im Bundesinstitut für Berufsbildung (BIBB) unterstützt *iMOVE: Training – Made in Germany* die deutsche Bildungswirtschaft in internationalen Märkten. Der Fokus der Aktivitäten lag 2022 auf den Themen Nachhaltigkeit, Digitalisierung und Fachkräfteeinwanderung. *iMOVE* organisierte 13 Events und beteiligte sich an Veranstaltungen in zwölf Ländern. Mit dem *Deutsch-Afrikanischen Bildungsforum 2022* richtete *iMOVE* erstmals seit 2019 wieder eine internationale Konferenz in Präsenz aus.

Seit 2019 unterstützt das BMBF die von BIBB und UNESCO-UNEVOC umgesetzte Initiative *BILT – Bridging Innovation and Learning in TVET,* die sich auf die Regionen Asien und Afrika fokussiert. Mit den Partnern des UN-Netzwerks der Berufsbildungsinstitutionen wurden 2022 Erfahrungen zu innovativen und exzellenten Berufsbildungsinitiativen geteilt, die im „Peer-Learning" auch als Impuls für die Fortentwicklung des dualen Systems in Deutschland dienen.

Die Zentralstelle der Bundesregierung für internationale Berufsbildungskooperation (engl. German Office for International Cooperation in Vocational Education and Training; GOVET) im BIBB fungiert als erste Anlaufstelle in Deutschland für inländische und ausländische Partnerinnen und Partner und hält für diese Informationsmaterialien in bis zu 14 Sprachen vor. GOVET ist darüber hinaus die Geschäftsstelle des Runden Tisches für internationale Berufsbildungszusammenarbeit in Deutschland, der in regelmäßigen Abständen tagt und die Expertise der Bundesministerien, ressortnahen Einrichtungen, Durchführungsorganisationen, Bundesländer und Kammerorganisationen sowie von Sozialpartnern und verschiedenen Vereinen, Verbänden und Organisationen bündelt.

Deutschland ist weltweit ein wichtiger Geber in der beruflichen Bildung. In zwei Drittel der Partnerländer der deutschen Entwicklungszusammenarbeit ist berufliche Bildung Schwerpunkt der bilateralen Zusammenarbeit. Dabei steht die Unterstützung bei Aufbau und Stärkung von nationalen Berufsbildungssystemen im Vordergrund. Das BMZ setzt sich mit Maßnahmen der beruflichen Aus- und Weiterbildung insbesondere für die Gleichstellung der Geschlechter, für einen gerechten Übergang zu einer Grünen Wirtschaft, die Integration von Flüchtlingen in nationale Bildungssysteme, den Übergang aus der informellen Wirtschaft in reglementierte Berufsbildung sowie für die Themen Digitalisierung und Qualifizierung des Berufsbildungspersonals ein.

Von zentraler Bedeutung ist die Sonderinitiative *Gute Beschäftigung für sozial gerechten Wandel,* die arbeitsmarktorientierte berufliche Bildung in enger Zusammenarbeit mit der lokalen, deutschen und internationalen Wirtschaft fördert. Das Förderprogramm *develoPPP* (seit 2024 unter der Dachmarke „Partners in Transformation" geführt) richtet sich mit seinen beiden Instrumenten *develoPPP Classic* und *develoPPP Ventures* an Unternehmen, die nachhaltig in einem Entwicklungs- oder Schwellenland investieren und ihre Tätigkeit vor Ort z. B. durch bedarfsorientierte betriebliche Aus- und Weiterbildung ausbauen wollen. Über die Förderung konkreter Maßnahmen wird im Rahmen von regelmäßig stattfindenden Ideenwettbewerben entschieden, zu denen interessierte Unternehmen ihre Ideen einreichen können. Regionale Schwerpunkte des BMZ-Engagements in der beruflichen Bildung sind Afrika und die gesamte Region Nahost und Nordafrika (engl. Middle East and North Africa; MENA).



Die Empfehlung des Rats der Europäischen Union zur beruflichen Aus- und Weiterbildung für nachhaltige Wettbewerbsfähigkeit, soziale Gerechtigkeit und Resilienz von 2020 legt konkrete Aktionen fest, um die Berufsbildung in der EU für den digitalen und ökologischen Wandel bis 2025 fit zu machen. Zusammen mit der *European Skills Agenda* der EU-Kommission bieten die *Ratsempfehlung* und die *Osnabrücker Erklärung zur beruflichen Bildung* eine solide Grundlage für die Weiterentwicklung der europäischen und deutschen Berufsbildungsagenda in den kommenden Jahren.

In der aktuellen Legislaturperiode wurde der Fachkräftemangel als eine der größten Herausforderungen für das Innovationsland Deutschland definiert. Mit der *Exzellenzinitiative Berufliche Bildung* gibt das BMBF gezielte Impulse, um berufliche Bildung zu modernisieren. Dies beinhaltet u. a. eine bessere Berufsorientierung an Gymnasien, mehr Wettbewerb für innovative Qualifizierungen mit *InnoVET Plus* und die Erhöhung internationaler Sichtbarkeit und Mobilität. So trägt die Bundesregierung dazu bei, berufliche Bildung attraktiver zu machen. Im Frühjahr 2023 startete das BMBF zudem einen Konsultationsprozess zur Ausgestaltung eines Deutschen Beruflichen Austauschdienstes (DBAD), der zu einer verbesserten internationalen Mobilität von Auszubildenden beitragen soll.

Eine Reihe von Maßnahmen der Regierung erleichtert die Einwanderung von Fachkräften nach Deutschland. Dazu zählt, dass die Anerkennung eines ausländischen Berufsabschlusses künftig nicht im Vorfeld für die Einwanderung erforderlich ist ebenso wie die Optimierung und Beschleunigung der Verfahren. Mit Blick auf akademisch Qualifizierte gilt es dabei, Anreize zu schaffen, damit mehr internationale Studierende sowie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nach Deutschland kommen und bleiben. Für (zukünftige) akademische Fachkräfte aus dem Ausland fördert das BMBF seit 2024 über den DAAD die *Campus Initiative – Internationale Fachkräfte.* Mit ihr wird der Ausbau von Begleitstrukturen und Career Services für internationale Studierende und Graduierte in Deutschland sowie der Abbau von arbeitsmarktbezogenen Integrationshemmnissen gefördert (→ **III 4.6 Internationale Fachkräftesicherung**).

Seit 2021 erhält die Global Labour University (GLU) BMZ-Mittel zur Umsetzung zahlreicher Maßnahmen im Rahmen der GLU Online Academy. Damit verfolgt die GLU das Ziel, handlungsorientierte Forschung sowie die intellektuellen und strategischen Kapazitäten von Arbeitnehmerorganisationen zu stärken und Arbeitsbeziehungen zwischen Gewerkschaften und der Wissenschaft zu fördern.

Weitere Informationen im Internet:

- ↗ Strategie der Bundesregierung zur internationalen Berufsbildungszusammenarbeit
- ↗ CooperationVET
- ↗ iMOVE
- ↗ Bridging Innovation and Learning in TVET (engl.)
- ↗ Zentralstelle der Bundesregierung für internationale Berufsbildungskooperation
- ↗ develoPPP
- ↗ Europäische Kommission – European Skills Agenda (engl.)
- ↗ Osnabrücker Erklärung zur beruflichen Bildung
- ↗ Exzellenzinitiative Berufliche Bildung
- ↗ InnoVET PLUS
- ↗ DAAD: Campus Initiative
- ↗ Global Labour University (engl.)



↗ Weiterführende Verweise zu diesem und anderen Kapiteln finden Sie unter ***BuFI-Online-Angebot: Linkportal***.



2 Multilaterale Zusammenarbeit

Die Bundesregierung setzt sich in multilateralen Foren für eine enge Zusammenarbeit im Bereich Forschung, Wissenschaft und Bildung ein, um globale Krisen und Herausforderungen besser bewältigen und Ressourcen stärker bündeln zu können und sich zu Best Practices auszutauschen und internationale Daten zu erheben. Auch bei zwischenstaatlichen Differenzen bieten multilaterale Gremien eine Möglichkeit, Austausch aufrechtzuerhalten. Die multilaterale Kooperation sowie die gemeinsam verhandelten Standards und Normen in internationalen Organisationen tragen entscheidend dazu bei, die Ziele der Agenda 2030 zu erreichen.

Klimawandel, Biodiversitätsverlust, Pandemien, geopolitische Auseinandersetzungen – angesichts der globalen Krisen und Herausforderungen des 21. Jahrhunderts ist multilaterale Zusammenarbeit nötiger als je zuvor. Gleichzeitig ist weltweit die Bereitschaft, kooperativ zusammenzuarbeiten, zurückgegangen. Deshalb setzt sich Deutschland aktiv dafür ein, multilaterale Institutionen und die regelbasierte internationale Zusammenarbeit zu stärken.

Wichtige Gremien im Bereich Bildung und Forschung sind die G7 und die G20 – informelle Austauschforen für politische Entscheidungsträgerinnen und -träger großer Industrie- und Schwellenländer. Ebenso wichtig sind die Vereinten Nationen (engl. United Nations; UN), insbesondere die Organisation der Vereinten Nationen für Bildung, Wissenschaft und Kultur (UNESCO), die Universität der Vereinten Nationen (UNU) sowie die Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD).

2.1 Gruppe der Sieben (G7)

Einen maßgeblichen Beitrag zu wertebasierter Zusammenarbeit leistet die Gruppe der Sieben (G7). Die G7 ist ein informelles Forum der Staats- und Regierungschefs aus den sieben Industrieländern Deutschland, Frankreich, Italien, Japan, Kanada, dem Vereinigten Königreich und den Vereinigten Staaten von Amerika. Außerdem ist die Europäische Union bei allen G7-Treffen gleichberechtigt vertreten. Bei ihren jährlichen Gipfeltreffen stimmen sie gemeinsame Positionen zu globalen politischen Fragestellungen ab.



Unter dem Motto „Fortschritt für eine gerechte Welt“ führte Deutschland 2022 die G7-Präsidentschaft. Einen wichtigen Beitrag zur G7-Präsidentschaft hat das Treffen der G7-Wissenschaftsministerinnen und -minister geleistet. Im Wissenschaftsbereich haben sie sich auf eine verstärkte Zusammenarbeit zur Forschungssicherheit und -integrität und zur Erforschung von Spätfolgen einer COVID-19-Infektion verständigt. Darüber hinaus stand der Themenkomplex „Bekämpfung des Klimawandels“ im Fokus, u. a. soll die Forschung zur Entnahme von Kohlendioxid aus der Atmosphäre sowie zum Erhalt der Artenvielfalt vorangetrieben werden. Die G7-Arbeitsgruppen „Security and Integrity of the Global Research Ecosystem“, „Open Science“ und „Future of the Seas and Oceans Initiative“ wurden fortgeführt. Deutschland schlug im Rahmen der G7-Präsidentschaft die Gründung einer neuen Arbeitsgruppe zum Thema Wissenschaftskommunikation vor, die 2023 ihre Arbeit aufnehmen konnte. Neben diesen Arbeitsgruppen unterstützt die Group of Senior Officials on Global Research Infrastructures (GSO on GRIs) seit 2008 die internationale Kooperation zur Planung und Entwicklung globaler Forschungsinfrastrukturen. Vor dem Hintergrund des russischen Angriffskriegs gegen die Ukraine sicherten die G7-Wissenschaftsministerinnen und -minister der Ukraine Unterstützung in den Bereichen Bildung und Forschung zu. Darüber hinaus wurde die Task Force Employment in einer festen Arbeitsgruppe verstetigt. Auch hier standen die Auswirkungen des Klimawandels auf Gesellschaft und Beschäftigung im Zentrum der Verhandlungen.

2023 hat Japan die G7-Präsidentschaft übernommen und griff im Wissenschaftsbereich die Arbeitsschwerpunkte der deutschen Präsidentschaft 2022 auf. Im Vordergrund standen die Gewährleistung von Freiheit und Inklusion in der wissenschaftlichen Forschung und Förderung von Open Science, die wissenschaft-

liche Forschung mit Unterstützung von Forschungssicherheits- und Integritätsmaßnahmen sowie die internationale Zusammenarbeit in Wissenschaft und Technologie zur Lösung globaler Herausforderungen. Ein Ziel war zudem, die Risiken, die Weltraummüll für die Raumfahrt darstellt, zu minimieren. Darüber hinaus bekräftigten die G7-Staaten ihr gemeinsames Bestreben, zur Bekämpfung des Klimawandels ein besseres Verständnis der Funktionen von Ozeanen zu erreichen und die weltweite Nutzung von Forschungsinfrastrukturen zu fördern. Allgemein sollen zudem Mobilität und Austausch von Forschenden eine stärkere Förderung erhalten. Unter intensiver Mitwirkung Deutschlands wurde der *Hiroshima Process International Code of Conduct for Advanced AI Systems* vereinbart. Damit hat sich die G7 erstmals auf internationale Leitplanken geeinigt, zu denen sich Entwicklungsunternehmen fortgeschrittener KI-Systeme freiwillig verpflichten sollen. Zu den Anforderungen zählen u. a. eine frühzeitige Identifizierung und Minderung von Risiken, Transparenz über die Fähigkeiten und Grenzen von KI und eine Kennzeichnung KI-generierter Inhalte.

Weitere Informationen im Internet:

↗ G7 Germany
↗ G7 Hiroshima Summit 2023 (engl.)

2.2 Gruppe der Zwanzig (G20)

Die Gruppe der Zwanzig (G20) ist seit 2009 das zentrale Forum für die internationale wirtschaftliche Zusammenarbeit. Als informeller Zusammenschluss aus 19 führenden Industrie- und Schwellenländern, der Europäischen Union und der Afrikanischen Union stimmt sich die G20 über Maßnahmen in der Wirtschafts- und Finanzpolitik und zunehmend weiteren Politikfeldern ab. Die G20-Mitglieder repräsentieren ca. 85 % des weltweiten Bruttoinlandsprodukts und CO_2-Ausstoßes, ca. drei Viertel des Welthandels und rund zwei Drittel der Weltbevölkerung.

2022 übernahm Indonesien die G20-Präsidentschaft. Unter dem Motto „Recover together, recover stronger" priorisierte Indonesien insbesondere das Ziel, eine inklusive, resiliente und nachhaltige wirtschaftliche Erholung nach der COVID-19-Pandemie zu unterstützen. Der russische Angriffskrieg gegen die Ukraine zu Beginn der Präsidentschaft stand jedoch im Vordergrund der meisten Verhandlungen.

2023 stellte Indien seine G20-Präsidentschaft unter das Motto „One earth, one family, one future". Im Forschungsbereich lag der inhaltliche Schwerpunkt auf den Themen Materialien für nachhaltige Energie, Forschung für zirkuläre Bioökonomie, Eco-Innovationen für eine Energiewende sowie nachhaltige Bewirtschaftung von Gewässern und Meeren. Deutschland setzte sich auch hier weiterhin für ein gemeinsames Werte- und Prinzipienverständnis ein mit dem Ziel einer offenen, transparenten und verantwortungsvollen internationalen Forschungszusammenarbeit. Die durch den russischen Angriffskrieg auf die Ukraine angespannte geopolitische Situation überschattete den fachlichen Austausch. Dennoch konnte beim G20-Gipfel in Neu-Delhi eine Erklärung erreicht werden, die insbesondere zu wichtigen Themen wie Bekämpfung des Klimawandels, Energiewende oder auch KI-Governance aus deutscher Sicht begrüßenswerte Inhalte enthält.

2024 hat Brasilien den G20-Vorsitz übernommen. Übergreifende Leitthemen der unter dem Motto „Building a Just World and a Sustainable Planet" stehenden brasilianischen Präsidentschaft sind u. a. die Bekämpfung von Ungleichheiten und der Kampf gegen Hunger und Armut, Energiewende und nachhaltige Entwicklung sowie die Reform der Global-Governance-Strukturen.

Weitere Informationen im Internet:

↗ G20 (engl.)
↗ G20 Indonesia: Bali Leaders' Declaration 2022 (engl.)
↗ G20 India: Dehli Leaders' Declaration 2023 (engl.)
↗ G20 Brasil 2024 (engl.)

2.3 Vereinte Nationen (UN)

Die UN und ihre mehr als 30 Organe und Unterorganisationen sind das Forum für globale Kooperation, um staatenübergreifende Probleme zu lösen. Der UN gehören insgesamt 193 Mitgliedstaaten an. Die UN-Vollversammlung hat 2015 die Agenda 2030 mit 17 Zielen für eine nachhaltige Entwicklung (engl. Sustainable Development Goals; SDGs) verabschiedet – eine global ausgerichtete, universelle Agenda.

Mit der Zukunftsagenda *Our Common Agenda (OCA)* als Vision des UN-Generalsekretärs für die Zukunft der globalen Zusammenarbeit sollen Maßnahmen zur Erreichung der Ziele der *Agenda 2030*, aber auch das *Pariser Klimaabkommen* und die *Addis Ababa Action Agenda* für Entwicklungsfinanzierung gestärkt werden. *OCA* ruft zu einem inklusiven, vernetzten und effektiven Multilateralismus auf (→ **Infobox: UN-Gipfel zur Umsetzung der Zukunftsagenda**).

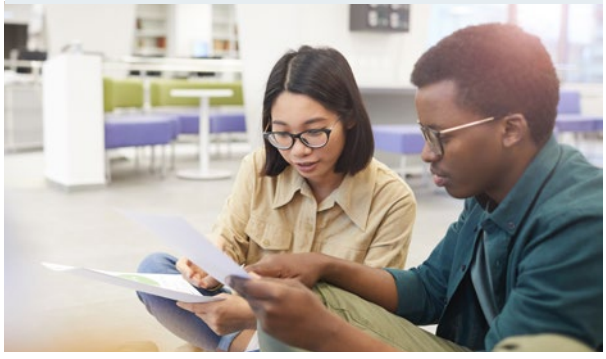
Ein Schwerpunkt zur Umsetzung des Bildungsziels (SDG 4) liegt auf Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE), die Menschen zu zukunftsfähigem Denken und Handeln befähigt. Dieser Schwerpunkt wird mit dem aktuellen UNESCO-Rahmenprogramm *Bildung für nachhaltige Entwicklung: die globalen Nachhaltigkeitsziele verwirklichen (BNE 2030)* bis 2023 unterstützt. Zudem ist die 2021 gegründete hochrangige internationale Steuerungsgruppe für das Bildungsziel (SDG 4-Education 2030 High-Level Steering Committee) mit dem Monitoring der Umsetzung und Handlungsempfehlungen für die Mitgliedstaaten beauftragt (→ **III 4.1 Zukunftskompetenzen**).

Die *Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie (DNS)* stellt den deutschen Beitrag zur Umsetzung der *Agenda 2030* dar, deren Weiterentwicklung 2023/2024 von der Wissenschaftsplattform Nachhaltigkeit 2030 (wpn2030) begleitet wurde.

Die *UN-Initiative zum Globalen Geoinformationsmanagement* (engl. *United Nations Global Geospatial Information Management; UN-GGIM)* verfolgt das Ziel, die Erdbeobachtung zur nachhaltigen Entwicklung und zur Erfüllung der Nachhaltigkeitsziele einzusetzen. Deutschland engagiert sich seit Beginn für die *UN-GGIM-Initiative* und arbeitet aktiv mit bei der Erdbeobachtung, insbesondere bei der Vermessung (Geodäsie), der Verknüpfung der (Geo-)Daten und Abbildung der Realität auf digitalen, thematischen Karten (Geoinformation). Im März 2023 wurde ein United Nations Global Geodetic Centre of Excellence (UN-GGCE) auf dem UN-Campus in Bonn eröffnet.

UN-Gipfel zur Umsetzung der Zukunftsagenda

Im Vorfeld der 77. UN-Vollversammlung fand am 19. September 2022 in New York der Transforming Education Summit als erster Schritt zur Umsetzung der Zukunftsagenda *Our Common Agenda* statt. Ziel war es, die durch die COVID-19-Pandemie ins Stocken geratene Umsetzung des Bildungsziels (SDG 4) zu beschleunigen und das Thema Bildung an die Spitze der globalen politischen Agenda zu setzen. Um eine Halbzeitbilanz der *Agenda 2030* zu ziehen, fand vom 19. bis 20. September 2023 ein weiterer SDG-Gipfel statt. Im September 2024 folgt als dritter Baustein der *Summit of the Future*, den Namibia und Deutschland gemeinsam organisieren. Als Ergebnis sollen sich die UN-Mitgliedstaaten auf einen handlungsorientierten *Pakt für die Zukunft* einigen.





Europäischer Hauptsitz der Vereinten Nationen in Genf

Die UNESCO hat unter allen UN-Sonderorganisationen mit ihren vier Hauptprogrammen für Bildung, Wissenschaft, Kultur und Kommunikation das breiteste Aufgabenspektrum. Die Deutsche UNESCO-Kommission hat 114 Mitglieder und bildet die Schnittstelle zwischen Regierung, Zivilgesellschaft und der UNESCO. Ihre Aufgabe ist es, die deutsche UNESCO-Mitgliedschaft in den Bereichen Bildung, Wissenschaft, Kultur und Kommunikation umzusetzen. Zudem diskutiert und empfiehlt sie Strategien, um die UNESCO-Vorgaben in Deutschland zu erfüllen, und bringt die deutschen Standpunkte ein. Die Wissenschaftsprogramme der UNESCO stärken weltweit die wissenschaftliche Forschung im Spannungsfeld zwischen Wissenschaftsfreiheit und gesellschaftlicher Verantwortung. Sie sollen den Mitgliedstaaten helfen, eine bedarfsgerechte Wissenschaftspolitik zu entwickeln, Forschungsinfrastrukturen aufzubauen und die ethische Diskussion über neue Technologien wie Künstliche Intelligenz (KI) zu fördern.

Der deutsche Beitrag zu den UNESCO-Netzwerken der Geoparks, Biosphärenreservate, Ozeanographie und Süßwasserforschung ist besonders groß. Die Zwischenstaatliche Ozeanographische Kommission (engl. Intergovernmental Oceanographic Commission; IOC), eine Unterorganisation der UNESCO, unterstützt die Koordination von Meeresforschung und -beobachtung weltweit und setzt im Auftrag der UN-Generalversammlung die *UN-Dekade der Ozeanforschung für Nachhaltige Entwicklung (2021–2030)* um. Die *Ozeandekade* verfolgt das weltweite Ziel, die zentrale Rolle des Ozeans für das Ökosystem Erde stärker ins Bewusstsein der Öffentlichkeit zu rücken, neues Wissen zu schaffen bzw. bestehendes zu bündeln und verfügbar zu machen. So soll die Ozeandekade die wissenschaftlichen Grundlagen und Handlungsempfehlungen für die Umsetzung des Nachhaltigkeitsziels 14 „Leben unter Wasser“ der *Agenda 2030* entwickeln. Das deutsche Ozeandekaden-Komitee unterstützt die Umsetzung und Öffentlichkeitsarbeit der *Ozeandekade* in Deutschland und fungiert als Bindeglied zwischen den nationalen und internationalen Aktivitäten (→ **IV 5.3 Meeresforschung und nachhaltige maritime Nutzung**).

Zum Thema Wasserressourcen stehen mehr als 40 Forschungs- und Ausbildungsinstitute unter der Schirmherrschaft der UNESCO. Sie bündeln Kompetenzen in einzelnen Ländern und auf ganzen Kontinenten und dienen als internationale Referenzplattformen für den Austausch von Wissen und Methoden. Seit 2014 gibt es ein solches Institut auch in Deutschland: das Internationale Zentrum für Wasserressourcen und Globalen Wandel (ICWRGC) an der Bundesanstalt für Gewässerkunde in Koblenz.

Die United Nations University (UNU) bildet ein globales Netzwerk von 14 Forschungseinrichtungen mit Standorten in zwölf Staaten und wirkt zum einen als Ausbildungszentrum, zum anderen als Thinktank für die UN-Mitgliedstaaten und das UN-System. Die Forschung der UNU zu globalen Herausforderungen ist interdisziplinär angelegt und behandelt vor allem Umweltfragen, nachhaltige Entwicklung und gute Regierungsführung. Das BMBF fördert die drei in Deutschland ansässigen UNU-Einrichtungen. Das BMZ unterstützt das 2020 eröffnete Bonner Büro des UN-Forschungsinstituts für soziale Fragen (UNRISD) kontinuierlich bei der Umsetzung seines Arbeitsprogramms.

Die Bundesregierung fördert das UNESCO-UNEVOC International Centre for Technical and Vocational Education and Training mit Sitz in Bonn zur Verbesserung der Berufsbildungssysteme der Mitgliedstaaten. Im Oktober 2022 hat UNEVOC die neue *UNESCO-Strategie zur technischen und beruflichen Aus- und Weiterbildung* auf einer Konferenz in Bonn vorgestellt.

Das Büro der Vereinten Nationen für Weltraumfragen (engl. United Nations Office for Outer Space Affairs; UNOOSA) fördert die internationale Zusammenarbeit bei der friedlichen Nutzung und Erforschung des Weltraums und bei der Nutzung der Weltraumwissenschaft und -technologie für eine nachhaltige wirtschaftliche und soziale Entwicklung. Im Rahmen des Programms *UN-SPIDER (Space Based Information for Disaster Management and Emergency Response)* betreibt UNOOSA Wissensmanagement, Vernetzung und technische Beratung im Bereich der raumfahrtgestützten Informationen für Katastrophenmanagement und Notfallmaßnahmen. Die von der UN-Vollversammlung 2021 verabschiedete *Space 2030 Agenda: Der Weltraum als Motor der nachhaltigen Entwicklung* hebt den Nutzen von Raumfahrtanwendungen für die Umsetzung der *Agenda 2030*, des *Pariser Klimaabkommens* und des *Sendai-Rahmenwerks zur Katastrophenvorsorge* hervor. Die Aktivitäten von *UN-SPIDER* werden von UNOOSA-Mitarbeitenden in Wien sowie in den Büros in Bonn und Peking ausgeführt (→ **IV 5.2 Raumfahrt und Nutzung des Weltraums**).

Weitere Informationen im Internet:

- UN: Agenda 2030 (engl.)
- UN: Our Common Agenda (engl.)
- Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie (DNS)
- Wissenschaftsplattform Nachhaltigkeit 2030
- UN: Summit of the Future (engl.)
- UN: Geoinformationsmanagement GGIM (engl.)
- Deutsche UNESCO-Kommission
- IOC/UNESCO: Zwischenstaatliche Ozeanographische Kommission (engl.)
- UN: Ozeandekade
- Internationales Zentrum für Berufsbildung UNESCO-UNEVOC (engl.)
- United Nations University (engl.)
- UN: Forschungsinstitut für soziale Fragen UNRISD (engl.)
- UN: Büro für Weltraumfragen UNOOSA (engl.)

2.4 Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD)



Hauptsitz der OECD in Paris

Die in Paris angesiedelte Organisation für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (OECD) setzt globale Standards, entwickelt weltweit anerkannte Indikatoren und spricht Politikempfehlungen aus. Die OECD, in der derzeit die Regierungen von 38 Staaten mitarbeiten, genießt weltweit eine hohe Reputation, Deutschland ist als drittgrößter Beitragszahler ein wichtiger Mitgliedstaat. Mehrere der OECD-Gremien bieten eine Plattform für den regelmäßigen multilateralen Erfahrungsaustausch zu bildungs-, forschungs-, wissenschafts- und innovationspolitischen Themen. Deutschland engagiert sich aktiv in diesen Gremien, sodass die Bundesregierung die internationale Agenda in diesen Bereichen mitgestalten kann.

Die Arbeit der OECD-Gremien im Forschungsbereich konzentrierte sich im Berichtszeitraum auf die drei Schwerpunkte „Innovation, Nachhaltigkeit und zentrale Transformationsprozesse“, „Technologien- und Data-Governance“ sowie „Dateninfrastrukturen und neue Instrumente für die Forschungs- und Innovationspolitik“, zu denen Projekte durchgeführt und Berichte veröffentlicht wurden. Zudem wurden die Auswirkungen der COVID-19-Pandemie auf das Wissenschaftssystem analysiert.

Zwei Publikationen waren von besonderer Bedeutung für Deutschland: Das OECD-Policy-Paper „Integrity and security in the global research ecosystem“ zeigt Beispiele von politischen Initiativen zum Schutz der Forschungsintegrität und -sicherheit sowie Handlungsempfehlungen für Regierungen und die Wissenschaftsgemeinschaft auf, um die Forschungssicherheit zu stärken. Der „OECD-Bericht zur Innovationspolitik Deutschland 2022. Agile Ansätze für erfolgreiche Transformationen“ untersucht das deutsche Innovationssystem und gibt Handlungsempfehlungen für seine Weiterentwicklung im Kontext der digitalen und ökologischen Transformation.

Besonders hervorzuheben ist zudem die grundlegende Arbeit der OECD zu Künstlicher Intelligenz (KI).

Bereits seit 2020 analysiert die OECD KI-Technologien und deren Auswirkungen auf Arbeit, Innovation, Produktivität und Kompetenzen im Rahmen des vom BMAS initiierten und finanzierten OECD-Programms *AI in Work, Innovation, Productivity and Skills (AI-WIPS)*. Die international vergleichbaren Erkenntnisse liefern wichtige Impulse und Orientierung zur politischen Gestaltung der digitalen Transformation durch KI in Deutschland sowie auch international.

Im Bereich Forschung wird alle zwei Jahre der „Science, Technology and Innovation Outlook" (STI Outlook) veröffentlicht. Im März 2023 ist die aktuelle Ausgabe erschienen. Der Fokus des STI Outlook 2023 liegt auf der Rolle der Wissenschafts-, Technologie- und Innovationspolitik in der Transition zu einem nachhaltigen Wirtschaftsmodell im Zeitalter des disruptiven Wandels. Darüber hinaus stellt die OECD mit dem OECD Science and Technology Scoreboard und den OECD Main Science and Technology Indicators eine Übersicht von Indikatoren zu den Forschungs- und Innovationssystemen der OECD-Mitgliedsländer und weiterer Staaten bereit, die sich für komparative Analysen nutzen lassen (↗ **Datenband 2.2 Internationale Indikatorensysteme**).

Gemeinsam mit der Europäischen Kommission erhebt die OECD umfangreiche Daten über forschungspolitische Instrumente und Maßnahmen aus 57 Ländern und macht diese auf der Online-Plattform EC-OECD Science, Technology and Innovation Policy Compass (STIP Compass) frei zugänglich. So wurde im Frühjahr 2023 eine umfangreiche Abfrage bei den Ressorts und Wissenschafts- und Mittlerorganisationen zur Aktualisierung der Daten durchgeführt, die im Oktober 2023 auf dem Portal veröffentlicht wurden. Zudem wurde im Juli 2022 das STIP Compass „Research Security"-Portal veröffentlicht, das Initiativen zu Forschungssicherheit aus den OECD-Staaten sammelt.

2023 wurde das OECD Global Forum on Technology (GFT) als wertebasierte Austauschplattform für strategische Ansätze zur Governance neuer Technologien für die OECD-Mitgliedsländer, die EU sowie weitere interessierte Staaten und Stakeholder aus der Industrie, Wissenschaft und Zivilgesellschaft gegründet. Deutschland engagiert sich aktiv an den Aktivitäten des Forums.

Weitere Informationen im Internet:

- ↗ OECD: Directorate for Science, Technology and Innovation (engl.)
- ↗ OECD: AI in Work, Innovation, Productivity and Skills (engl.)
- ↗ OECD: Science, Technology and Innovation Outlook (engl.)
- ↗ OECD: Science, Technology and Innovation Scoreboard (engl.)
- ↗ OECD: Main Science and Technology Indicators (engl.)
- ↗ OECD: Science, Technology and Innovation Policy Compass (engl.)
- ↗ OECD: STIP Compass „Research Security"-Portal (engl.)
- ↗ OECD: Global Forum on Technology (engl.)
- ↗ OECD: Policy Paper „Integrity and security in the global research ecosystem" (engl.)
- ↗ OECD-Bericht zur Innovationspolitik „Deutschland 2022. Agile Ansätze für erfolgreiche Transformationen"



↗ Weiterführende Verweise zu diesem und anderen Kapiteln finden Sie unter ***BuFI-Online-Angebot: Linkportal***.



3 Deutschlands Rolle in Europa

Klimawandel, Biodiversitätsverlust, Digitalisierung, Gesundheit – die großen Themen unserer Zeit lassen sich nur gemeinsam meistern. Die Grundlage dafür bildet der Europäische Forschungsraum (EFR) als „Binnenmarkt des Wissens“. Dieser bietet die Chance, über Zusammenarbeit und Kooperationen mehr Forschung, Innovation und Bildung zu ermöglichen und so die Weichen für eine bessere Zukunft zu stellen. Eingebettet in eine vielfältige europäische Innovationslandschaft kommt Deutschland als größter Forschungsnation Europas eine besondere Verantwortung zu. Während die europäischen Werte weiter unter Druck geraten, macht sich die Bundesregierung stark für ein engeres Zusammenrücken der Staaten, die Freiheit und Demokratie hochhalten.

In einem partnerschaftlichen Ansatz schaffen die Mitgliedstaaten, die EU-Organe und die Forschungsorganisationen geeignete Rahmenbedingungen für eine grenzüberschreitend agierende und international wettbewerbsfähige Forschungs- und Innovationslandschaft – den Europäischen Forschungsraum (EFR). Als größte Volkswirtschaft des Kontinents setzt sich Deutschland dafür ein, die europaweite Zusammenarbeit zu vertiefen und die Forschungs- und Innovationssysteme in den Mitgliedstaaten zukunftssicher zu gestalten.

Mit Blick auf die Herausforderungen, die es in Europa zu meistern gilt, wächst die Bedeutung einer europaweiten Zusammenarbeit im Bereich Forschung und Innovation (FuI). Die Neuausrichtung des EFR, die die Trio-Ratspräsidentschaft von Deutschland, Portugal und Slowenien 2020 im *Pakt für Forschung und Innovation in Europa* eingeleitet hat, legt z. B. einen Schwerpunkt darauf, den grünen und digitalen Wandel zu meistern. Die aus 20 freiwilligen Maßnahmen bestehende *ERA Policy Agenda* konkretisiert die Neuausrichtung des EFR für die Jahre 2022 bis 2024. Deutschland hat sich dazu entschieden, sich an der Umsetzung aller Maßnahmen zu beteiligen, um den EFR in seiner vollen Bandbreite zu fördern.

Zeitgleich zur Neuausrichtung des EFR startete auch das aktuelle EU-Rahmenprogramm für Forschung und Innovation *Horizont Europa* (2021–2027). Die jeweils siebenjährigen EU-Rahmenprogramme, die mit intensiver Beteiligung deutscher Forschungseinrichtungen und Unternehmen einhergehen, sind das zentrale Instrument, um einen leistungsfähigen EFR in der Praxis umzusetzen. Deutsche Akteure engagieren sich außerdem stark in den europäischen Initiativen *Eureka* und *COST*. Die *Europäischen Struktur- und Investitionsfonds* der EU-Kohäsionspolitik sind weitere wichtige Fördermaßnahmen der EU für Investitionen in FuI im EFR. Die neue Programmgeneration *Erasmus+* (2021–2027) fördert den europaweiten Austausch und die Zusammenarbeit zu Lernzwecken aller Altersstufen. Mit einem fast verdoppelten Fördervolumen stärkt dieses Programm maßgeblich den Europäischen Hochschulraum (EHR).

Traditionell unterhält Deutschland bei Forschung, Innovation und Bildung auch enge bilaterale Kooperationen mit anderen EU-Mitgliedstaaten, allen voran mit Frankreich und direkten Nachbarländern, wie z. B. Polen. Neben der besonderen Unterstützung für die Ukraine stärkt die Bundesregierung auch die Zusammenarbeit mit den weiteren Ländern der Östlichen Partnerschaft (Armenien, Aserbaidschan, Georgien, Republik Moldau).

3.1 Europäischer Forschungsraum

Der EFR ist ein Binnenmarkt für Wissenschaft und Forschung. Er fördert den freien Austausch von Wissen, ermöglicht die unbeschränkte Mobilität von Forschenden und hilft, Talente aus aller Welt nach Europa zu holen. Ziel ist es, die Forschungs- und Innovationssysteme in den Mitgliedstaaten zukunftssicher zu machen, Ressourcen zu bündeln und einheitliche Rahmenbedingungen für die Forschung in Europa zu schaffen.

Ende 2021 wurde eine Neuausrichtung des EFR angestoßen. Dabei wurden vier neue Prioritäten gesetzt und in der Ratsempfehlung als *Pakt für Forschung und Innovation in Europa* verankert: (1) Vertiefung des EFR als „Binnenmarkt für Wissen"; (2) Grüner und digitaler Wandel; (3) Europaweiter Zugang zu Exzellenz sowie (4) Investitionen und Reformen in FuI.

Mit der Annahme der Schlussfolgerungen des Rates zur künftigen Governance des EFR einschließlich der *ERA Policy Agenda 2022–2024* wurden zudem 20 FuI-Maßnahmen (ERA-Actions) konkretisiert, die für die Umsetzung der Neuausrichtung wesentlich sind. Die ERA-Actions umfassen eine große Bandbreite von zentralen FuI-Themen – z. B. die Stärkung von Wissenschaftskarrieren, die Reform der Forschungsbewertung, Open Science, Geschlechterchancengerechtigkeit, Wissenschaftsfreiheit, internationale Zusammenarbeit sowie die Wertsicherung von Wissen oder Bürgerwissenschaften.

Die *ERA Policy Agenda 2022–2024* wird gemeinsam von den Mitgliedstaaten, der Europäischen Kommission, Regionen und Wissenschaftseinrichtungen umgesetzt. Bis Mitte 2022 meldeten die Mitgliedstaaten an die Europäische Kommission zurück, welche ERA-Actions sie umsetzen werden. Deutschland meldete eine Teilnahme an allen ERA-Actions zurück. Die Umsetzung wird seit 2023 durch ein Monitoring sowie jährliche Dialoge zwischen der Europäischen Kommission und den Mitgliedstaaten flankiert.

Als Grundlage für die strategische Ausrichtung der deutschen EU-Forschungs- und Innovationspolitik bis 2027 hat die Bundesregierung im November 2023 den *Nationalen Aktionsplan für den Europäischen Forschungsraum* vorgelegt. Der *Nationale Aktionsplan* zeigt auf, wie die Bundesregierung die Ziele des EFR weiter voranbringen und erfüllen will. Dabei gilt es, in enger Kooperation mit den europäischen Partnern, die Kräfte und Anstrengungen zu bündeln. Richtungsweisend für die nationale Ausgestaltung des EFR sind die drei Leitlinien „Für ein innovatives Europa", „Für eine exzellente Forschung in Europa" sowie „Für ein freies Europa", die die europäischen Prioritäten des *Paktes für Forschung und Innovation in Europa* mit den nationalen Zielen und Maßnahmen der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* verknüpfen. Die Leitlinien sind mit Handlungsfeldern und spezifischen Maßnahmen operationalisiert.

Weitere Informationen im Internet:

- A Pact for Research and Innovation in Europe (engl.)
- Europäische Kommission: European Research Area (ERA, engl.)
- Europäischer Forschungsraum (EFR)
- Nationaler Aktionsplan für den EFR
- EURAXESS Deutschland



EURAXESS

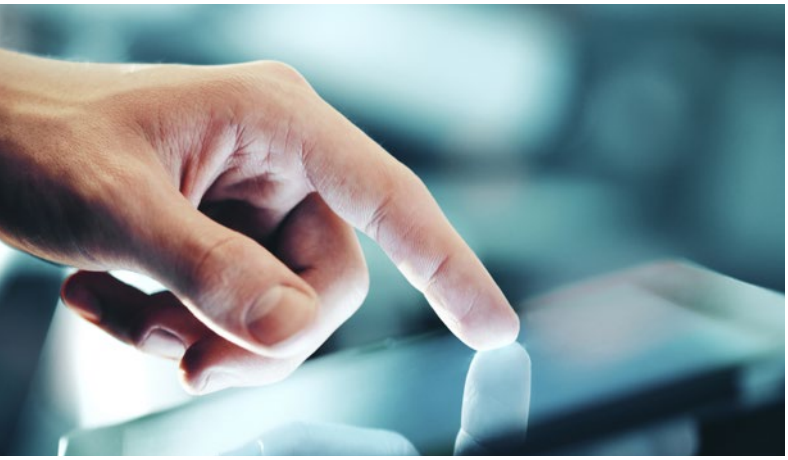
Eine weitere konkrete Maßnahme zur Umsetzung des EFR im Rahmen der *ERA Policy Agenda* erfolgt über die paneuropäische Initiative *EURAXESS – Researchers in Motion*. Mit der *ERA Talent Platform* werden die nationalen *EURAXESS*-Portale in einem europäischen One-Stop-Shop zusammengefügt. So erhalten Forschende noch schneller einen Gesamtüberblick über die Karrieremöglichkeiten im EFR und profitieren von weiteren Serviceleistungen. Die Attraktivität des Forschungsstandorts Europa wird somit weiter gesteigert.

Europäische Cloud für offene Wissenschaften

Die Europäische Cloud für offene Wissenschaften (engl. European Open Science Cloud; EOSC) soll Forschenden eine vernetzte Forschungsdateninfrastruktur bieten, in der sie Daten und Dienste veröffentlichen und (nach-)nutzen können. Die EOSC startete im November 2018 mit einer Pilotphase und wird im Rahmen von *Horizont Europa* als koprogrammierte Partnerschaft gefördert. Die EOSC wird gemeinsam von der EOSC Association als Vertretung der Wissenschaft, der Europäischen Kommission und einem Lenkungsausschuss der Mitgliedstaaten und assoziierten Länder geleitet. Die EOSC Association finanziert sich durch Mitgliedsbeiträge ihrer gut 250 Mitgliedseinrichtungen (**III 1.2 Wissenschaftliche Forschungsinfrastrukturen**).

Weitere Informationen im Internet:

↗ European Open Science Cloud (EOSC, engl.)



Europäische Forschungsinfrastrukturen

Eine Voraussetzung für wissenschaftliche Spitzenleistungen sind weltweit führende Forschungsinfrastrukturen. Mithilfe der europäischen Zusammenarbeit bei großen Forschungsinfrastrukturen lassen sich Ressourcen bündeln und große Vorhaben realisieren. Die Bundesregierung engagiert sich im Europäischen Strategieforum für Forschungsinfrastrukturen (engl. European Strategy Forum on Research Infrastructures; ESFRI). Dessen Ziel ist es, Forschungsinfrastrukturen von gesamteuropäischem Interesse zu identifizieren und den Abstimmungsprozess zu deren Umsetzung zu erleichtern.

Der kontinuierliche Auf- und Ausbau sowie die effektivere und breitere Nutzung von Forschungsinfrastrukturen von europäischer und globaler Bedeutung sind Kernelemente eines wettbewerbsfähigen und zukunftsorientierten EFR. Die *ERA Action 8* der *ERA Policy Agenda 2022–2024* zielt daher darauf ab, die Nachhaltigkeit und Resilienz von Forschungsinfrastrukturen zu stärken und rechtliche sowie sonstige Hindernisse beim grenzüberschreitenden Zugang zu Forschungsinfrastrukturen abzubauen.

Die Bundesregierung beteiligt sich zur Umsetzung der *ERA Action 8* an einer Reihe von Initiativen. Dazu zählen die Weiterentwicklung der ESFRI-Roadmap, deren letzte Aktualisierung im Herbst 2021 veröffentlicht wurde, die Analyse der europäischen Forschungsinfrastrukturen-Landschaft, die Verbesserung des europaweiten Zugangs von Forschenden zu Forschungsinfrastrukturen sowie die Unterstützung von Forschenden und Einrichtungen aus Deutschland bei der Beteiligung am Programmteil „Forschungsinfrastrukturen“ von *Horizont Europa* (**VI 3.2 EU-Rahmenprogramm für Forschung und Innovation Horizont Europa**).

Das BMBF treibt aktuell mehrere international orientierte Vorhaben voran: So ermöglicht beispielsweise die Facility for Antiproton and Ion Research (FAIR) in Darmstadt Grundlagenforschung im Bereich der Kernphysik. Aufgrund seiner exzellenten wissenschaftlichen Bewertung haben der Bund und das Land Hessen im Jahr 2023 ihre Bereitschaft erklärt, die Realisierung der Ausbaustufe „First Science“ von FAIR mit weiteren 518 Mio. Euro abzusichern. Zudem ist Deutschland im März 2023 dem Projekt „Square Kilometre Array“-Observatorium (SKAO) beigetreten (**IV 5.1 Erforschung des Universums**).

Weitere Informationen im Internet:

↗ Europäisches Strategieforum für Forschungsinfrastrukturen (ESFRI, engl.)
↗ Forschungsinfrastrukturen für Wissenschaft und Gesellschaft

Die europäische Innovationsunion

Mit dem nationalen Förderprogramm *Die europäische Innovationsunion – Deutsche Impulse für den Europäischen Forschungsraum* stellt das BMBF zusätzliche Mittel bereit, die über das finanzielle Engagement im EFR hinausgehen. Das BMBF unterstützt mit diesem Programm gezielt das Engagement deutscher Akteure in europäischen Forschungsnetzwerken und -verbünden und den Transfer europäischer Forschungsergebnisse in Wirtschaft und Gesellschaft. Gefördert wird z. B. mit der Einzelfördermaßnahme *Anschubfinanzierung Horizont Europa* die Konsortialbildung und Vernetzung deutscher Forschungseinrichtungen für die Beteiligung als Koordinatoren am EU-Rahmenprogramm für Forschung und Innovation *Horizont Europa*. Mit den Maßnahmen wird die Sichtbarkeit gemeinsamer Arbeit im EFR erhöht.

Weitere Informationen im Internet:

- EU-Büro des BMBF: Die europäische Innovationsunion
- EU-Büro des BMBF: Anschubfinanzierung Horizont Europa

Eureka: Europäisches Netzwerk zur Innovationsförderung

Eureka ist das weltweit größte zwischenstaatliche Netzwerk für europäische und internationale Kooperationen in FuI. Ziel ist es, die technologische Wettbewerbsfähigkeit durch wissensbasierte Innovationen zu stärken. Dafür begleitet und unterstützt das Netzwerk Unternehmen und wissenschaftliche Einrichtungen bei grenzüberschreitenden und marktorientierten Kooperationen in allen Technologiebereichen.

Was als 1985 rein europäische Initiative begonnen hat, ist heute zu einem globalen Innovationsnetzwerk angewachsen: *Eureka* ist aktuell in 48 Staaten inner- und außerhalb des EFR aktiv. Seit Juni 2022 zählen mit Kanada und Südkorea erstmals zwei außereuropäische Länder zu den Vollmitgliedern. Darüber hinaus sind Chile, Singapur und Südafrika assoziierte Partnerländer. Ab Juli 2024 übernimmt Deutschland gemeinsam mit Kanada für ein Jahr den *Eureka*-Vorsitz. Es ist der erste gemeinsame Vorsitz zweier Länder in der Geschichte des Netzwerks.

Seit seinem Start hat *Eureka* bis Ende 2023 mehr als 8.400 Kooperationsprojekte mit einem Gesamtvolumen von etwa 49 Mrd. Euro unterstützt. Rund zwei Drittel aller Teilnehmenden waren Unternehmen, davon wiederum zwei Drittel kleine und mittlere Unternehmen (KMU). Unter allen bisherigen Projekten fanden mehr als 1.900 mit deutscher Beteiligung statt. Das deutsche Volumen an den bewilligten Fördermitteln betrug ca. 4,8 Mrd. Euro. In *Eureka*-Projekten entwickeln die beteiligten Partner aus Wirtschaft und Wissenschaft gemeinsam innovative Produkte, Verfahren und Dienstleistungen. *Eureka* steht somit ganz im Zeichen des Transfers von der Forschung zur Anwendung. Das BMBF beteiligt sich daher regelmäßig an multilateralen Ausschreibungen im Netzwerk.

Zudem fördert das BMBF die deutschen Teilnehmenden in erfolgreichen Projekten aus den *Eureka*-Clustern. Dabei handelt es sich um strategische, mittel- bis langfristig angelegte und industriegeführte Innovationsökosysteme aus Großunternehmen, KMU, Forschungseinrichtungen und Wissenschaftsorganisationen innerhalb des *Eureka*-Netzwerks. Sie fokussieren sich auf zukunftsrelevante Technologiebereiche, um die Wettbewerbsfähigkeit Europas zu stärken.

In Deutschland ist insbesondere das Förderprogramm *Eurostars* eine wichtige Säule von *Eureka*. *Eurostars* richtet sich speziell an innovative KMU. Seit August 2021 läuft die dritte Programmphase als ein Teil der *Europäischen Partnerschaft für innovative KMU,* die von der Europäischen Kommission kofinanziert wird. Insgesamt 37 Länder beteiligen sich daran. *Eurostars* zeichnet sich dabei durch zügige internationale Begutachtungen und vergleichsweise hohe Erfolgsquoten aus. Mit jährlich rund 850 Anträgen hat es sich als wichtiges und beliebtes Förderprogramm etabliert. Die Förderung der Projektteilnehmenden erfolgt aus nationalen Mitteln und nach den Förderregeln des jeweiligen Landes. Deutsche Partner in erfolgreichen *Eurostars*-Projekten werden vom BMBF gefördert.

Seit 2022 können sich deutsche KMU und Start-ups zudem an den Ausschreibungen von *Innowwide* beteiligen. Dieses neue Förderprogramm unterstützt Unternehmen aus allen Branchen dabei, einen internationalen Zielmarkt zu erschließen. *Innowwide* wird durch die Europäische Kommission als Teil der

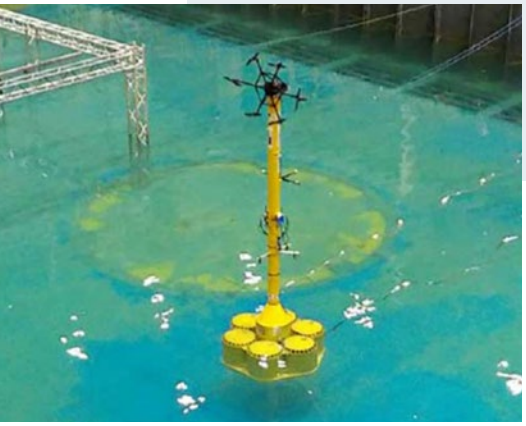
Europäischen Partnerschaft für innovative KMU unter *Horizont Europa* gefördert. *Eureka* führt dabei die jährlichen Ausschreibungen durch.

Weitere Informationen im Internet:

- Eureka (engl.)
- Eureka-Büro in Deutschland
- Innowwide
- Eurostars-Projekt „CROWN“

Eurostars-Projekt „CROWN“

Schwimmende Offshore-Windenergieanlagen (WEA) sind an vielen Orten der Welt große Hoffnungsträger für eine klimaneutrale Energieproduktion. Die Technologie bietet viel Potenzial. Allerdings ist es noch sehr teuer, solche Anlagen zu installieren und zu betreiben. Im *Eurostars*-Projekt „CROWN“ hat ein deutsch-spanisches Forschungsteam daher nach Lösungen gesucht, um die Bewegungen von schwimmenden Offshore-WEA zu minimieren. Die deutschen Projektpartner haben dabei mit einem skalierten Testmodell erfolgreich einen Flüssigkeitsdämpfer getestet, der die schwimmenden Anlagen stabilisiert. Zudem haben sie eine Software-Applikation entwickelt, die es mithilfe moderner optischer Sensoren möglich macht, den Betrieb einer Offshore-WEA in Echtzeit an Wind und Wellengang anzupassen. Die Projektergebnisse leisten einen Beitrag, um schwimmende Offshore-WEA als wichtige Zukunftstechnologie zur Marktreife zu führen.



Testmodell einer schwimmenden Offshore-Windenergieanlage in einem Wellenbecken

COST – Initiative für europäische Zusammenarbeit in Wissenschaft und Technologie

Die zwischenstaatliche *Initiative für europäische Zusammenarbeit in Wissenschaft und Technologie* (engl. *European Cooperation in Science and Technology; COST)* feierte 2021 ihr 50-jähriges Bestehen. Die Initiative verfolgt das Ziel, Wissensaustausch und Zusammenarbeit zwischen exzellenten Forschenden insbesondere in Europa, aber auch weltweit durch sogenannte *COST*-Aktionen zu unterstützen. Der Fokus liegt jedoch nicht auf der Förderung von Personal- und Forschungsmitteln, sondern auf der Vernetzung der Forschenden. Deshalb werden Vernetzungsaktivitäten wie z. B. Arbeitsgruppen, Workshops, wissenschaftliche Austausche, Training Schools sowie gemeinsame Veröffentlichungen gefördert. *COST* verfolgt einen ausgeprägten Bottom-up-Ansatz, der es Antragstellenden erlaubt, Themen selbst vorzuschlagen. Wissenschaftliche Exzellenz, die Inklusion von forschungsschwächeren Staaten, Gender Balance und Interdisziplinarität sind weitere Prinzipien von *COST*. *COST* bietet auch eine sehr gute Chance für Nachwuchsforschende. So fördert die Initiative aktiv die Möglichkeit für Nachwuchsforschende, koordinierende Rollen und Leitungsfunktionen in *COST*-Aktionen wahrzunehmen und teils erstmalig europäische Kontakte zu knüpfen. Die 2017 eingerichtete *COST*-Academy unterstützt mit einem Schulungsangebot zudem Teilnehmende an *COST*-Aktionen, die eine koordinierende Rolle innehaben.

Jährlich werden 70 neue *COST*-Aktionen bewilligt, derzeit laufen insgesamt mehr als 320. Deutschland gehört dabei zu den Ländern, die sich besonders intensiv beteiligen: Deutsche Einrichtungen und Forschende sind sehr aktiv in den *COST*-Aktionen; das liegt auch an der Besonderheit, dass laufende *COST*-Aktionen offen sind. Während der vierjährigen Laufzeit können weitere Personen dem Netzwerk beitreten. *COST* führt zudem regelmäßig eine Vernetzung zu wissenschaftspolitischen (Querschnitts-)Themen durch, die für den EFR relevant sind – von 2020 bis 2023 z. B. zum Thema „Science Communication“.

Für die Jahre 2021 bis 2023 erhielt *COST* als Teil von *Horizont Europa* zunächst 153 Mio. Euro aus dem Forschungsrahmenprogramm. Für 2024 sind 110 Mio. Euro vorgesehen, das Budget der darauffol-

genden Jahre befindet sich in der Verhandlung. *COST* fordert einen deutlichen Anstieg der Fördersumme gegenüber *Horizont 2020* (300 Mio. Euro). Trotz des vergleichsweise geringen finanziellen Fördervolumens generiert *COST* sowohl umfangreiche unmittelbare Ergebnisse als auch langfristige Effekte. So entstehen aus den Netzwerken heraus zahlreiche Publikationen, die Forschung wird harmonisiert, Vertrauen wird geschaffen. Die Netzwerke bleiben oft bestehen, wodurch sie über die Laufzeit der *COST*-Aktionen hinauswirken. Oft münden die dort erarbeiteten Forschungsergebnisse und Konzepte in europäische oder internationale Forschungsprojekte sowie langfristige Vernetzungen.

Weitere Informationen im Internet:

- Deutsche Koordinationsstelle für COST
- EU: COST (engl.)
- EU: COST: 50 years of research networks (engl.)

Europäische Weltraumorganisation ESA

Die Europäische Weltraumorganisation (engl. European Space Agency; ESA) wurde 1975 gegründet, um die europäischen Raumfahrtaktivitäten enger zu koordinieren. Heute bildet die ESA das Rückgrat der europäischen Raumfahrt. Um große und kostenintensive Raumfahrtsysteme realisieren, komplexe und langfristig angelegte Missionen durchführen und große Betriebseinrichtungen aufbauen und betreiben zu können, bündelt die ESA die technologischen Fähigkeiten und Kapazitäten der Mitgliedstaaten. Gleichzeitig treibt sie die technologische Entwicklung der europäischen Raumfahrtindustrie voran und schafft die technologische Grundlage für die Entwicklung nachgelagerter Märkte.

Die zwischenstaatliche Organisation mit heute 22 Mitgliedstaaten deckt die Bereiche Wissenschaft, astronautische Raumfahrt und Exploration, Schutz der weltraum- und erdgestützten Infrastruktur vor Gefahren aus dem Weltraum, Telekommunikation, Erdbeobachtung, Navigation, Raumtransport und Technologie ab. Das geschätzte Budget der ESA betrug 2023 knapp 7,1 Mrd. Euro, an denen sich die Bundesregierung mit etwas mehr als 1 Mrd. Euro beteiligt. Das Rückflussprinzip der ESA sieht vor, dass die deutschen Ausgaben über Aufträge der ESA an die deutsche Industrie wieder nach Deutschland zurückfließen. Als Basis für die Investitionsentscheidungen der Bundesregierung dient die deutsche *Raumfahrtstrategie*. 2022 hat Deutschland den Vorsitz im ESA-Rat übernommen. Zu den Schwerpunkten der deutschen Beteiligung an der ESA zählen satellitengestützte Projekte für besseren Klimaschutz, mehr europäische Souveränität und eine Stärkung privater Raumfahrtaktivitäten mit neuen Geschäftsmodellen (New Space) (**IV 5.2 Raumfahrt und Nutzung des Weltraums**).

In der aktuellen *ESA Agenda 2025* sind die Prioritäten sowie eine Vision für die nächsten vier Jahre festgelegt. Die erste Priorität ist die Stärkung der Beziehungen zwischen der ESA und der EU. Entsprechend haben die ESA, die Europäische Kommission und die neu gegründete Agentur der EU für das Weltraumprogramm (engl. European Union Agency for the Space Programme; EUSPA) mit einem Abkommen den Weg zu einer engeren europäischen Zusammenarbeit in der Raumfahrt geöffnet. Der Grad der Kooperation soll in der siebenjährigen Laufzeit des Abkommens deutlich über die bisherigen Flaggschiff-Projekte, die auf gesellschaftliche Bedürfnisse ausgerichtet sind, wie das Erdbeobachtungsprogramm *Copernicus* und das Satellitennavigationsprogramm *Galileo,* hinausgehen (**IV 5.2 Raumfahrt und Nutzung des Weltraums**).

Weitere Informationen im Internet:

- Europäische Weltraumorganisation (ESA, engl.)

3.2 EU-Rahmenprogramm für Forschung und Innovation Horizont Europa

Horizont Europa ist mit einem Volumen von 93,4 Mrd. Euro das weltweit größte Forschungs- und Innovationsprogramm. Die EU fördert damit sowohl Grundlagenforschung als auch Innovationen und unterstützt die Bewältigung globaler Herausforderungen wie Klimawandel, Umweltschutz, Gesundheit und Ernährungssicherung. *Horizont Europa* ist außerdem eine Investition in die besten Köpfe und stärkt sowohl die europäische Spitzenposition in Wissenschaft, Forschung und Innovation als auch die industrielle Wettbewerbsfähigkeit der EU. Neben den EU-Mitgliedstaaten sind 18 Drittstaaten zu *Horizont Europa* assoziiert.

Programmstruktur und Förderinstrumente von Horizont Europa

Die Ambition von *Horizont Europa* ist in seiner Programmstruktur bereits erkennbar: Sie reicht von der Grundlagenforschung bis zur Überführung in die Marktreife und deckt den gesamten Innovationszyklus ab. *Horizont Europa* gliedert sich in drei Säulen: „Wissenschaftsexzellenz", „Globale Herausforderungen und industrielle Wettbewerbsfähigkeit Europas" und „Innovatives Europa". Daneben wurde ein eigener Bereich etabliert für die „Erhöhung der Beteiligung" sowie die „Reformierung und Stärkung des Europäischen Forschungs- und Innovationssystems". Dieser unterstützt gezielt die weniger forschungs- und innovationsstarken EU-Mitgliedstaaten, insbesondere die mittelost- und südosteuropäischen Staaten, die EU13. Neu ist eine Programmkomponente, die gezielt die Vertiefung des EFR fördert und unmittelbar zu dessen Verwirklichung beiträgt.

In der ersten Säule „Wissenschaftsexzellenz" sind die Förderungen des Europäischen Forschungsrats (engl. European Research Council; ERC), die *Marie-Skłodowska-Curie-Maßnahmen* sowie die Unterstützung gemeinsamer Forschungsinfrastrukturen versammelt. All diese Förderlinien haben das gemeinsame Ziel, Pionier- und Spitzenforschung europaweit zu unterstützen und voranzubringen.

Der ERC fördert themenoffen exzellente Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie ihre Teams in verschiedenen Förderlinien für die jeweils passende Karrierestufe. Deutschland setzt sich stark für die Förderung von Exzellenz ein, um die Wettbewerbsfähigkeit europäischer Forschung zu steigern und die Innovationspipeline stetig mit neuen Ideen zu füllen. So zeigen erste Daten zu deutschen Einrichtungen, die sich an der ERC-Förderung beteiligen, dass sie Spitzenpositionen belegen.

Die *Marie-Skłodowska-Curie-Maßnahmen* fördern im Rahmen exzellenter und themenoffener Forschungsvorhaben die länder- und sektorübergreifende Mobilität und die Karriereentwicklung von Forschenden. Zu den Instrumenten gehören länderübergreifende Netzwerke zur Ausbildung von Promovierenden, die Finanzierung von Forschungsaufenthalten für Postdocs, Personalaustausch zu internationaler wie sektorübergreifender Kooperation und die Kofinanzierung regionaler, nationaler oder internationaler Mobilitätsprogramme für Promovierende und Postdocs sowie die Förderung der Wissenschaftskommunikation.

Im Programmteil „Forschungsinfrastrukturen" wird die Entwicklung einer kohärenten Landschaft von Forschungsinfrastrukturen von globaler Relevanz unterstützt. Zu den Fördermaßnahmen zählen themenoffene Designstudien für neue Infrastrukturen, Unterstützungsmaßnahmen für neue ESFRI-Projekte sowie die Verbesserung der Nachhaltigkeit von Forschungsinfrastrukturen und die Stärkung der internationalen Dimension. Durch die Förderung von transnationalem Zugang erhalten Forschende einfachen Zugang zu Diensten nationaler und europäischer Forschungsinfrastrukturen, um Lösungen für gesellschaftliche Herausforderungen zu entwickeln. Querschnittsthemen – z. B. die Europäische Cloud für offene Wissenschaften (EOSC), Forschungsdatennetze und die gemeinsame Entwicklung neuer wissenschaftlicher Instrumente – unterstützen die Maßnahmen und verbessern die effiziente Verwertung und Verbreitung von Forschungsergebnissen.

In der zweiten Säule „Globale Herausforderungen und industrielle Wettbewerbsfähigkeit Europas“ wird Forschung in sechs Themenclustern gefördert, die die großen globalen Herausforderungen widerspiegeln, deren Bewältigung sich Europa zur Aufgabe gemacht hat: (1) Gesundheit; (2) Kultur, Kreativität und inklusive Gesellschaften; (3) zivile Sicherheit für die Gesellschaft; (4) Digitalisierung, Industrie und Weltraum; (5) Klima, Energie und Mobilität sowie (6) Lebensmittel, Bioökonomie, natürliche Ressourcen, Landwirtschaft und Umwelt.

Für die Forschung in diesen Clustern sollen insgesamt mehr als 53 Mrd. Euro bereitgestellt werden. Die Förderung ist inter- und transdisziplinär sowie sektor- und grenzüberschreitend angelegt, um eine transformative Wirkung für die gemeinsame Bewältigung globaler Herausforderungen zu entfalten. *Forschungs- und Innovationsmaßnahmen* (engl. *Research and Innovation Actions; RIA)* und *Innovationsmaßnahmen* (engl. *Innovation Actions; IA),* die alle Technologiereifegrade abdecken und sich nur in europäischen Verbünden bearbeiten lassen, dominieren die Arbeitsprogramme. Flankiert werden diese von begleitenden Koordinierungs- und Unterstützungsmaßnahmen (engl. *Coordination and Support Actions; CSA).* Ausrichtung und strategische Weiterentwicklung der sechs Cluster werden durch die Gemeinsame Forschungsstelle der Europäischen Kommission (engl. Joint Research Centre; JRC) unterstützt.

In der dritten Säule „Innovatives Europa“ werden disruptive und hochrisikoreiche Innovationen sowie deren schneller Transfer in marktfähige Produkte gefördert. Umgesetzt wird diese Förderung durch den Europäischen Innovationsrat (engl. European Innovation Council; EIC), das Europäische Innovations- und Technologieinstitut (engl. European Institute of Innovation and Technology; EIT) und durch die Stärkung und Vernetzung europäischer Innovationsökosysteme (engl. European Innovation Ecosystems; EIE). Der EIC wurde im Rahmen von *Horizont Europa* fest etabliert. Mit *EIC Pathfinder, EIC Transition* und *EIC Accelerator* wurden drei Instrumente entwickelt, um technologische Grundlagen für zukünftige Innovationen zu identifizieren, vielversprechende Ideen aus der Grundlagenforschung weiterzuentwickeln und Innovationen in marktfähige Produkte zu überführen. Die Arbeit des bereits seit 2008 bestehenden EIT wird dadurch ergänzt: Das EIT unterstützt führende Unternehmen sowie Bildungs- und Forschungsorganisationen bei der Ausgestaltung grenzüberschreitender Partnerschaften, sogenannte *Wissens- und Innovationsgemeinschaften* (engl. *Knowledge and Innovation Communities; KICs)*, die schließlich Unternehmen gründen und innovative Produkte, Verfahren und Dienstleistungen erfolgreich an den Markt bringen sollen.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Deutsches Portal für Horizont Europa
↗ EU-Büro des BMBF

EU-Missionen

Mit *Horizont Europa* wurden zum ersten Mal „EU-Missionen“ eingeführt. Deutschland unterstützt diese Missionen nachdrücklich und wird, basierend auf ersten Erfahrungen, ihre Sichtbarkeit und Wirksamkeit weiter verbessern. Ziel der EU-Missionen ist es, dazu beizutragen, ehrgeizige Ziele zur Bewältigung drängender Zukunftsaufgaben zu erreichen. Sie sollen Synergien mit anderen Programmen auf EU-, nationaler und regionaler Ebene schaffen. Die EU-Missionen und die Missionen der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* der Bundesregierung sind daher synergistisch angelegt und ergänzen sich gegenseitig passgenau. Führende Fachleute aus ganz Europa hatten die ersten EU-Missionen gemeinsam mit den EU-Institutionen, den Mitgliedstaaten und der Öffentlichkeit erarbeitet. Zur ersten Generation der EU-Missionen gehören „Anpassung an den Klimawandel“, „Krebsbekämpfung“, „Gesunde Ozeane, Meere, Küsten- und Binnengewässer“, „Klimaneutrale und intelligente Städte“ sowie „Ein Boden-Deal für Europa“ (→ **Abbildung zu Missionen unter Horizont Europa bis 2030**). Die Förderung und Umsetzung der Missionsziele sind auf zehn Jahre angelegt. Bis Anfang November 2023 wurden 144 Missionsprojekte bewilligt. Darunter sind 105 Projekte mit deutscher Beteiligung. Insgesamt wurden bis dahin 1,1 Mrd. Euro an Zuwendungen bewilligt, davon gehen rund 113 Mio. Euro nach Deutschland. Das entspricht einer Beteiligungsquote von 73 %. Die erste Evaluierung der EU-Missionen erfolgte 2023 und wurde von Deutschland mit einem eigenen Beitrag konstruktiv unterstützt.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Nationale Kontaktstelle Europäische Missionen

Europäische Partnerschaften

Wichtiger Bestandteil der europäischen Forschungs- und Innovationsförderung bleiben die *Europäischen Partnerschaften*. Sie leisten einen wesentlichen Beitrag zu den politischen Prioritäten der EU, etwa zum *European Green Deal* oder zur europäischen Digitalisierung. Die Partnerschaften führen die EU sowie private und/oder öffentliche Partner zusammen. Die jeweiligen Partner verpflichten sich, eine gemeinsame Forschungsagenda zu entwickeln und zu implementieren. 49 *Europäische Partnerschaften* sind im ersten *Strategischen Plan* (2021–2024) von *Horizont Europa* enthalten. Deutschland ist an der Mehrzahl der *Europäischen Partnerschaften* beteiligt.

2021 wurden die Rechtsakte zur Einrichtung von zehn gemeinsamen Unternehmen, der *Europäischen Partnerschaft für Metrologie* auf Grundlage von Art. 185 AEUV sowie neun KICs auf Grundlage der Verordnung zur Einrichtung des EIT verabschiedet. Das Partnerschaftsportfolio des ersten „Strategischen Plans" umfasst zudem 16 kofinanzierte und zwölf koprogrammierte Partnerschaften. Für die Partnerschaft *Pandemic Preparedness* hat die Europäische Kommission noch kein Format festgelegt.

Zur Umsetzung der Initiative *Chips für Europa* des *EU Chips Acts* wird das gemeinsame Unternehmen für digitale Schlüsseltechnologien finanziell und inhaltlich zum *Gemeinsamen Unternehmen Chips* (engl. *Joint Undertaking Chips)* erweitert. Die Verhandlungen zu einer entsprechenden Änderung des *Single Basic Acts* (übergreifende Verordnung für neun gemeinsame Unternehmen) wurden nach dem Kommissionsvorschlag 2023 abgeschlossen. Im Rahmen der Planung des zweiten *Strategischen Plans* (2025–2027) von *Horizont Europa* schlug die Europäische Kommission weitere *Europäische Partnerschaften* vor und verhandelte 2023 darüber mit den EU-Mitgliedstaaten.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Europäische Kommission: ERA Learn (engl.)
↗ Kontaktstelle Europäische Partnerschaften



Deutsche Beteiligung an Horizont Europa

Die deutschen Forschungsakteure beteiligen sich an *Horizont Europa* intensiv – wie auch schon an den früheren Rahmenprogrammen. Sie konnten im europäischen Vergleich beträchtliche Fördermittel einwerben und ihre Aktivitäten durch europäische und internationale Verbundprojekte erfolgreich internationalisieren. Die gezielte Vernetzung trägt maßgeblich dazu bei, den EFR insgesamt weiterzuentwickeln und zu festigen sowie die Stärke europäischer FuI global sichtbarer zu machen.

Aktuellen Beteiligungsstatistiken zu *Horizont Europa* (Quelle: ECORDA-Vertragsdatenbank, Stand: Ende 2023) zufolge hat Deutschland mit insgesamt ca. 4,1 Mrd. Euro die meisten Mittel eingeworben, gefolgt von Frankreich mit 2,94 Mrd. Euro und Spanien mit 2,93 Mrd. Euro. Damit erhalten deutsche Einrichtungen 17,6 % der Zuwendungen, die insgesamt an die EU-Mitgliedstaaten gehen. Rund jeder sechste Euro geht damit an deutsche Einrichtungen. Auch die deutsche Erfolgsquote – das Verhältnis bewilligter zu eingereichten Anträgen mit deutscher Beteiligung – liegt mit 20,8 % über dem gesamteuropäischen Vergleichswert von 17,1 %.

In absoluten Zahlen beteiligten sich an *Horizont Europa bislang* mehr als 2.040 deutsche Einrichtungen an 3.509 Projekten. Hochschulen, Unternehmen und außeruniversitäre Forschungseinrichtungen sind zu nahezu gleichen Teilen vertreten. Öffentliche (und sonstige) Einrichtungen machen ca. 7 % der Projektbeteiligungen aus. Deutsche Einrichtungen koordinieren 364 Verbundprojekte. Deutschlands Stärke ist seine Exzellenz: Die meisten Zuwendungen erhält Deutschland durch den ERC, der Pionierforschung sowie Spitzenwissenschaftlerinnen und -wissenschaftler in allen Disziplinen fördert. Auf die *ERC Grants* entfallen bislang 24,4 % der durch deutsche Einrichtungen eingeworbenen Zuwendungen, gefolgt von den Mobilitäts- und Trainingsmaßnahmen im Programmteil *Marie-Skłodowska-Curie.* In der themengebundenen Verbundforschung kommen die meisten Mittel bislang aus den Clustern „Klima, Energie und Mobilität“ (19,2 %) und „Digitalisierung, Industrie und Weltraum“ (16,4 %), gefolgt von den Clustern „Gesundheit“ (7,6 %) und „Lebensmittel, Bioökonomie, natürliche Ressourcen, Landwirtschaft und Umwelt“ (6,3 %).

Weitere Informationen im Internet:

↗ Europäische Kommission: Horizon Dashboard (Zahlen zur Beteiligung an den Rahmenprogrammen, engl.)

Zukunftsstrategie – Indikator 7: Anteil Deutschlands an den eingeworbenen Zuwendungen der EU-Mitgliedstaaten im aktuellen EU-Rahmenprogramm für Forschung und Innovation Horizont Europa im Vergleich zum Vorgängerprogramm Horizont 2020

Mit der *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* möchte die Bundesregierung einen Beitrag dazu leisten, den Europäischen Forschungsraum weiter zu gestalten und seine Entwicklung voranzutreiben. Neben der Zusammenarbeit auf politischer Ebene erfordert dies eine stärkere Beteiligung deutscher Forscherinnen und Forscher am europäischen Forschungsrahmenprogramm. Bis zum Jahr 2025 soll der Anteil der durch deutsche Forscherinnen und Forscher eingeworbenen Zuwendungen im europäischen Forschungsrahmenprogramm *Horizont Europa* gegenüber dem Vorgängerprogramm *Horizont 2020* (14,8 %) gesteigert werden. Ziel ist auch, so die internationale Kooperation in Forschung und Innovation weiter zu stärken.



Horizont Europa und die globale Zeitenwende: neue strategische Ausrichtung für internationale Kooperationen

Das *Globale Konzept für Forschung und Innovation* vom Mai 2021 ist Europas Strategie für internationale Zusammenarbeit in einer sich verändernden Welt. Mit diesem Konzept wurde die internationale Zusammenarbeit in *Horizont Europa* neu ausgerichtet. Die Assoziierung von Staaten und die Teilnahme von Drittstaaten erfolgen stärker als bisher im Spannungsfeld zwischen genereller Öffnung für eine weltweite Forschungskooperation und dem Schutz europäischer Werte und Interessen. Im Dezember 2023 waren 18 Staaten vollständig zu *Horizont Europa* assoziiert. Zuletzt erfolgte die Ratifizierung des Assoziierungsabkommens mit dem Vereinigten Königreich im Dezember 2023. Außerdem können sich weiterhin nicht assoziierte Drittstaaten an vielen Ausschreibungen beteiligen.

Eine Neuerung in *Horizont Europa* ist die Öffnung für die Assoziierung von industrialisierten und demokratischen Drittstaaten. Seit Juli 2023 ist Neuseeland vollständig zur zweiten Säule von *Horizont Europa* assoziiert. Die Verhandlungen mit Kanada wurden im November 2023 abgeschlossen. Nach Abschluss des Ratifizierungsprozesses werden sich kanadische Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler ebenfalls an allen Ausschreibungen der zweiten Säule beteiligen können. Die Gespräche mit Japan und Südkorea dauern dagegen noch an.

Gleichzeitig können sich chinesische Einrichtungen seit 2023 nicht mehr an den marktnahen Innovationsmaßnahmen in *Horizont Europa* beteiligen. Russische und belarussische Einrichtungen sind seit Beginn des völkerrechtswidrigen Angriffskriegs gegen die Ukraine vollständig von der Beteiligung ausgeschlossen.

Strategische Programmplanung und Zwischenevaluierung von Horizont Europa

Um Effizienz und Wirksamkeit der EU-Rahmenprogramme weiter zu erhöhen, wurde mit dem Start von *Horizont Europa* erstmals ein umfangreicher strategischer Programmplanungsprozess organisiert. In diesem Prozess wurden die Prioritäten im Bereich FuI mit den politischen Prioritäten der EU synchronisiert. Damit ermöglicht der *Strategische Plan* stärkere Synergien zwischen den verschiedenen europäischen Förderprogrammen. Er ist ein zentrales Instrument für die kohärente Umsetzung des Programms. Der erste *Strategische Plan* für *Horizont Europa* für die Jahre 2021 bis 2024 wurde 2021 veröffentlicht, 2022 startete die Vorbereitung für dessen Nachfolger mit Workshops und einer breit angelegten öffentlichen Konsultation. Der Planungsprozess zeichnet sich durch die breite und frühzeitige Einbindung von Bürgerinnen und Bürgern, Stakeholdern aus Wissenschaft, Forschung und Innovation, dem Europäischen Parlament und den EU-Mitgliedstaaten aus. Gerade die Bürgerbeteiligung soll dabei Relevanz und Akzeptanz des Programms und seiner Ziele sicherstellen. Der zweite *Strategische Plan* (2025–2027) wurde im Frühjahr 2024 veröffentlicht. Auch in Zukunft wird *Horizont Europa* dazu beitragen, dass die EU grüner, digitaler und resilienter wird.

Gleichzeitig läuft der Prozess der Zwischenevaluierung von *Horizont Europa*. Im Dezember 2023 wurde eine Expertengruppe eingesetzt, die Vorschläge für die Zwischenbewertung und eine mögliche Neuausrichtung des Programms erarbeiten soll. Sie stützt ihre Arbeit u. a. auf die Ergebnisse der öffentlichen Konsultation der Europäischen Kommission zu Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft der Europäischen Forschungs- und Innovationspolitik. Ende 2024 werden die Expertinnen und Experten ihre Empfehlungen vorlegen.

3.3 Europäischer Hochschulraum

1999 legte die *Bologna-Erklärung* den Grundstein für die Schaffung des Europäischen Hochschulraums (EHR). Ziel ist es, Studierenden, Lehrenden und Forschenden sowie dem wissenschaftlichen Personal grenzüberschreitende Mobilität zu ermöglichen. Austausch und Sammlung von Auslandserfahrung sollen im Rahmen qualitätsgesicherter, transparenter und vergleichbarer Studienangebote unter Anerkennung der erbrachten Studienleistungen erfolgen.

Im Unterschied zum Europäischen Forschungs- und Bildungsraum ist der EHR nicht auf das Gebiet der EU beschränkt und umfasst mittlerweile 49 europäische und außereuropäische Staaten. Die Mitgliedschaft von Belarus und Russland ist aktuell suspendiert. Daneben beteiligen sich auch die Europäische Kommission sowie Interessenvertretungen am EHR. Die am Bologna-Prozess teilnehmenden Länder erklären sich freiwillig dazu bereit, ihre nationalen Hochschulsysteme entsprechend den Zielen und Prioritäten des EHR zu reformieren. Das umfasst weit mehr als das gestufte Studiensystem von Bachelor und Master, welches die Bologna-Staaten – mit einigen Variationen – erfolgreich umgesetzt haben: Auch Themen wie die Verbesserung der Qualität von Lehre und Lernen, die soziale Dimension oder der Schutz der akademischen Freiheit zählen zu den Zielen.

Politischer Hebel für die Umsetzung der Ziele und Prioritäten des EHR sind die Kommuniqués, die die Hochschulministerinnen und -minister im Rahmen ihrer alle zwei bis drei Jahre stattfindenden EHR-Konferenzen verabschieden. Eine besondere Herausforderung ist es aktuell, Wissenschaftsfreiheit und institutionelle Autonomie in allen Staaten zu gewährleisten. Im Rom-Kommuniqué der Bologna-Ministerkonferenz 2020 bekannten sich die Ministerinnen und Minister klar zu den akademischen Grundwerten und verabschiedeten eine gemeinsame Erklärung zur akademischen Freiheit. In der aktuellen Arbeitsperiode bis Mai 2024 wird in einer Arbeitsgruppe unter Ko-Vorsitz Deutschlands ein gemeinsames Verständnis zu weiteren Grundwerten erarbeitet: akademische Integrität, Hochschulautonomie, Beteiligung von Lehrenden und Studierenden an der Leitung von Hochschuleinrichtungen sowie gesellschaftliche Verantwortung von und für Hochschulbildung. Zudem wird ein kohärenter Rahmen für die Erfassung und Beobachtung der Einhaltung dieser Grundwerte entwickelt.

Die EU-Initiative *Europäische Hochschulen (EHN)* schafft eine neue Qualität der grenzüberschreitenden Kooperation in der Lehre und der Vernetzung von Hochschulen. Zwei Pilotaufrufe 2019 und 2020 im Programm *Erasmus+* (2014–2020) förderten die Initiative erstmalig. Die laufende Programmphase von *Erasmus+* (2021–2027) rollt die Initiative nun mit geplanten Mitteln in Höhe von insgesamt ca. 1,1 Mrd. Euro voll aus. Ziel ist eine Ausweitung auf 60 Hochschulnetzwerke bzw. -allianzen mit 500 beteiligten Hochschulen bis Mitte 2024. Die Initiative soll mindestens 10 % der Hochschulen in Europa einbinden (derzeit 431 Bildungseinrichtungen aus 35 Ländern). Durch die *EHN* soll die Exzellenzdimension in Hochschulbildung, Forschung und Innovation unter Einbeziehung der Gesellschaft vorangetrieben werden. Gleichzeitig setzen sich die teilnehmenden Hochschulen für eine digitale und nachhaltige Transformation von Hochschulen und Gesellschaft sowie für Inklusion, Diversität und gemeinsame europäische Werte ein und tragen durch ihre tiefgreifende transnationale Zusammenarbeit zur Weiterentwicklung des europäischen Hochschulraums bei.

In den Jahren 2022 und 2023 erfolgten zwei Ausschreibungen, hauptsächlich um bestehende Allianzen aus der Pilotphase weiterzufinanzieren. Der Aufruf 2024 wird hauptsächlich neue Hochschulnetzwerke und -allianzen fördern. Finanzielle Anreize regen dabei die Bildung größerer Konsortien an. Derzeit erhalten insgesamt 50 Hochschulallianzen eine Förderung auf EU-Ebene. Aus Deutschland sind 51 Hochschulen an 44 der ausgewählten Hochschulnetzwerke beteiligt. Die Allianzen umfassen ein breites disziplinäres und institutionelles Spektrum. Schwerpunktmäßig beteiligen sich forschungsstarke Voll- und Technische Universitäten, aber auch Hochschulen Angewandter Wissenschaften (HAW) sowie Musik- und Filmhochschulen. Das BMBF fördert die an der Initiative

beteiligten deutschen Hochschulen über den Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) komplementär zur europäischen Förderung. Im Rahmen von drei Förderrunden (2020, 2021 und 2023) werden derzeit 45 deutsche Hochschulen gefördert. Hierfür hat das BMBF bisher 37 Mio. Euro zur Verfügung gestellt. Etwa 40 % des Förderbudgets fließen in Digitalisierungsmaßnahmen im Kontext der internationalen Hochschulkooperation. Diese erstrecken sich u. a. auf den Ausbau digitaler Lehre und der virtuellen Mobilität sowie deren Administration.



ENHANCE Alliance

Als eine von 44 europäischen Hochschulen mit deutscher Beteiligung legt die ENHANCE Alliance, gebildet von zehn forschungsintensiven Technischen Universitäten, den Grundstein für eine innovative europäische Technische Universität. Die Zusammenarbeit der Einrichtungen soll dazu beitragen, eine verantwortungsvolle europäische Identität zu schaffen, und integriert hierzu eine gemeinsame europäische Kultur und ein gemeinsames politisches System bis in die Fachmodule hinein. So werden die Studierenden in die Lage versetzt, über europäische Werte wie Vielfalt, Demokratie und Gleichheit zu reflektieren und ihr kritisches Denken weiterzuentwickeln.

Auch in der Forschung arbeiten die Einrichtungen zusammen, insbesondere um den grünen und digitalen Wandel zu meistern. Gemeinsam werden Lösungen für die Herausforderungen der Digitalisierung und Künstlichen Intelligenz (KI), des Klimaschutzes und der Entwicklung nachhaltiger Städte sowie der Schaffung eines Ökosystems für grünes Unternehmertum entwickelt. Die Partnerinstitutionen blicken dabei auf eine langjährige fruchtbare Zusammenarbeit in EU-Programmen und gemeinsamen Forschungsprojekten zurück. Aus Deutschland sind die Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen und die Technische Universität Berlin Teil der ENHANCE Alliance.

Weitere Informationen im Internet:

- Europäischer Hochschulraum (engl.)
- Europäische Kommission: Bologna-Prozess und Europäischer Hochschulraum
- Europäische Kommission: European Universities initiative (engl.)
- DAAD: Europäische Hochschulnetzwerke
- ENHANCE Alliance (engl.)

Europäisches Hochschulinstitut

Das Europäische Hochschulinstitut (EHI) (engl. European University Institute; EUI) mit Sitz in Italien gehört zu den weltweit führenden Forschungsinstituten und Hochschuleinrichtungen im Bereich der Rechts-, Wirtschafts-, Politik- und Geschichtswissenschaften. Seit der Einrichtung des Hochschulinstituts 1972 durch die sechs Gründungsmitglieder der Europäischen Gemeinschaften, darunter die Bundesrepublik Deutschland, hat sich das EHI einen einzigartigen und exzellenten Ruf als Europas Zentrum für sozialwissenschaftliche Forschung und Doktorandenausbildung erworben. Aktuell sind 23 EU-Länder Mitglieder des EHI.

Das EHI besteht aus den Fakultäten für die oben genannten Disziplinen, dem interdisziplinären Robert-Schuman-Zentrum für Angewandte Studien, der Studienbibliothek, dem Historischen Archiv der Europäischen Union sowie aus der 2017 gegründeten School of Transnational Governance. Die mehr als 1.000 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, Studierende, Stipendiatinnen und Stipendiaten mehrerer Stipendienprogramme, z. B. des Policy Leader Fellowship, stammen aus 85 Ländern. Darüber hinaus findet seit 2011 jährlich die „State of the Union"-Konferenz in Florenz statt. Sie fungiert als Brücke zwischen Politik, Entscheidungsträgerinnen und -trägern sowie der Wissenschaft und wendet sich an ein breites europäisches Publikum. Das BMBF vertritt Deutschland in den Leitungsgremien des EHI und finanziert aus seinem Haushalt den deutschen Anteil für das EHI.

3.4 Erasmus+: EU-Programm für Bildung, Jugend und Sport

Erasmus+ ist das *EU-Programm für allgemeine und berufliche Bildung, Jugend und Sport*. Es fördert den europaweiten Austausch und die Zusammenarbeit zu Lernzwecken für Europäerinnen und Europäer aller Altersstufen. Mit ca. 26 Mrd. Euro steht der aktuellen Programmphase (2021–2027) das bisher höchste Fördervolumen zur Verfügung. Ziel ist, dass so viele Menschen an *Erasmus+* teilnehmen wie nie zuvor.

Das Programm gliedert sich in drei Leitaktionen. Die Leitaktion 1 „Lernmobilität" fördert den europäischen und internationalen Austausch in allen Bildungsbereichen. Sie richtet sich an Schülerinnen und Schüler, Studierende, Auszubildende, Absolventinnen und Absolventen, Lehrende und Hochschulmitarbeitende. Die Leitaktion 2 „Zusammenarbeit zwischen Organisationen und Einrichtungen" fördert Kooperation und Austausch zwischen Bildungs- und Jugendorganisationen in Europa. Unter der Leitaktion 3 „Unterstützung der Politikentwicklung und der politischen Zusammenarbeit" werden Maßnahmen gefördert, die das Ziel haben, die Entwicklung und Umsetzung innovativer politischer Konzepte, den politischen Dialog sowie den Wissenstransfer in den Bereichen Bildung, Ausbildung und Jugend anzuregen.

Das aktuelle Programm zielt darauf ab, lebenslanges Lernen stärker als in der vorherigen Programmgeneration zu fördern, nachhaltiges Wachstum zu ermöglichen, sozialen Zusammenhalt und die europäische Identität zu stärken sowie Innovationen voranzutreiben. Um die qualitative Wirkung der Programmmaßnahmen zu erhöhen und Chancengleichheit sicherzustellen, richtet sich *Erasmus+* an Menschen unterschiedlichen Alters und mit unterschiedlichen kulturellen, sozialen und wirtschaftlichen Hintergründen. Im Zentrum stehen dabei die eng miteinander verbundenen Themen Inklusion und Diversität, Digitalisierung, politische Bildung und ökologische Nachhaltigkeit. Neue Initiativen sind z. B. die *Europäischen Hochschulen (EHN)* (→ **VI 3.3 Europäischer Hochschulraum**), die *Zentren der beruflichen Exzellenz*, die *Teacher Academies* und *DiscoverEU*. Auch lassen sich internationale Mobilitätsprojekte in der beruflichen Bildung in Drittländern organisieren, die mit dem Programm assoziiert sind. Die persönliche Mobilität wird durch die digitale Mobilität oder die Kombination beider ergänzt – die sogenannte gemischte Mobilität.

Die bereits in früheren Programmgenerationen bewährte Aktion *Jean Monnet* fördert Lehre, Lernen, Forschung und Debatten zu Fragen der europäischen Integration sowie zu künftigen Herausforderungen und Chancen der EU. Die Förderung umfasst Forschung und Lehre im Bereich der europäischen Studien. Dazu gehören z. B. kurze Lehrprogramme oder die *Jean-Monnet-Lehrstühle*. Des Weiteren wird der politische Diskurs mit der akademischen Welt gefördert, z. B. in internationalen Netzwerken von Hochschulakteurinnen und -akteuren zur europäischen



Integration sowie in entsprechenden Vereinen, die zur europäischen Integration beitragen. Die aktuelle Programmgeneration fördert mit den *Jean-Monnet-Netzen für Schulen und Berufsbildungseinrichtungen* erstmals auch Maßnahmen der schulischen, der allgemeinen und der beruflichen Bildung.

Mit *InterAct* bietet *Erasmus+* Geflüchteten psychosoziale Unterstützung. Indem es mit akademischen Einrichtungen zusammenarbeitet, bündelt das Projekt *InterAct* Erfahrungen aus Flüchtlingszentren in den EU-Ländern Deutschland, Griechenland, Spanien und Schweden und schafft einen Transfer von Best und Good Practices in die reguläre Praxis der psychosozialen Unterstützung, Bildung und Forschung. Konkret identifiziert und adressiert das Projekt Erfolgsfaktoren der Zusammenarbeit zwischen Psychologie, Ergotherapie, Physiotherapie, Sozialarbeit, Logopädie und Gesundheitserziehung bei psychosozialen Interventionen für Flüchtlinge. Dabei werden Lehr- und Ausbildungsmodelle, Erfahrungen aus der Praxis und entsprechende Forschungsergebnisse kombiniert. Bisherige Ergebnisse sind eine pädagogische Toolbox für die psychosoziale Praxis, Leitlinien für die Praxis sowie politische Empfehlungen.

Weitere Informationen im Internet:

- Erasmus+
- Jean-Monnet-Lehrstühle
- Erasmus+ – InterAct (engl.)

3.5 Beitrag der EU-Kohäsionspolitik zu Forschung und Innovation

Die Kohäsionspolitik der Europäischen Union ist das zentrale Instrument zur Überwindung struktureller Unterschiede zwischen den Regionen in Europa. Durch Strukturinvestitionen trägt sie dazu bei, die regionalen Entwicklungs- und Innovationspotenziale in allen europäischen Regionen auszuschöpfen und Entwicklungsunterschiede abzubauen. Die Investitionen der Förderperiode 2021 bis 2027 werden, dies zeigen wissenschaftliche Modellsimulationen, das Bruttoinlandsprodukt (BIP) der EU bis 2029 um voraussichtlich 0,5 % erhöhen. Das durch die Förderung induzierte Wachstum wird dabei in den weniger entwickelten Regionen deutlich höher ausfallen.

Aus deutscher Sicht ist die Kohäsionspolitik ein wichtiges Instrument, um den Strukturwandel in Zeiten der „doppelten Transformation“ (Klimawandel und Digitalisierung) voranzubringen. Mit Blick auf die Stärkung der Forschungs- und Innovationspotenziale ist vor allem der *Europäische Fonds für regionale Entwicklung (EFRE)* von großer Bedeutung. Er unterstützt die Förderung von Spitzenforschung in *Horizont Europa* durch zielgerichtete Investitionen in Forschung, technologische Entwicklung und Innovation. Aufbauend auf regionalen Strategien für intelligente Spezialisierung (Smart Specialisation), setzen die Bundesländer die Strukturfondsförderung entsprechend ihren regionalen Bedürfnissen um (→ **IV 6.7 Gleichwertige Lebensverhältnisse**). Diese Strategien haben regionale Alleinstellungsmerkmale und Wettbewerbsvorteile herausgearbeitet, die durch den gezielten Einsatz von Fördermitteln weiterentwickelt werden. Dieser strategisch geleitete Einsatz trägt wesentlich dazu bei, Forschungs- und Innovationspolitik passend auf die spezifischen regionalen Kontexte auszurichten. Somit gelingt es, regionale Unterschiede abzubauen, wie sie in Deutschland nicht nur zwischen den west- und ostdeutschen Bundesländern, sondern auch innerhalb vieler Bundesländer bestehen.

Neben Investitionen und Unternehmensförderungen konzentriert sich die Kohäsionspolitik dabei insbesondere auf die Stärkung der regionalen Forschungs- und Innovationsaktivitäten. Synergien zwischen *Horizont Europa* und dem *EFRE* spielen dabei eine zentrale Rolle. Ziel ist es, durch gezielte Programmverzahnungen zum einen die Voraussetzungen zu schaffen, dass Regionen bzw. dort verankerte Akteure, wie z. B. Hochschulen, in steigendem Maße an *Horizont-Europa*-Projekten teilnehmen. Zum anderen

soll eine steigende Zahl von Unternehmen in den Regionen durch Transfer aus den Forschungsergebnissen Innovationen schaffen und damit zur Entwicklung und zum Wachstum ihrer Region beitragen. Diese Synergien werden in Zukunft eine höhere Bedeutung in der Programmplanung auf europäischer und nationaler Ebene bekommen. Begrenzte Mittelausstattungen machen den komplementären Einsatz der verfügbaren Mittel dort umso wichtiger, wo sie ihre größte Wirkung entfalten können.

Um diese Synergien zwischen der EU-Forschungsförderung und dem *EFRE* in Deutschland zu stärken, hat das BMBF bereits 2014 gemeinsam mit den Bundesländern den nationalen Synergiendialog gestartet. In diesem ressortübergreifenden Erfahrungsaustausch zwischen Programmverantwortlichen der Forschungs- und Wirtschaftsressorts auf Bundes- und Länderebene werden praktische Lösungen erarbeitet, um die komplementäre Wirkung der einzelnen Förderinstrumente zu ermöglichen. Explizites Ziel des Synergiendialogs ist es, Reformvorschläge zu entwickeln, zu diskutieren und in nationale und europäische Gremien einzubringen.

Der Dialog hat dazu beigetragen, dass mittlerweile nicht nur eine Reihe guter Beispiele von Synergien auf regionaler Ebene in Form von strategisch ausgerichteten Projektfamilien existiert (z. B. in den Technologiefeldern Wasserstoff und Mikroelektronik). Er dient auch dazu, zwischen Bund und Ländern Erfahrungen zu teilen, die in Zusammenhang mit der Umsetzung der EU-Missionen bei der Programmplanung, dem Einbezug von Akteuren und der Projektumsetzung gemacht werden. Damit trägt der Dialog zu einer besseren Governance der Kohäsionspolitik bei.

Mit der Förderung von europäischen *Regional Innovation Valleys* hat die Europäische Kommission jüngst eine weitere wichtige Initiative zur Stärkung und Weiterentwicklung von regionalen Innovationsökosystemen gestartet. Diese Form von Förderung ist wichtig, denn sie trägt zur überregionalen innovationsgetriebenen Vernetzung von Regionen und zum Transfer zwischen weiter und weniger weit entwickelten Regionen bei. Unter dem Dach der *Neuen Europäischen Innovationsagenda* wird damit explizit das Ziel einer Stärkung der Kohäsion verbunden. Forschungs-, Innovations- und Kohäsionspolitik wachsen somit weiter zusammen. An den entsprechenden Aufrufen der Europäischen Kommission haben sich auch deutsche Regionen beteiligt.

Die Verzahnung dieser beiden Politikfelder entwickelt sich auch mit dem *Fonds für einen gerechten Übergang* (engl. *Just Transition Fund; JTF)* als einem neuen Instrument der Kohäsionspolitik weiter: Gebiete, die aufgrund des Übergangs zu einer klimaneutralen Wirtschaft schwerwiegende sozioökonomische Herausforderungen bewältigen müssen, erhalten vom *JTF* Unterstützung. Diese Förderung dient der Umsetzung des *European Green Deal*, mit dem die EU bis 2050 klimaneutral werden soll. In den deutschen Fördergebieten in den Ländern Brandenburg, Nordrhein-Westfalen, Sachsen und Sachsen-Anhalt entstehen hierdurch zum einen zahlreiche neue Infrastrukturen, wie z. B. Gründungs- und Technologiezentren, aus denen Forschungs- und Innovationsprojekte heraus entwickelt werden können. Zum anderen werden Projekte zum Technologietransfer in KMU gefördert, die dadurch von Forschungsergebnissen profitieren können.

Weitere Informationen im Internet:

- EU-Büro des BMBF: Bund-Länder-Dialog
- Europäische Kommission: Synergies between Horizon Europe and ERDF programmes (engl.)
- Europäische Kommission: Regional Innovation Scoreboard 2023 (engl.)
- Europäische Kommission: Achter Kohäsionsbericht

3.6 Forschungs- und Innovationszusammenarbeit in Europa

Die bilaterale Zusammenarbeit mit europäischen Ländern ist für Deutschland von zentraler forschungspolitischer Bedeutung. Aus ihr entstehen neue Netzwerke, Themen und Formate der Zusammenarbeit, die den Weg für multilaterale Kooperationen und die Gestaltung des EFR ebnen. Das BMBF unterstützt daher gezielt die Heranführung strukturschwächerer EU-Länder an den EFR. Der Fokus liegt dabei auf den mittelost- und südosteuropäischen Staaten (EU13).

Mit der im Oktober 2021 veröffentlichten Fördermaßnahme *Bridge2ERA2021* werden Partner aus der Region mit deutschen und anderen europäischen Einrichtungen vernetzt, um einen Förderantrag für europäische Forschungs- und Innovationsprogramme wie z. B. *Horizont Europa* einzureichen. In den ersten beiden Ausschreibungsrunden der bis 2026 laufenden Maßnahme werden bisher 24 Einzelvorhaben vom BMBF gefördert. Auch die Länder des Westlichen Balkans können sich an diesem Förderinstrument beteiligen. Gleichzeitig werden Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler unterstützt, um deren Abwanderung aus den EU13-Ländern entgegenzuwirken.

Das Vereinigte Königreich und die EU-Kommission haben ihren Disput um das Handels- und Kooperationsabkommen mit dem *Beschluss von Windsor* Ende Februar 2023 erfolgreich beigelegt. Zudem haben sich beide Seiten auf ein Abkommen zur Assoziierung des Vereinigten Königreichs zu *Horizont Europa* geeinigt, welches am 1. Januar 2024 in Kraft getreten ist. Damit haben sich auch die Türen für die Wiederbelebung der bi- und multilateralen Beziehungen nach dem Brexit geöffnet.

Das Forschungs- und Innovationssystem der EU bleibt leistungs- und widerstandsfähig, wenn seine Fortentwicklung alle EU-Mitgliedstaaten mitnimmt. Als forschungs- und innovationsstarker Mitgliedstaat steht Deutschland ganz besonders in der Verantwor-

Wasserstofflieferketten von Nord- und Nordwesteuropa nach Deutschland



Für deutsche Häfen haben im Rahmen der Dekarbonisierung Infrastrukturvorhaben zu Grünem Wasserstoff, die zur Deckung des Bedarfs nach grüner Energie in Deutschland beitragen können, einen hohen Stellenwert. Gleich mehrere Länder Nordwesteuropas verfügen z. B. über ein enormes Potenzial für die Produktion von Grünem Wasserstoff aus Windenergie und dessen Export in Richtung Deutschland. Hier setzt das vom BMBF geförderte Projekt „Wasserstofflieferketten“ an, in dessen Rahmen seit Mai 2023 das Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) und die Fraunhofer-Einrichtung für Energieinfrastrukturen und Geothermiesysteme (IEG) gemeinsam forschen. Binnen zweier Jahre werden die beiden Forschungsinstitute mögliche Wasserstofflieferketten von Nord- und Nordwesteuropa nach Deutschland untersuchen. Dabei liegt ein Fokus darauf, welche Energieimportrouten sich für kurzfristige Demonstrationsprojekte eignen. Im Rahmen des Projekts werden geeignete Verbraucher in Hafennähe identifiziert, die von der Nutzung von Grünem Wasserstoff zur kurz- und langfristigen Reduzierung der eigenen Emissionen profitieren können. Darüber hinaus wird untersucht, welcher wasserstoffbasierte Energieträger sich am besten für den Transport eignet und welche Infrastruktur bereits in den deutschen Häfen und in den potenziellen Exportländern vorhanden ist.

tung, dazu beizutragen, die Unterschiede im Leistungsniveau der nationalen FuI-Systeme abzubauen. Durch sein wirksames Engagement für den EFR trägt das BMBF gemeinsam mit weiteren EU-Ländern entscheidend dazu bei, die europäische Souveränität zu stärken. Traditionell unterhält Deutschland bei Forschung, Innovation und Bildung enge bilaterale Kooperationen mit anderen großen EU-Mitgliedstaaten, allen voran mit Frankreich. Enge Austauschbeziehungen gibt es auch zu den anderen direkten Nachbarländern, darunter Polen und die Niederlande.

Frankreich

Frankreich ist Deutschlands wichtigster Kooperationspartner in Europa. Den Rahmen der bilateralen Zusammenarbeit bildet der *Vertrag von Aachen*, den beide Länder im Januar 2019 unterzeichnet haben. Durch diesen Vertrag bekräftigen Deutschland und Frankreich ihre Kooperation und bekennen sich zu einem starken, zukunftsfähigen und souveränen Europa.

Am 22. Januar 2023 trafen sich zum 60. Jahrestag der Unterzeichnung des *Élysée-Vertrages* die beiden Regierungen zum Deutsch-Französischen Ministerrat in Paris und verabschiedeten eine gemeinsame Erklärung. Die beiden Forschungsministerinnen diskutierten auch während der deutsch-französischen Regierungsklausur im Oktober 2023 in Hamburg Kooperationsthemen wie Batterieforschung, KI und Hochleistungsrechner sowie europäische Innovationsnetzwerke.

Von großer Bedeutung für die wissenschaftliche Zusammenarbeit beider Länder sind die seit 2002 regelmäßig stattfindenden Foren zur deutsch-französischen Forschungskooperation. Ziel der Foren ist es, sich auf hochrangiger Ebene über forschungs- und innovationspolitische Strategien abzustimmen. Im Dezember 2022 fand das mittlerweile 7. Forum zur deutsch-französischen Forschungskooperation statt. Dort kamen Vertreterinnen und Vertreter der Forschungsministerien und Fachleute beider Länder zusammen, um das gemeinsame Forschungsportfolio weiterzuentwickeln und neue Maßnahmen vorzustellen. Diese legen inhaltliche Schwerpunkte auf die Forschung zu Batterien und Energie, Klima und Nachhaltigkeit sowie IT-Sicherheit und KI, aber auch auf partizipative Wissenschaften. Auf europäischer Ebene liegt der Fokus der Zusammenarbeit auf Hochleistungsrechnern.

Bedeutende Säulen der Zusammenarbeit sind das deutsch-französische interdisziplinäre Zentrum für Geistes- und Sozialwissenschaften Centre Marc Bloch und die Deutsch-Französische Hochschule.

Weitere Informationen im Internet:

- Deutschland und Frankreich: Forschung für die Zukunft Europas
- Deutsch-Französische Erklärung 2023
- Vertrag von Aachen
- Deutsch-Französisches Projekt „Natur der Dinge“

Beispielprojekt „Natur der Dinge“

Welchen Einfluss hat der Mensch auf die Natur und wie sehen wir diesen? Beim deutsch-französischen Projekt „Natur der Dinge“ kann jede Bürgerin und jeder Bürger zu einer Sammlung beitragen, die menschengemachte Umweltveränderungen in den Fokus nimmt. Dieses Vorhaben der Berliner und Pariser Museen für Naturkunde lädt dazu ein, mit eigenen Objekten, persönlichen Geschichten sowie lokalem und kulturellem Wissen zu einer digitalen Kollektion beizutragen. Eine dreisprachige Online-Plattform ermöglicht es, digitalisierte Objekte und deren individuelle Geschichte zu veröffentlichen und sich mit anderen darüber auszutauschen. Mit der wissenschaftlichen Begleitung der Museen fördert das Projekt Kenntnisse über neuartige Sammlungsmethoden, aktuelle gesellschaftliche globale Transformationen und die Integration des Wissens verschiedener Akteurinnen und Akteure und Gemeinschaften in naturkundliche Sammlungspraktiken.

Polen

Auf der Basis des Abkommens zur *Wissenschaftlich-Technologischen Zusammenarbeit (WTZ)* von 1989 verbindet Deutschland mit dem Nachbarland Polen eine lange und vertrauensvolle Forschungs- und Innovationszusammenarbeit. Mit einer vom BMBF beauftragten Potenzialanalyse zur deutsch-polnischen Kooperation wurde 2023 die Grundlage für die weitere Zusammenarbeit aktualisiert.

Die gegenwärtig wichtigsten Säulen der bilateralen Zusammenarbeit sind *2+2-Förderprogramme* zum Technologietransfer in der Digitalisierung der Wirtschaft unter Beteiligung von Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die Deutsch-Polnische Wissenschaftsstiftung (DPWS) und das *Dioscuri*-Programm der Max-Planck-Gesellschaft (MPG).

Schwerpunkt der ersten Bekanntmachung des *2+2-Förderprogramms* war die „Digitalisierung der Medizintechnik und Gesundheitsforschung". Fünf Projekte liefen von 2019 bis 2022. Im März 2021 wurde eine zweite Förderbekanntmachung *Digital Green Tech* mit dem Schwerpunktthema „Smart Villages" veröffentlicht, welches das BMBF ab 2022 mit vier weiteren Projekten fördert.

Die DPWS hat seit 2008 das Ziel, Wissenschaft und Völkerverständigung zu fördern. Sie unterstützt innovative Projekte von Studierenden und Forschenden in den Geistes- und Sozialwissenschaften und entwickelt neue Modelle der Zusammenarbeit. 420 Projekte hat die DPWS mit rund 12 Mio. Euro seit Beginn ihrer Tätigkeit gefördert. Sonderausschreibungen adressieren aktuell die deutsch-polnischen Beziehungen.

Die MPG und das polnische Nationale Zentrum für Wissenschaft (NCN) haben 2017 das Förderprogramm *Dioscuri* initiiert. Ziel des Programms ist es, die Entwicklung wissenschaftlicher Exzellenz in Polen durch den Aufbau von *Dioscuri*-Zentren zu unterstützen. Die Zentren sollen langfristig dazu beitragen, dass weiterhin bestehende Exzellenzgefälle in Europa zu verringern. Fünf *Dioscuri*-Zentren in Warschau und drei in Krakau konnten bis 2023 eingerichtet werden. In Tschechien wird ab 2024 ebenfalls mit dem Aufbau erster *Dioscuri*-Zentren begonnen.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Polen: Nachbar und Partner

Niederlande

Die bilaterale Zusammenarbeit zwischen Deutschland und den Niederlanden in Bildung, Forschung und Innovation hat sich seit 2022 spürbar intensiviert. Ein wichtiges Ereignis war die Zusammenkunft des deutsch-niederländischen Klimakabinetts am 4. Oktober 2022 in Berlin. Dabei haben sich Deutschland und die Niederlande zum Ziel gesetzt, ihre klima- und energiepolitischen Beziehungen weiter zu vertiefen. Beide Länder haben zudem angekündigt, ihre Zusammenarbeit in den Bereichen Offshore-Windenergie und Wasserstoff weiterentwickeln zu wollen. Sie starteten einen gemeinsamen Förderaufruf zu Grünem Wasserstoff und grüner Chemie *(Electrochemical materials and processes for green hydrogen and green chemistry).*

In der Gemeinsamen Erklärung anlässlich der 4. Deutsch-Niederländischen Regierungskonsultationen vom 27. März 2023 bekräftigen beide Länder, die bilaterale Zusammenarbeit in vier strategischen Bereichen auszubauen: in der Batterieforschung, der Wasserstoffforschung, der Solartechnik und der Quantentechnologie. So wurde im Bereich Batterieforschung am 17. April 2023 im Rahmen der Hannover Messe die *Joint Declaration of Intent „Next Generation of Batteries"* unterzeichnet.

Zum Thema „Knowledge Security" fand am 25. Oktober 2023 die hochrangig besetzte „Conference on Open and Safe International Cooperation" mit Beteiligten aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft statt. Die Veranstaltung wurde von der niederländischen Botschaft und dem BMBF gemeinsam durchgeführt. Neben dem gegenseitigen Austausch zum Sachstand und zu Beispielen guter Praxis betonte das Treffen die Bedeutung des Themas und die Notwendigkeit eines entsprechenden EU-Ansatzes.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Kooperation international: Niederlande

Griechenland

Die Kooperation in Bildung, Forschung und Innovation mit Griechenland hat sich seit dem Abschluss des *Deutsch-Griechischen Aktionsplans für die bilaterale Zusammenarbeit* im Jahr 2016 kontinuierlich intensiviert. Maßgeblich dazu beigetragen hat die zweite Auflage des *Deutsch-Griechischen Forschungs- und Innovationsprogramms*, dessen Projekte bis 2022 liefen. Im Mittelpunkt der bilateralen Kooperationsförderung standen Themen aus den Bereichen Gesundheitsforschung, Bioökonomie, Energieforschung, Geistes- und Sozialwissenschaften, Materialforschung und Schlüsseltechnologien. Für die 24 ausgewählten Forschungsprojekte stellten Deutschland und Griechenland zusammen rund 18 Mio. Euro bereit. Um die Ergebnisse der Projekte schneller in die Praxis zu überführen, unterstützte das BMBF die Vorhaben mit flankierenden Maßnahmen zum Wissens- und Technologietransfer.

Die dritte Bekanntmachung zum *Deutsch-Griechischen Forschungs- und Innovationsprogramm* wird 2024 veröffentlicht. Im Fokus steht die bilaterale Kooperation beim Thema Grüner Wasserstoff. Dabei wird auf eine enge Zusammenarbeit zwischen Partnerinstitutionen aus Wissenschaft und Wirtschaft gesetzt, um den Wissens- und Technologietransfer zu unterstützen.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Internationales Büro: Griechenland

Schweiz

Seit vielen Jahren pflegen Deutschland und die Schweiz eine intensive Zusammenarbeit in Bildung und Forschung, gestützt auf meist jährliche Treffen der Ministerien auf Leitungsebene. Am 24. Oktober 2023 veranstaltete das BMBF und das Schweizerische Staatssekretariat ein Forschungs- und Innovationsforum in der Deutschen Botschaft Bern. Die deutschen und schweizerischen Teilnehmenden auf Abteilungsleitungs- und Arbeitsebene erhielten dort die Gelegenheit zu tiefergehenden Diskussionen ihrer Kooperationsthemen, insbesondere mit dem Ziel des Auf- und Ausbaus der bilateralen Zusammenarbeit.

Besonders hervorzuheben ist die aktive Kooperation der 2018 gegründeten schweizerischen Agentur für Innovationsförderung (Innosuisse) mit der deutschen *Agentur für Sprunginnovationen (SPRIND)* und der *Deutschen Agentur für Transfer und Innovation (DATI)*.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Internationales Büro: Schweiz

Westlicher Balkan

Albanien, Bosnien und Herzegowina, Kosovo, Montenegro, Nordmazedonien und Serbien – seit vielen Jahren begleitet das BMBF die Heranführung der Westbalkanstaaten an den EFR und die EU. Seit 2019 unterstützt das BMBF die Kooperation mit dem Westlichen Balkan im Rahmen eines besonderen Förderinstruments – und betrat damit Neuland: Zum einen lassen sich im Rahmen der *Bekanntmachung zur Förderung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten zwischen Deutschland und den Westbalkanstaaten (WBC2019)* statt der bisherigen Vernetzung oder Anbahnung auch gemeinsame Forschungsarbeiten finanzieren. Zum anderen fördert das Instrument in besonderem Maße den wissenschaftlichen Nachwuchs in den Westbalkanstaaten. Zu diesem Zweck erhalten 14 bilaterale Projekte Unterstützung, um durch Forschung innovative Produkte und Verfahren zu entwickeln. Ziel ist es, auf diese Weise in der Region den Braindrain – die Abwanderung vor allem junger Forschender – zu bekämpfen. Das BMBF nimmt darüber hinaus regelmäßig an einem wichtigen Forum zum Austausch mit den Ländern des Westlichen Balkans teil: Die *Western Balkans Steering Platform on Research and Innovation* ist eine forschungspolitische Dialogplattform auf EU-Ebene. Hier tauschen sich Länder der EU und des Westlichen Balkans sowie europäische und internationale Institutionen und Initiativen regelmäßig zu wichtigen Themen der Forschungs- und Innovationspolitik aus.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Förderbekanntmachung WBC2019
↗ Kooperation international: Länder Westbalkan

3.7 Ukraine und weitere Länder der Östlichen Partnerschaftsregion

Die Bundesregierung hat die langjährige deutsch-ukrainische Zusammenarbeit in den Bereichen Forschung, Bildung und Innovation auch während des russischen Angriffskriegs aufrechterhalten und ausgebaut. Ziel ist es, Perspektiven für eine zukunftsgerichtete und resiliente Ukraine nach Kriegsende zu schaffen. Unterstützt werden zum einen der Wiederaufbau des Wissenschaftssystems, die Stärkung von Potenzialen vor Ort und die Integration des Landes in den Europäischen Forschungsraum (EFR). Zum anderen arbeitet das BMBF daran, die Geflüchteten aus der Ukraine – Schülerinnen und Schüler sowie Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler – zu unterstützen und ihre Bildungs- und Berufschancen zu verbessern. Hierfür werden relevante Kompetenzen vermittelt sowie Forschungsaufenthalte ermöglicht. Das AA unterstützt ukrainische Studierende und Forschende intensiv mit verschiedenen Stipendienprogrammen. Darüber hinaus wurden die bilateralen Wissenschaftskooperationen mit den Ländern der sogenannten Östlichen Partnerschaft (Armenien, Aserbaidschan, Georgien, Republik Moldau) in den letzten Jahren systematisch weiterentwickelt, um die Anbindung dieser Länder an den EFR zu unterstützen.

Wiederaufbau des ukrainischen Wissenschafts- und Innovationssystems

Deutschland setzt sich zusammen mit der internationalen Staatengemeinschaft dafür ein, Perspektiven für die Zukunft der Ukraine nach dem Krieg zu schaffen. Die Bundesregierung steht solidarisch an der Seite der Ukraine und unterstützt das Land im Schulterschluss mit den forschungs- und wissenschaftspolitischen Vertreterinnen und Vertretern der Bundesländer und der Wissenschaftsorganisationen.

Unmittelbar nach dem russischen Angriff im Februar 2022 standen vor allem Instrumente zur Abfederung der dramatischen menschlichen, wirtschaftlichen und sozialen Kriegsfolgen im Fokus. Mittel- und langfristig gewinnen jedoch Maßnahmen an Bedeutung, die einem Braindrain aus dem Land nachhaltig entgegenwirken, Erhalt und Ausbau der wissenschaftlichen Potenziale fördern und die Ukraine beim Wiederaufbau des Wissenschaftssystems unterstützen. Eine moderne und leistungsfähige Forschungs- und Innovationslandschaft mit starken Universitäten und Forschungseinrichtungen sowie ein funktionierender Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse in Wirtschaft und Gesellschaft sind die Grundlagen dafür, dass die Ukraine die Kriegsfolgen bewältigt und gegenüber globalen Herausforderungen resilienter wird.

Deutschland und die Ukraine verbindet eine lange und vertrauensvolle Kooperationstradition in Bildung und Forschung. Das Fundament dafür ist die gemeinsame Erklärung zur *Wissenschaftlich-Technologischen Zusammenarbeit (WTZ),* die im Jahr 1993 unterzeichnet wurde. Seitdem haben beide Länder durch regelmäßige bilaterale *WTZ*-Sitzungen und Fördermaßnahmen eine Vielzahl gemeinsamer Kooperationsprojekte angestoßen und Forschungsnetzwerke etabliert. Dadurch ist es gelungen, eine beständige und kontinuierliche Zusammenarbeit aufzubauen, die selbst in Kriegszeiten aufrechterhalten und fortgesetzt wird. So haben beide Länder im Jahr 2023 die bilaterale Bekanntmachung zur *Förderung von Projekten zum Thema Forschungs- und Entwicklungszusammenarbeit zwischen Deutschland und der Ukraine* veröffentlicht. Diese sollen komplementäre Expertise der Forschenden aus Deutschland und der Ukraine bündeln und die bilateralen Partnerschaften in Forschung, Entwicklung und Innovation aufbauen. Thematisch orientiert sich die *WTZ*-Bekanntmachung an den prioritären Schwerpunkten beider Länder. Hierzu gehören z. B. Nachhaltigkeit, Klima, Digitalisierung sowie Geistes- und Sozialwissenschaften. Mit einem gesonderten Förderaufruf unterstützt das BMEL zudem Forschungsprojekte zur nachhaltigen Bewirtschaftung und Wiederherstellung ukrainischer Wälder.

Die enge Zusammenarbeit bietet die Chance, thematisch fokussierte Partnerschaften zu vertiefen – etwa, wie im Koalitionsvertrag ausgeführt, im Bereich der Energiewirtschaft zum Einsatz von Grünem



Wasserstoff. Die Energieinfrastruktur in der Ukraine gehört zu den besonders kritischen bzw. vorrangig zu behandelnden Bereichen beim Wiederaufbau. Die gemeinsame Erforschung und Entwicklung von nachhaltigen Energietechnologien können einen Beitrag dazu leisten, den schwer getroffenen Energiesektor in der Ukraine zukunftsfähig wiederaufzubauen und den Nachhaltigkeitszielen in beiden Ländern näherzukommen. Hierfür werden seit 2023 bilaterale Projekte zur Erforschung von grünen Wasserstofftechnologien gefördert.

Das Anfang Juni 2023 am Helmholtz-Zentrum Berlin gestartete, BMBF-geförderte Projekt *Green Deal Ukraina (GDU)* verfolgt zudem das Ziel, gemeinsam mit Partnereinrichtungen aus Polen und der Ukraine in Kiew bis 2027 einen Energie- und Klima-Thinktank aufzubauen. Dieser soll unabhängig und faktenbasiert ukrainische Regierungsinstitutionen, politische Entscheidungsträgerinnen und -träger, Wirtschaft und Gesellschaft beim Wiederaufbau eines nachhaltigen Energiesystems in der Ukraine beraten. Dazu werden im *GDU* wissenschaftlich fundierte und aktuelle Daten genutzt und daraus Modelle und Werkzeuge des zukünftigen Energiesystems erarbeitet.

Deutschland konnte bereits durch sein bisheriges Engagement wichtige Impulse zu Modernisierungsprozessen der ukrainischen Forschungslandschaft leisten. Die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) und der Wissenschaftsrat (WR) dienten als Vorbilder für die neu gegründeten ukrainischen Wissenschaftsorganisationen.

Um Indikatoren zur Evaluierung von ukrainischen Wissenschaftseinrichtungen weiterzuentwickeln, wurden Erfahrungen der Leibniz-Gemeinschaft genutzt. Für den Wiederaufbau des Landes nach dem Kriegsende werden sicherlich enorme Kraftanstrengungen erbracht werden müssen. Er kann aber auch als eine Chance genutzt werden, um die Reform- und Umstrukturierungsprozesse weiter voranzutreiben und das ukrainische Wissenschaftssystem im Einklang mit gemeinsamen europäischen Werten zu erneuern. Hierzu zählen vor allem die Freiheit und Integrität der Forschung, die Einhaltung von Standards der guten wissenschaftlichen Praxis und die Transparenz. Das BMBF will die Ukraine dabei unterstützen, leistungsfähige und moderne Governancestrukturen in der Wissenschaft zu schaffen und die Rahmenbedingungen für FuI zu verbessern. Geplant werden zudem Maßnahmen, die den Ausbau von Forschungskapazitäten und -infrastrukturen in der Ukraine fördern und dem wissenschaftlichen Nachwuchs gute Bleibe- und Rückkehrperspektiven bieten.

Das BMBF unterstützt die Digitalisierung und Internationalisierung der ukrainischen Hochschulen. Die virtuellen Lehr- und Lernangebote spielen gerade in Kriegszeiten eine entscheidende Rolle, damit ukrainische Studierende eine Perspektive für einen Studienabschluss bekommen. Mit einem bereits seit 2019 laufenden DAAD-Sonderprogramm konnte eine wichtige Grundlage dafür geschaffen werden, Lehr- und Forschungsnetzwerke zwischen deutschen und ukrainischen Hochschulen zu stärken und den Austausch und Know-how-Transfer bei der Nutzung digitaler Methoden in Forschung, Lehre und Administration voranzubringen. Das 2022 initiierte DAAD-Programm *Ukraine digital* unterstützt ukrainische Hochschulen dabei, ihr Lehrangebot trotz kriegsbedingter Einschränkungen digital aufrechtzuerhalten und auszubauen, und ermöglicht damit ukrainischen Studierenden durch deutsch-ukrainische Kooperationen ihr Studium in der Ukraine fortsetzen und ggf. abschließen zu können. Der DAAD ermöglicht über das vom AA finanzierte Programm *Zukunft Ukraine* Forschenden die Fortsetzung ihrer Arbeit in Deutschland sowie die Weiternutzung von Stipendien nach der Rückkehr in die Ukraine.

Anfang 2023 wurde ein Prozess angestoßen, um ein neues deutsch-ukrainisches *WTZ-Abkommen* auszugestalten. Das Abkommen soll die Bedeutung und die Bandbreite der bilateralen Kooperation gerade vor dem Hintergrund des deutschen Beitrags zum Wiederaufbau der Ukraine abbilden. Zudem soll es eine rechtliche Grundlage schaffen, die im Geiste der Zeitenwende ein Zeichen für die Intensivierung der deutsch-ukrainischen Wissenschaftskooperation setzt. Im November 2023 haben die Bundesministerin Stark-Watzinger und der ukrainische Wissenschaftsminister Lisovyi eine gemeinsame Erklärung unterzeichnet, die für die Vorbereitung des Abkommens den Weg ebnen soll.

Die deutsche Entwicklungszusammenarbeit des BMZ unterstützt den Bildungssektor in der Ukraine zudem im Rahmen von multilateralen Grundbildungsfonds, im Hochschulbereich sowie durch die Unterstützung der Berufsbildungsreform.

Weitere Informationen im Internet:

- Kooperation international: Ukraine
- Internationales Büro: Ukraine
- Green Deal Ukraina (engl.)
- DAAD-Programm Ukraine digital

Deutsch-ukrainische Exzellenzkerne

Der wichtigste Baustein des BMBF-Beitrags zum Wiederaufbau der ukrainischen Wissenschaft ist die Einrichtung von deutsch-ukrainischen Exzellenzkernen. Diese sollen als Zentren wissenschaftlicher Exzellenz in Lwiw (zwei Exzellenzkerne), Kiew und Charkiw entstehen und die bilateralen Forschungskompetenzen sowie die Anschlussfähigkeit der ukrainischen Wissenschaft an die internationale Spitzenforschung stärken. Die thematische Bandbreite reicht dabei von Geschichtswissenschaften über Medizin und Wirkstoffforschung bis zu quantenbasierten Technologien sowie Nanomaterialien und digitalen Speichertechnologien. Die Vorhaben für die Exzellenzkerne wurden aus den in der vorgeschalteten Vorphase erarbeiteten zwölf Konzepten ausgewählt. Diese erhalten in der maximal vierjährigen Implementierungsphase jeweils eine Förderung von bis zu 2,5 Mio. Euro. Für die beiden Förderphasen stehen insgesamt bis zu 13 Mio. Euro zur Verfügung.

Eine der zentralen Ideen ist es, junge und erfahrene ukrainische Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in Forschungsgruppen zusammenzubringen und dadurch der Fragmentierung der ukrainischen Wissenschaft durch Flucht und Abwanderung entgegenzuwirken. Aufgrund der Kriegssituation wird es den Projekten ermöglicht, die Arbeitsgruppen zunächst in Deutschland einzurichten. Diese sollen jedoch in die Ukraine transferiert werden, sobald es die Sicherheitslage zulässt.

Die Ukraine hat für den Wiederaufbau als Referenzrahmen den *National Recovery Plan of Ukraine* definiert. Darin wird die Einrichtung von Centers of Excellence in Zusammenarbeit mit herausragenden internationalen Partnern als einer der wichtigsten Bausteine bezeichnet. Dies verdeutlicht, dass sich mit deutsch-ukrainischen Exzellenzkernen der Bedarf und die Prioritäten der ukrainischen Seite gezielt adressieren lassen.



Integration der Ukraine in den Europäischen Forschungsraum

Im Juni 2022 hat die Ukraine den EU-Beitrittskandidatenstatus erhalten und wurde an das Forschungsrahmenprogramm *Horizont Europa* assoziiert. Beides eröffnet neue Perspektiven, um die deutsch-ukrainischen Forschungskooperationen zu intensivieren. Der Wiederaufbau des Landes und der EU-Beitrittsprozess ermöglichen Synergien. Nach dem Grundsatz „build back better" wird es vor allem das Ziel sein, das gesamte Wissenschaftssystem zukunftsorientiert auszurichten und an die europäischen Standards und Praktiken anzugleichen.

Deutschland unterstützt daher die Integration der Ukraine in den Europäischen Forschungsraum (EFR). Mit der Förderbekanntmachung *Bridge2ERA-EaP* setzt sich das BMBF z. B. für eine erfolgreichere Beteiligung von Forschungskonsortien aus den Ländern der Östlichen Partnerschaft – darunter auch die Ukraine – an EU-Forschungsrahmenprogrammen ein. Das trägt dazu bei, einen gemeinsamen Wissens- und Innovationsraum zwischen der EU und der Ukraine (sowie den weiteren Ländern der Östlichen Partnerschaft) zu schaffen. Dieses Ziel wird durch die Vernetzung und Kooperation mit erfahrenen und innovationsstarken Partnereinrichtungen unterstützt.

Die Ukraine ist bereits im *Eureka*-Forschungsnetzwerk assoziiert. Forschungsprogramme zur Förderung von internationalen Kooperationen von KMU, wie z. B. *Eurostars*, könnten gezielt auf ukrainische Beteiligung fokussiert werden, um den Innovationsprozess und die Verwertung von wissenschaftlichen Erkenntnissen voranzutreiben.

Weitere Informationen im Internet:

- Unterstützungsmaßnahmen für die Ukraine
- Bridge2ERA-EaP
- Kooperation international: Bridge2ERA-EaP

Bildungschancen für Geflüchtete aus der Ukraine

Das BMBF hat in seinem Zuständigkeitsbereich die Weichen gestellt, um Geflüchteten aus der Ukraine die Aufnahme in das deutsche Bildungssystem zu erleichtern. So können sie beispielsweise eine Förderung ihrer schulischen oder hochschulischen Ausbildung *(BAföG)* beziehen, wenn sie die geltenden Voraussetzungen erfüllen. Darüber hinaus werden die Voraussetzungen geschaffen, dass Geflüchtete aus der Ukraine in Deutschland eine berufliche Ausbildung absolvieren können. Dabei wird die perspektivische Rückkehr in ihr Heimatland im Blick behalten. Es geht insbesondere darum, Kompetenzen zu fördern, die die Ukraine für den Wiederaufbau des Landes und die Entwicklung wirtschaftlichen Wohlstands benötigen wird.

Die Schulen in Deutschland haben mehr als 210.000 geflüchtete Schülerinnen und Schüler aus der Ukraine aufgenommen. Die Bundesregierung leistet den Ländern mit Blick auf flüchtlingsbezogene Kosten umfangreiche finanzielle Unterstützung. Die Mittel kommen auch der Integration ukrainischer Geflüchteter in das deutsche Bildungssystem sowie dem Auf- und Ausbau entsprechender Unterstützungsmaßnahmen zugute. Gemeinsam mit der Kultusministerkonferenz steht das BMBF in engem Austausch mit dem ukrainischen Bildungs- und Wissenschaftsministerium.

Um fluchtbedingte Brüche in den Bildungsbiografien geflüchteter Schülerinnen und Schüler aus der Ukraine zu vermeiden, besteht die Möglichkeit, den ukrainischen „Nationalen Mehrfächertest" in Deutschland abzulegen. Über diese Tests können Schülerinnen und Schüler aus der Ukraine in Abschlussjahrgängen

die Berechtigung für ein Studium an einer ukrainischen Hochschule erwerben.

Das BMBF hat über *Ukraine digital – Studienerfolg in Krisenzeiten sichern* hinaus eine Vielzahl von Maßnahmen initiiert, um aus der Ukraine geflüchtete Studierende und Forschende zu unterstützen. Hierzu gehört z. B. die bedarfsgerechte Anpassung und Aufstockung der Geflüchtetenprogramme beim DAAD *(Integra, Welcome, Profi).* Zur Vorbereitung auf das Studium in Deutschland wurden zudem digitale Programme, wie z. B. *Digitaler Campus – Digital vorbereitet ins Studium* auf den Weg gebracht. Das AA unterstützt aus der Ukraine geflüchtete Studierende über die Aufstockung des DAAD-Programms *STIBET.*

Weitere Informationen im Internet:

↗ Unterstützung für Geflüchtete aus der Ukraine
↗ DAAD: Digitaler Campus
↗ DAAD: STIBET

Unterstützung geflüchteter ukrainischer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler

Das BMBF sowie die deutschen Forschungs- und Förderorganisationen unterstützen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus der Ukraine auf vielfältige Weise. Nach Ausbruch des Kriegs in der Ukraine konnten von der Alexander von Humboldt-Stiftung (AvH) mit Sondermitteln des BMBF und des AA Sofortmaßnahmen angeboten werden, um erneute oder verlängerte Forschungsaufenthalte in Deutschland für ukrainische Geförderte zu ermöglichen. 2022 wurde aus den Sondermitteln ein zusätzlicher Forschungspreis an einen Wissenschaftler aus der Ukraine vergeben und an zwei *Alexander von Humboldt-Professuren* Mittel zur Förderung von jeweils einer ukrainischen Forscherin vergeben. Im Jahr 2023 wurden die BMBF-Sondermittel genutzt, um die laufenden Förderungen in Deutschland fortzusetzen und mit den ersten Fördermaßnahmen von Alumni in der Ukraine zu beginnen. Seit Ausbruch des Kriegs wurden insgesamt 18 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus der Ukraine aus den BMBF-Sondermitteln gefördert. Acht Alumni wurde ein erneuter Forschungsaufenthalt in Deutschland ermöglich. Das AA finanzierte die Vergabe von 57 Forschungsstipendien an ukrainische Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler (→ **VI 1.3 Wissenschafts- und Mittlerorganisationen**).

Im BMZ-geförderten DAAD-Programm *Entwicklungsbezogene Aufbaustudiengänge (EPOS)* erhalten Studierende, die Staatsangehörige der Ukraine sind oder aus einem Land der DAC-Liste stammen und deren Studium aufgrund des Kriegs in der Ukraine unterbrochen ist, Master-Stipendien für ausgewählte deutsche Hochschulen.

Unter anderem die Wissenschaftsorganisationen wie die DFG, Helmholtz- und Leibniz-Gemeinschaften, MPG, die Leopoldina – Nationale Akademie der Wissenschaften oder auch die VolkswagenStiftung haben eine Reihe von Hilfsangeboten und Stipendien bereitgestellt, um den ukrainischen Forschenden in Deutschland übergangsweise berufliche Perspektiven zu bieten.

Das BMBF und die Länder haben gemeinsam mit der Allianz der Wissenschaftsorganisationen die zentrale Plattform „Nationale Akademische Kontaktstelle Ukraine“ initiiert. Sie stellt gebündelt und strukturiert die vielfältigen Unterstützungsangebote der deutschen Wissenschaft sowie Informationen zu Aufenthalt, Hochschulzugang, Studium und Alltagsleben in Deutschland bereit.

Weitere Informationen im Internet:

↗ AvH: Informationen und Maßnahmen Ukraine
↗ Nationale Akademische Kontaktstelle Ukraine

Zusammenarbeit mit weiteren Ländern der Region Östliche Partnerschaft

Neben einer besonderen Unterstützung für die Ukraine stärkt das BMBF die Zusammenarbeit auch mit den weiteren Ländern der Östlichen Partnerschaft. Armenien, Aserbaidschan, Georgien und die Republik Moldau werden bei den Reformen ihrer Wissenschaftssysteme unterstützt und insbesondere die Anbindung dieser Länder an den EFR begleitet. Das BMBF initiiert und fördert daher Kooperationsmaßnahmen, die das EU-Engagement in der Region flankieren. Hierzu gehören sowohl klassische

Mobilitätsmaßnahmen als auch Aktivitäten, die die Forschungs- und Innovationsfähigkeit steigern. Damit wird auch die wirtschaftliche sowie zivilgesellschaftliche Entwicklung dieser Staaten gefördert und für die Werte der EU geworben.

Die thematische Zusammenarbeit mit der Östlichen Partnerschaft und Zentralasien legt einen Fokus auf die zentralen Zukunftsfelder Nachhaltigkeit, Klimafolgen, Umwelt und Gesundheit. Damit wird das fachliche und naturräumliche Potenzial dieser Länder erschlossen, sodass regionale Lösungen für Fragestellungen von globaler Relevanz erarbeitet werden können. Eine wichtige Grundlage hierfür bildet die im Oktober 2023 veröffentlichte Rahmenbekanntmachung *Östliche Partnerschaft und Zentralasien* des BMBF. Das BMBF engagiert sich zudem im *Eastern Partnership Panel on Research and Innovation* der EU. Das Panel dient dem Austausch und der Abstimmung zukünftiger Aktivitäten mit den Ländern der Östlichen Partnerschaft.

Weitere Informationen im Internet:

- Plattform „Nationale Akademische Kontaktstelle Ukraine“
- Plattform „Wiederaufbau Ukraine“
- Rahmenbekanntmachung Östliche Partnerschaft und Zentralasien
- Östliche Partnerschaftsregion

Wasserstoff – Internationale Kooperation in Forschung und Innovation

Wasserstoff wird im Zuge der Energiewende zu einem der wichtigsten Energieträger werden, da er maßgeblich zur Sektorenkopplung und Dekarbonisierung energieintensiver Industrien beiträgt. Daher treibt die Bundesregierung Forschung, Innovation, den Markthochlauf von Wasserstoff und Wasserstofftechnologien in Deutschland voran (→ **IV 1.2 Erneuerbare und sichere Energieversorgung**).

Dennoch kann Deutschland seinen Bedarf an Wasserstoff für die Energieversorgung, Mobilität und industrielle Produktion nicht selbst decken. Deshalb kooperiert die Bundesregierung im Rahmen der *Nationalen Wasserstoffstrategie* bereits heute auf europäischer und internationaler Ebene zu Forschung und Innovation im Bereich Wasserstoff, vor allem um den Aufbau internationaler Produktionskapazitäten und den Import von zertifiziertem Wasserstoff voranzutreiben, und lotet dazu kontinuierlich weitere strategische Wasserstoff-Partnerschaften aus. In der Fortschreibung der *Nationalen Wasserstoffstrategie* 2023 werden die Notwendigkeit einer Forschungsförderung entlang der gesamten Wertschöpfungskette sowie die Stärkung der Fachkräfteausbildung betont. Bis 2030 soll Deutschland Leitanbieter für Wasserstofftechnologien werden.

Mit dem 2022 erfolgreich abgeschlossenen *Agendaprozess Grüner Wasserstoff* als Pilotinitiative im EFR haben Deutschland und seine Partner eine Basis für die notwendigen weiteren Schritte hin zu einer europäischen Wasserstoffwirtschaft geschaffen. Mit der *Strategischen Forschungs- und Innovationsagenda (SRIA)* für Grünen Wasserstoff wird gemeinsam mit Partnerländern des EFR die Grundlage gelegt, um eine Wasserstoff-Union auf europäischer Ebene zu etablieren. Die Umsetzung der Agenda erfolgt durch eine Reihe von Maßnahmen: Die Bundesregierung fördert z. B. das DAAD-Stipendienprogramm *ERA Fellowships Green Hydrogen*, um Studierende sowie Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler für das Thema Grüner Wasserstoff zu gewinnen und dem Fachkräftemangel entgegenzuwirken. Die europäische Zusammenarbeit wird in der neuen Arbeitsgruppe „Wasserstoff“ (Implementation Working Group „Hydrogen“) zur Umsetzung des *Europäischen Strategieplans für Energietechnologie (SET-Plan)* weitergeführt. Zu den wichtigsten europäischen Partnern hierbei zählen u. a. Bulgarien, Italien, Österreich und Portugal.

Neben dem *Agendaprozess* kooperiert Deutschland mit einzelnen EU-Staaten auf bilateraler Ebene. Um z. B. die Potenziale für Produktion und Export sowie →

mögliche Lieferketten und Transportwege von Irland nach Deutschland zu ergründen, fördert das BMBF seit Mitte 2023 eine Machbarkeitsstudie, die federführend vom Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI) durchgeführt wird. Weitere enge Kooperationen gibt es z. B. mit Frankreich, Griechenland und Italien.

Das BMBF setzt auf strategische Partnerschaften mit Staaten im westlichen und südlichen Afrika. Grundlage dafür ist der *Potenzialatlas Wasserstoff (H_2-Atlas-Africa)*. Seit Anfang 2023 fördert das BMBF vier deutsch-namibische Wasserstoff-Projekte mit etwa 30 Mio. Euro. Darüber hinaus werden in Namibia die Entwicklung einer Nationalen Wasserstoffstrategie, ein Capacity Building zur Aus- und Weiterbildung lokaler Fachkräfte sowie der Aufbau und Austausch von Fachwissen bei Studierenden gefördert. Zusätzlich unterstützt das BMZ die namibischen Partner bei der nachhaltigen Stadtplanung im Umfeld geplanter Produktionsanlagen für Grünen Wasserstoff und bei der Ausbildung von Fachkräften im Erneuerbare-Energien-Sektor.

Ein Highlight der Forschungskooperation mit Südafrika ist das vom BMBF mit 30 Mio. Euro geförderte Konsortium „CARE-O-SENE“ zur Entwicklung optimierter Katalysatoren, mit denen sich Grünes Kerosin herstellen lässt. Die technologische Entwicklung „Grüner“ Kraftstoffe wird mit sozialökonomischen Analysen begleitet und der Aufbau von strategischen Kooperationspartnerschaften zwischen verschiedenen deutschen und südafrikanischen Unternehmen und Forschungsinstitutionen gefördert.

Das BMZ hat mit Marokko und Tunesien Wasserstoffallianzen unterzeichnet, mit denen der Aufbau einer nachhaltigen Produktion von Grünem Wasserstoff gefördert wird. Darüber hinaus arbeitet es auch mit Südafrika, Brasilien, Tunesien, Kenia, Indien, Vietnam und Algerien im Bereich Wasserstoff zusammen und unterstützt u. a. den Aufbau von Pilot- und Referenzanlagen. Mit dem 2022 etablierten *PtX-Entwicklungsfonds* im Volumen von 270 Mio. Euro sollen großskalige Projekte im Bereich Grünen Wasserstoffs mit dem Ziel auf den Weg gebracht werden, lokale Wertschöpfungsketten und wirtschaftspolitische Rahmenbedingungen für den Aufbau lokaler Wasserstoffwirtschaften zu schaffen. Mit dem öffentlichen Ankerinvestment soll zusätzliches privates Kapitel in nennenswertem Umfang gehebelt werden. Nicht zuletzt bringt die Unternehmensallianz *Grüner Wasserstoff* des BMZ Unternehmen mit dem Ziel zusammen, diese entlang der gesamten Wertschöpfungskette in die Vorhaben des BMZ zur Unterstützung des Markthochlaufs in Partnerländern einzubinden.



Teilnehmerinnen der Konferenz „Green Hydrogen for a Sustainable European Future“, Berlin, 16. und 17. Mai 2022

Im Kampf gegen den Klimawandel arbeitet Deutschland eng auch mit Kanada zusammen. Gemeinsam mit dem kanadischen National Research Council (NRC) fördert das BMBF vier Projekte, bei denen Forschungseinrichtungen und Industrie kooperieren, um z. B. innovative Methoden zur Wasserstoffproduktion zu entwickeln und so die Produktionskosten zu senken.

Zwischen Deutschland und Chile besteht seit 2019 sowohl eine Energie- als auch eine Wasserstoffpartnerschaft mit einer Vielzahl von Projekten. Die 2020 mit BMWK-Förderung gestartete Pilotanlage Haru Oni nördlich von Punta Arenas ist das erste Vorhaben zur industriellen Produktion synthetischer Elektrokraftstoffe, sogenannte E-Fuels. Diese sollen mit aus Windstrom hergestelltem Wasserstoff und aus der Luft abgeschiedenem CO_2 produziert werden. Auch mit Uruguay soll zu dem Thema in der Zukunft enger kooperiert werden. Dafür haben das BMBF zusammen mit dem Ministerium für Wirtschaft, Energie und

→

Bergbau der Republik Uruguay im Frühjahr 2023 eine erste gemeinsame Fördermaßnahme für bilaterale Vernetzungs- und Forschungsaktivitäten veröffentlicht.

2021 und 2022 starteten insgesamt sieben Vorhaben zum Aufbau von Forschungspräsenzen zu Grünem Wasserstoff mit Partnerinstitutionen in Australien, Japan, Korea und Neuseeland. Ziel ist es, an innovativen Lösungen für eine kohlenstofffreie Energieversorgung zu arbeiten und neue Märkte für die deutsche Industrie zu erschließen.

In Korea konzentriert sich die Zusammenarbeit auf Logistik und Sicherheitskonzepte für Wasserstofftechnologien. In Japan wird gemeinsam an der Weiterentwicklung von Biobrennstoffzellen und Brennstoffzellentechnologie geforscht. Flankiert werden die Projekte durch Vorhaben, bei denen je ein akademischer und ein Industriepartner gemeinsam forschen, sowie Projekte im Rahmen der *European Interest Group CONCERT-Japan*, eines europäisch-japanischen Förderkonsortiums.

In Australien arbeitet das BMBF seit Februar 2022 mit der Australian Renewable Energy Agency (ARENA) im Rahmen der Fördermaßnahme *HyGATE* zusammen, um innovative grüne Wasserstofftechnologien zu entwickeln und zu demonstrieren. Seit 2022 findet außerdem der Aufbau von zwei Forschungspräsenzen in Australien statt. Auch in Neuseeland wird eine Forschungspräsenz aufgebaut. Flankierend dazu werden drei bilaterale Forschungsvorhaben gefördert. Die Schwerpunkte liegen hier bei neuen Formen der Elektrolyse, der Wasserstoffspeicherung mittels neuartiger Legierungen und der kostengünstigen Erzeugung und Systemintegration großer Mengen Grünen Wasserstoffs in Deutschland und Neuseeland.

Weitere Informationen im Internet:

- Agendaprozess Grüner Wasserstoff
- Strategic Research and Innovation Agenda (SRIA, engl.)
- DAAD-Stipendienprogramm
- Europäischer SET-Plan (engl.)
- BMBF-Konferenz „Green Hydrogen for a Sustainable European Future“ (engl.)
- Internationale Wasserstoff-Kooperationen
- Deutschland und Kanada
- Förderaufruf Kooperation Grüner Wasserstoff mit Kanada
- Chile: Erforschung des Weltalls bis zur Antarktis
- Pilotanlage für E-Fuels „Haru Oni“ (engl.)
- Deutschland und Uruguay
- Potenzialatlas Wasserstoff Afrika
- Forschungspartner Namibia
- Grünes Kerosin
- Grüner Wasserstoff
- HyGate-Wasserstoffkooperation Deutschland und Australien
- Deutsch-Australisches Laboratorium für grüne Wasserstofftechnologien
- Deutsche Forschungspräsenz in Australien zu Grünem Wasserstoff
- Wasserstoffprojekte mit Neuseeland
- German-NZ Green Hydrogen Centre (engl.)
- Deutsch-Koreanische Forschungspräsenz H2Safety
- Deutsch-Japanisches Brennstoffzellentechnologie Laboratorium



Weiterführende Verweise zu diesem und anderen Kapiteln finden Sie unter ***BuFI-Online-Angebot: Linkportal***.



Gemeinsame Atmosphärenmessungen in Neuseeland vom National Institute of Water and Atmospheric Research und dem Leibniz-Institut für Troposphärenforschung

4 Außereuropäische Regionen – Globales Wissen für lokale Herausforderungen

Im Alleingang kann keine Nation Antworten auf globale Herausforderungen wie den Klimawandel, eine nachhaltige Energieversorgung, die Ernährungssicherheit oder Migration finden. Jede Gesellschaft profitiert ganz konkret vor Ort von Vernetzung und Kapazitätsaufbau in Bildung, Wissenschaft und Forschung. Flankierend dazu liefern regional- und ressortübergreifende Kooperationen und wissenschaftspolitische Ansätze neue und innovative Handlungsoptionen für Politik, Wirtschaft und Gesellschaft. Nicht zuletzt die COVID-19-Pandemie unterstrich beeindruckend die Leistungsfähigkeit der über Grenzen und Kontinente hinweg vernetzten Wissenschafts- und Handlungsgemeinschaft.

Die internationalen Kooperationen der Bundesregierung mit den im Folgenden dargestellten Regionen leisten einen wichtigen Beitrag zu Forschung und Innovation (FuI) weltweit. Durch die Zusammenarbeit werden technologieoffene Wege beschritten und mit Bildung und Forschung in den beteiligten Ländern Innovation und gesellschaftliche Entwicklung vorangebracht – sowohl in entwickelten als auch in Entwicklungs- und Schwellenländern. Auch Deutschlands Position als international attraktiver Studien- und Forschungsstandort wird weiter gefestigt.

Der durch die COVID-19-Pandemie verursachte plötzliche Stopp der internationalen Mobilität in Bildung, Wissenschaft und Forschung hat die Entwicklung in Wissenschaft und Gesellschaft verzögert. Gleichzeitig haben z. B. bei der Impfstoffherstellung Innovationen und bestehende Netzwerke eine zentrale Rolle gespielt, die COVID-19-Pandemie zu bewältigen.

Europa bleibt ein wichtiger Bezugspunkt für Deutschland. Darüber hinaus sind auch die weltweiten Kooperationen in Forschung, Bildung und Innovation, der Aufbau von Kapazitäten in den außereuropäischen Partnerländern und die weltweite Freiheit der Forschung unabdingbar. Nur so gelingt es, Herausforderungen wie den Klimawandel, Nahrungsmittelengpässe, Umweltverschmutzung, Ungleichgewichte in der Gesundheitsversorgung und die Gewährleistung einer nachhaltigen Energiebereitstellung zu lösen.

Die Bundesregierung greift in der europäischen und internationalen Zusammenarbeit in Bildung und Forschung auf umfassende und an den jeweiligen Bedarf angepasste Instrumente zurück: In der unilateralen Projektförderung werden sowohl die deutschen als auch die ausländischen Partner finanziert. Bei der bilateralen *Wissenschaftlich-Technologischen Zusammenarbeit (WTZ)* finanzieren im Rahmen der *2+2-Projekte* beide beteiligten Länder jeweils einen akademischen und einen Industriepartner. Komplexe multilaterale Forschungs- und Bildungskooperationen finden besonders auf europäischer und internationaler Ebene statt. Im Rahmen dieser Projekte lassen sich Struktur- und Kapazitätsausbau betreiben – z. B. können an Partnereinrichtungen Lehrstühle neu aufgebaut oder bestehende um Infrastrukturen oder Personalkomponenten ergänzt werden. Ausbildungskomponenten für Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler oder Fachpersonal runden die Qualifizierungsangebote für ausländische Partner ab und ermöglichen noch engere Kooperationen. Auf diesen Wegen wird sichergestellt, dass sich die Ergebnisse aus den gemeinsamen Maßnahmen später vor Ort tatsächlich anwenden und nutzen lassen.



4.1 Afrika und Nahost

Die internationale Projektzusammenarbeit des BMEL versteht sich als Umsetzungsinstrument des SDG17 (nachhaltige Entwicklung – Partnerschaften zur Erreichung der Ziele der Agenda 2030). Das *Bilaterale Kooperationsprogramm* beschäftigt sich mit rechtlichen, wissenschaftlichen, fachlichen und gesellschaftlichen Herausforderungen der Agrar- und Ernährungspolitik. Unter anderem soll eine agrarökologische, klimafreundliche, lokale, gerechte und partizipative Lebensmittelproduktion weltweit gestärkt werden.

Die Sicherung der Nahrungs- und Gesundheitsversorgung, die Bereitstellung von sauberer, regenerativer Energie sowie die Notwendigkeit verbesserter Infrastrukturen in Städten und Regionen sind zentrale Aspekte zur nachhaltigen Entwicklung in Afrika und Nahost. Durch die enge Zusammenarbeit der vergangenen Jahre sind zwischen Deutschland und diesen Regionen etablierte und nachhaltige Partnerschaften entstanden. Ressortübergreifend unterstützt die Bundesregierung institutionalisierte und anwendungsorientierte Forschung mit Afrika.

Insbesondere das BMEL, BMBF, BMDV und AA stimmten sich im Rahmen des Zyklus Afrika des *Runden Tisches der Bundesregierung zur „Internationalisierung von Bildung, Wissenschaft und Forschung“* ab. Die Bildungs-, Forschungs- und Innovationspolitik der Bundesregierung hilft, vor Ort institutionelle und personelle Kapazitäten auf- und auszubauen, um Wissen verfügbar zu machen und Lösungen für die Herausforderungen zu entwickeln.

Innovationsförderung und Transfer

Die ressortübergreifende *Zukunftsstrategie Forschung und Innovation* der Bundesregierung hat direkte Anknüpfungspunkte zu den Forschungs- und Innovationssystemen der Regionen Afrika und Naher Osten, weil Handlungsfelder wie Klimaanpassung und Energieforschung, Ernährungssicherheit, Gesundheitsversorgung oder nachhaltige Wirtschaft für Deutschland hochrelevant sind. Gemeinsames Ziel ist es, den Forschungstransfer stärker voranzubringen, Innovationen zu nutzen, technologieoffen zu forschen und Maßnahmen zu implementieren.

Innovative Forschungsansätze werden im Rahmen des *Deutsch-Afrikanischen Innovationsförderpreises (GAIIA)* des BMBF auch zukünftig unterstützt. Nach zwei erfolgreich abgeschlossenen Förderphasen mit insgesamt zehn Preisträgerinnen und Preisträgern wird das Konzept des *Innovationsförderpreises* um ein Maßnahmenpaket ergänzt: Es besteht aus der Stärkung des Forschungstransfers und einer spezifischen Coaching-Komponente in Form von Beratungen, Trainings und Vernetzungsmaßnahmen. Dieses Maßnahmenpaket trägt neben der innovativen Forschungskomponente dazu bei, zukünftige Preisträgerinnen und Preisträger zu befähigen, die eigenen Ergebnisse zielgerichteter verfügbar zu machen – sei es als Produkt, Dienstleistung oder technologische und soziale Produkt- und Prozessinnovation.

Initiativen für Innovationsförderung des BMZ im späteren Verlauf der Innovationspipeline sind die *Strategische Partnerschaft Technologie in Afrika (SPTA), das Lab of Tomorrow, develoPPP Ventures* und *Up-Scaling*. Europäische Unternehmen entwickeln mit Akteurinnen und Akteuren der Entwicklungszusammenarbeit öffentlich-private Kooperationsprojekte in afrikanischen Ländern, erstellen Businesspläne oder unterstützen Start-ups.

Weitere Informationen im Internet:

- Deutsch-Afrikanischer Innovationsförderpreis
- Strategische Partnerschaft Technologie in Afrika
- Lab of Tomorrow (engl.)
- develoPPP



Beschäftigte im Teeanbau im Rahmen eines develoPPP-geförderten Projekts zur fairen Entlohnung der Ethical Tea Partnership und der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit

Klimawandel und nachhaltiges Land-/Wassermanagement

Afrika ist besonders vom Klimawandel betroffen. Viele Menschen in Afrika leben hauptsächlich von der Landwirtschaft und spüren daher die negativen Folgen des Klimawandels durch Hitze, Dürre und Überschwemmungen besonders stark. So fällt die Ernte immer häufiger geringer oder ganz aus. Das gefährdet die Lebensgrundlagen vieler Menschen. Daher unterstützt das BMBF den Aufbau und die Stärkung von Kompetenzen und Strukturen für klimaangepasste Landnutzung in den Partnerregionen Afrikas. Hieraus ergeben sich vielfältige Synergien mit der Arbeit der in Afrika angesiedelten Institute des internationalen Agrarforschungsnetzwerks CGIAR (engl. Consultative Group on International Agricultural Research), das seit seiner Gründung 1971 vom BMZ kontinuierlich gefördert wird.

Die im südlichen und westlichen Afrika etablierten Kompetenzzentren für Klimawandel und nachhaltiges Landmanagement leisten einen wichtigen Beitrag zur Forschung auf den Gebieten Nahrungsmittel- und Wassersicherung sowie zu den Effekten des Klimawandels. Im *West African Science Service Centre for Climate Change and Adapted Land Use (WASCAL)* arbeiten zwölf westafrikanische Staaten aus der ECOWAS-Wirtschaftsgemeinschaft, im *Southern African Science Service Centre for Climate Change and Adaptive Land Management (SASSCAL)* fünf südafrikanische Länder zusammen. Sie werden langfristig durch das BMBF gefördert: Seit 2012 wurden Forschung, Kapazitätsaufbau, Infrastrukturentwicklung und der institutionelle Aufbau der Zentren (inkl. Aktivitäten zu Grünem Wasserstoff) mit 257 Mio. Euro unterstützt. Die akademische Ausbildung, Forschungskooperationen und der Aufbau von Forschungsinfrastrukturen stehen dabei im Mittelpunkt. Afrikanische und deutsche Wissenschaftsinstitutionen sowie die Regierungen der Partnerländer tragen zur exzellenten Qualifizierung von Akademikerinnen und Akademikern vor Ort bei.

Zwei regionale Datenzentren – das *WASCAL Data Discovery Portal (WADI)* in Burkina Faso und das *Open Access Data Center (OADC)* in Namibia – bereiten die Ergebnisse der Forschungsaktivitäten auf und wandeln sie in Beratungsdienste für Entscheidungsträgerinnen und -träger um. Die *WASCAL*- und *SASSCAL*-Partnerstaaten streben an, ihre Ausbildungsprogramme auszubauen: Absolventinnen und Absolventen der Förderprogramme zu Klima und Wasserstoff sollen Perspektiven für eine Karriere im akademischen oder privaten Sektor oder als selbstständige Expertinnen und Experten erhalten. Die zweite Projektphase für die Zentren umfasst die Jahre 2021 bis 2024.

Das BMEL hat verstärkt seit 2020 die Zusammenarbeit mit dem Kontinent zu einem Schwerpunkt seiner internationalen Arbeit entwickelt und sein Engagement weiter verstärkt, u. a. durch zusätzliche Partnerschaften im Rahmen des *Bilateralen Kooperationsprogramms (BKP),* wie z. B. mit der Afrikanischen Union (AU) oder durch den Aufbau eines Agroforstlichen Trainingszentrums in Sambia. Zudem unterstützt das BMEL mit dem Förderprogramm *Internationale Forschungskooperationen zur Welternährung* mehrjährige anwendungsorientierte Forschungsprojekte und langfristige strategische Partnerschaften zwischen afrikanischen und deutschen Forschungseinrichtungen im Bereich nachhaltige Landwirtschaft und Ernährungssicherung. Der Wissenschafts- und Forschungsbereich, inklusive Wissenstransfer, ist ein zentrales Element und spiegelt sich in der BMEL-Afrikastrategie wider.

Auch das BMZ setzt im Rahmen seiner Anfang 2023 vorgelegten *Afrika-Strategie* auf die Zusammenarbeit

in Forschung, Innovation sowie zur beruflichen Bildung zur Erreichung der entwicklungspolitischen Ziele, wie dem sozialökologischen Wandel der Wirtschaft, der Schaffung guter Arbeit für die rasch wachsende junge Bevölkerung und der Geschlechtergerechtigkeit. Wichtige Initiativen für Innovationsförderung sind etwa die *Strategische Partnerschaft Technologie in Afrika (SPTA),* das *Lab of Tomorrow, develoPPP Ventures* oder *Up-Scaling.*

Die auf die Aus- und Weiterbildung von (Nachwuchs-) Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftlern gelegte Priorität äußert sich in weiteren Maßnahmen des BMBF: Beispielsweise leistet das vom BMBF unterstützte Programm *Seed Grant for New African Principal Investigators* der UNESCO-TWAS (The World Academy of Sciences for the advancement of science in developing countries) einen wichtigen Beitrag, die wissenschaftlichen Kapazitäten vor Ort zu stärken. Die Arab-German Young Academy (AGYA) stärkt mit interdisziplinären Forschungskooperationen die Zusammenarbeit von jungen exzellenten Forschenden aus Deutschland und den arabischsprachigen Ländern. Das BMBF stellt dafür von 2013 bis 2025 etwa 23 Mio. Euro bereit. In der Internationalisierung der Berufsbildung werden in Südafrika Aus- und Weiterbildungsmodule für Berufsschullehrerinnen und -lehrer entwickelt und Fortbildungen gemeinsam mit dem Partnerministerium umgesetzt.

Als Ergebnis des *Runden Tisches* der Bundesregierung zum Themenzyklus „Perspektiven schaffen in Afrika“ wurde das ressortübergreifende Programm *Wassersicherheit in Afrika (WASA)* mit Schwerpunkt auf Forschung und Bildung ins Leben gerufen. Nach Abschluss der Initialphase startete *WASA* 2023 die erste Hauptphase.

Akademienprojekte in Afrika

Die Leopoldina – Nationale Akademie der Wissenschaften unterhält Kooperationen mit verschiedenen Wissenschaftsakademien auf dem afrikanischen Kontinent. Das BMBF unterstützt diese Zusammenarbeit. Im Vordergrund steht dabei die Stärkung der Akademiestrukturen, um Möglichkeiten zu schaffen, wissenschaftsbasierte Politikberatung zu realisieren und Dialoge zwischen Wissenschaft, Politik und Wirtschaft aufzubauen und zu verstetigen. Das Themenspektrum umfasst Fragen zu Klima, Umwelt, Gesundheit, Biotechnologie, Ernährungssicherung und Stadtentwicklung. Mit der südafrikanischen Wissenschaftsakademie (Academy of Science of South Africa, ASSAf) bestehen bereits seit 2011 Kooperationsvorhaben der Leopoldina, der Beginn der intensiven Zusammenarbeit mit dem Network of African Science Academies (NASAC) datiert auf das Jahr 2012. Die Leopoldina und NASAC bringen seit 2015 Akteurinnen und Akteure aus Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft in Science-Business-Dialogue-Workshops zusammen, um ihre wechselseitige Vernetzung zu fördern. Die letzten Vorhaben dieser BMBF-finanzierten Kooperationsreihe liefen Ende 2022 aus. Aus der Zusammenarbeit der Akademien gingen wichtige Ergebnisse zu den dringenden Fragen der Nahrungsmittelsicherheit und des Klimawandels hervor.

Weitere Informationen im Internet:

- WASCAL (engl.)
- SASSCAL (engl.)
- WASCAL Data Discovery Portal (engl.)
- Open Access Data Center (engl.)
- BMEL-Afrikakonzept
- Internationale Forschungskooperationen zur Welternährung
- Seed Grant for New African Principal Investigators (engl.)
- Arab-German Young Academy (engl.)
- Internationalisierung der Berufsbildung in Südafrika
- FONA: Wassersicherheit in Afrika
- Network of African Science Academies (engl.)
- Protecting human health against climate change in Africa (engl.)

Ernährungssicherheit

Nachdem die Zahl der Hungernden weltweit 20 Jahre lang gesunken war, steigt sie seit einiger Zeit wieder an. Hauptursachen sind Bürgerkriege und Konflikte wie der russische Angriffskrieg gegen die Ukraine, aber auch Ernteausfälle infolge des Klimawandels und gestörte Lieferketten infolge der COVID-19-Pandemie.

Im Rahmen des Zyklus Afrika des *Runden Tisches* haben das BMEL, das BMBF und das AA mit Unterstützung des DAAD ein Konzept zur Einrichtung eines „Afrikanisch-Deutschen Fachzentrums für nachhaltige und resiliente Ernährungssysteme und angewandte Agrar- und Ernährungsdatenwissenschaft“ formuliert. Die Eröffnung des neuen Fachzentrums, dessen Hauptsitz an einer Hochschule in Südafrika sein soll, ist für 2024/2025 avisiert. In dem Fachzentrum werden die Bereiche Bildung, Forschung und Transfer, die thematischen Aspekte der Produktion, der Verarbeitung, der Vermarktung und des Konsums von Lebensmitteln in einem holistischen Ansatz zusammengeführt. Die Vorbereitungen für die Umsetzung dieses Vorhabens durch den DAAD haben 2023 begonnen. Das BMBF wird einen Forschungslehrstuhl finanzieren, ebenso wie das südafrikanische Ministerium für Wissenschaft und Innovation (DSI). Das BMEL wird mit einer Förderkomponente für afrikanische Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler zu dem Synergievorhaben beitragen.

Mit der neu ausgerichteten Sonderinitiative *Transformation der Agrar- und Ernährungssysteme* trägt die deutsche Entwicklungspolitik dazu bei, Hunger und Mangelernährung zu bekämpfen. Im Rahmen des BMZ-Kernthemas „Leben ohne Hunger“ ist die Initiative ein wichtiges Instrument, um schnell und effektiv Wirkung zu erzielen und das Recht aller Menschen auf gesunde Nahrung durchzusetzen. Im Rahmen der Sonderinitiative stellt die Entwicklung und Erprobung innovativer Ansätze sowie Förderung von praxisnaher Forschung eine zentrale Rolle bei der Zielerreichung in den drei Aktionsfeldern „Ernährungssicherung“, „ländliche Entwicklung“ und „Landwirtschaft“ dar.

Weitere Informationen im Internet:

- Kooperation international: Förderung des BMBF für Nachwuchsforschende aus Subsahara-Afrika
- Sonderinitiative Transformation der Agrar- und Ernährungssysteme

Vertiefte Mittelmeerkooperation

Mit dem tunesischen Ministerium für Hochschulbildung und wissenschaftliche Forschung fördert das BMBF gemeinsame Forschungsvorhaben, an denen sich Wissenschaft und Wirtschaft beteiligen *(TUNGER 2+2)*. Die mit Ägypten, Marokko, der Türkei und Tunesien bestehende *WTZ* wurde im Jahr 2018 durch die Förderinitiative *Partnership for Research and Innovation in the Mediterranean Area (PRIMA)* ergänzt. In *PRIMA* kooperieren Partner aus 19 Ländern der EU, des südlichen und östlichen Mittelmeerraums sowie die Europäische Kommission, um die Herausforderungen des Klimawandels anzugehen. Innovative, nachhaltige Lösungen im Bereich Wassermanagement sowie Produktions- und Verarbeitungssysteme in der Landwirtschaft werden durch die EU und die *PRIMA*-Mitgliedstaaten in einem Förderprogramm (2018–2028) mit knapp 500 Mio. Euro finanziert. Das BMBF beteiligt sich mit 20 Mio. Euro.

Weitere Informationen im Internet:

- Afrika und Naher Osten
- Partnership for Research and Innovation in the Mediterranean Area (PRIMA, engl.)

Zusammenarbeit mit Israel

Seit dem 7. Oktober 2023, dem Angriff der Hamas auf Israel, steht auch die deutsch-israelische Forschungskooperation im Zeichen des Konflikts. Das BMBF hat ab 2023 zeitlich befristet seine finanzielle Unterstützung für die Israelkooperation erhöht. Die Zusammenarbeit mit Israel hat einen besonderen politischen Stellenwert. Dies gilt in besonderer Weise für Bildung, Forschung und Innovation. Fachliche Schwerpunkte sind u. a. Nanotechnologie, Wassertechnologie, Krebsforschung, Batterieforschung und Meeresforschung.

Die vielfältige Kooperationsarchitektur profitiert von einem Austausch der beteiligten deutschen Akteurinnen und Akteure aus Ministerien, Forschungs- und Mittlerorganisationen und Stiftungen. Deshalb lädt das BMBF regelmäßig zu einem *Fachgespräch Israel* ein (zuletzt im Mai 2022). Wichtige Säulen der deutsch-israelischen Wissenschaftskooperation sind die *Deutsch-Israelische Stiftung für wissenschaftliche Forschung und Entwicklung* (engl. *German-Israeli Foundation for Scientific Research and Development; GIF),* die *Deutsch-Israelische Projektkooperation (DIP),* der *Stiftungsfonds Martin-Buber-Gesellschaft (MBSF)* sowie die *Minerva Stiftung*, deren Fellowship-Programm 2023 sein 50-jähriges Bestehen feierte.

Über die gemeinsamen Stiftungen werden disziplinübergreifend bilaterale Forschungsprojekte unterstützt. Ein bedeutender Pfeiler für die Kooperation sind Austauschprogramme/Stipendien für den wissenschaftlichen Nachwuchs. Dazu zählen die Stipendien des *Stiftungsfonds Martin-Buber-Gesellschaft* zur Förderung von promovierten Nachwuchsforscherinnen und -forschern in den Geistes-, Kultur- und Sozialwissenschaften, die *GIF Young Scientists Meetings (GYSM)* und die *Young Scientists Awards* für Schulabgängerinnen und Schulabgänger.

Eine deutsch-israelische *Quantum Future Academy* für Studierende der MINT-Fächer fand 2023 mit Ferienschulen in Israel und Deutschland statt. Mit der Akademie möchte das BMBF junge Talente für Quantentechnologien begeistern und den wissenschaftlichen Austausch zwischen Deutschland und Israel weiter stärken.

Das *Deutsch-Israelische Programm zur Zusammenarbeit in der Berufsbildung* fördert seit 1969 den Austausch für Auszubildende, Berufsbildungspersonal sowie Expertinnen und Experten. Im Dezember 2022 versammelten sich beim ersten Fachtag zum „Austausch in der Berufsbildung mit Israel“ im BMBF in Berlin rund 100 Akteurinnen und Akteure aus Institutionen der deutschen Berufsbildung.

Das BMWK kooperiert mit regelmäßigen Förderbekanntmachungen (zuletzt 2022/2023) im Rahmen von *Eureka* mit dem Israel Europe R&D Directorate (ISERD) in der Israel Innovation Authority (IIA). Bislang wurden mehr als 30 Kooperationsprojekte gefördert.

Das BMBF und das israelische Ministerium für Wissenschaft und Technologie (MOST) fördern im Bereich Wassertechnologie bereits seit 1974 Forschungs- und Entwicklungsprojekte mit jährlichen Ausschreibungen zu aktuellen Themenschwerpunkten, zuletzt zum Asset Management von Wasserinfrastrukturen und zur Wasserwiederverwendung und Behandlung industrieller Abwässer.

Weitere Informationen im Internet:

- Vernetzung weltweit: Israel
- Internationales Büro – Israel
- Israel-Programm
- Deutsch-Israelische Zusammenarbeit
- Minerva Stiftung
- Stiftungsfonds Martin-Buber-Gesellschaft
- Deutsch-Israelisches Programm zur Zusammenarbeit in der Berufsbildung
- Deutsch-Israelische Wassertechnologiekooperation

4.2 Amerika

Deutschland kooperiert im Bereich Forschung und Innovation eng mit den Wertepartnern USA und Kanada. Mit dem Ziel, die technologische Souveränität und Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands zu stärken, steht dabei insbesondere die Zusammenarbeit in den Bereichen Schlüsseltechnologien, Klimawandel und Transfer im Vordergrund, aber auch der enge Austausch zum Thema Forschungssicherheit. Die Kooperation mit beiden Partnerländern soll intensiviert, ausgebaut und sichtbarer gemacht werden, u. a. mit dem Aufbau einer Dachmarke (transatlantische Innovationsbrücke) und neuen Instrumenten zur Verzahnung der Innovationsstandorte.

Mit Blick auf die Bewältigung globaler Herausforderungen und den verschärften Wettbewerb der Forschungs- und Innovationssysteme sind viele Länder in der Region Lateinamerika – Karibik unverzichtbare Schlüssel- und Wertepartner. Das BMBF möchte das enorme Potenzial u. a. im Bereich Klimaforschung, Biodiversität und erneuerbare Energien für eine vertiefte FuI-Kooperation u. a. zur Stärkung der Energiesouveränität Deutschlands nutzen. Die Initiative *Lateinamerika.PotenziAL* skizziert den strategischen Rahmen für die Zusammenarbeit des BMBF mit Lateinamerika und der Karibik. Zentrales Element ist die Förderung von Projekten in der Forschungs- und Innovationszusammenarbeit. Unter diesem strategischen Dach wurden im Jahr 2023 gemeinsam mit Argentinien, Brasilien, Kolumbien und Uruguay Fördermaßnahmen zu regenerativen Energien, Grünem Wasserstoff und KI veröffentlicht. Die Förderung von Vernetzungs- und Partnerstrukturen von deutschen und lateinamerikanischen Forschungsinstituten soll zu weiteren leistungsfähigen Kooperationen führen. Zur Sondierung von möglichen neuen Kooperationspartnern in Lateinamerika und der Karibik fördert das BMBF ab Sommer 2024 neue Mobilitäts- und Vernetzungsmaßnahmen zu den Themen erneuerbare Energien/Grüner Wasserstoff, Künstliche Intelligenz für die Biodiversitätsforschung sowie globale Gesundheit mit Schwerpunkt Pandemievorsorge und -reaktion.

Auch das BMEL hat seine Zusammenarbeit mit der Region im Rahmen seines *Bilateralen Kooperationsprogramms* weiter verstärkt und fördert u. a. Forschungskooperationen und Fachdialoge zu den Themen Agrarökologie und Bodengesundheit.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Lateinamerika.PotenziAL

Schlüsseltechnologien und technologische Souveränität

Schlüsseltechnologien weisen ein hohes Innovationspotenzial auf und erzeugen eine große Breitenwirkung auf die Wirtschaft und Gesellschaft, weshalb sie eine zentrale Rolle für die Stärkung der technologischen Souveränität und der freiheitlich-demokratischen Grundordnung Deutschlands und Europas spielen (→ **IV 4 Digitale und technologische Souveränität**). Wenn Deutschland die relevanten Technologien der Zukunft als souveräner Partner mitgestalten will, ist internationale Zusammenarbeit auf Augenhöhe essenziell.

Ein wichtiger Schwerpunkt der Kooperation mit Kanada ist die Zusammenarbeit in Schlüsseltechnologien wie Produktionstechnologien, KI und Batterietechnologien. Ziel ist es, wissenschaftliche Erkenntnisse wirtschaftlich nutzbar zu machen, um mit innovativen Technologien Vorreiter zu sein. Deshalb wurden mit dem kanadischen National Research Council (NRC) Fördermaßnahmen vereinbart, die sich an deutsche und kanadische Vertreterinnen und Vertreter aus Wissenschaft und Wirtschaft in Form von *2+3-Projekten* richten (mindestens eine deutsche und kanadische Forschungseinrichtung sowie ein Institut des NRC und mindestens ein deutscher und kanadischer Industriepartner).

Ziel des 2022 veröffentlichten Förderaufrufs *Eureka-Globalstars-Kooperation* mit Brasilien ist die Intensivierung der bilateralen und multilateralen Techno-

logiekooperation mit Unternehmen und Foschungseinrichtungen aus dem brasilianischen Bundesstaat São Paulo. Zwei Projekte mit deutscher Beteiligung zur Erforschung von KI in Smart Cities starteten Anfang 2024.

Projekt „TransNation CoCreation“

Technologische Souveränität umschreibt den Anspruch Deutschlands, in internationalen Kooperationen Schlüsseltechnologien auf Augenhöhe mitgestalten zu können. Unter den Industrieländern sind die USA und Kanada hier natürliche Partner für Deutschland. Eine entscheidende Rolle bei der erfolgreichen Gestaltung technologischer Souveränität spielt der Transfer neuer Technologien in die Anwendung. Daher fördert das BMBF seit Dezember 2022 das Projekt „TransNation CoCreation“ der Leuphana Universität Lüneburg.

Ziel des Vorhabens ist es, die Innovationskultur deutscher Innovatoren und kleiner und mittlerer Unternehmen (KMU) wissenschaftlich zu untersuchen und dabei Bedingungen für eine innovationsförderliche Organisationskultur zu identifizieren. Darüber hinaus soll analysiert werden, wie sich Innovationen schneller auf den Markt bringen lassen. Dazu werden Erfolge bekannter Innovationsträger aus dem Silicon Valley vergleichend herangezogen. Die Ergebnisse des bis Ende 2024 laufenden Projekts sollen in transnationale Weiterbildungs- und Vernetzungsaktivitäten in Deutschland und im Silicon Valley einfließen.

Weitere Informationen im Internet:

- Technologische Souveränität
- Vernetzung weltweit: Kanada
- Vernetzung weltweit: USA
- Vernetzung weltweit: Brasilien

Polar-, Meeres- und Klimaforschung

Die Arktis ist eine Schlüsselregion für das globale Klima. Dieses Klimasystem besser zu verstehen ist eine der Aufgaben der vom BMBF geförderten Meeres- und Polarforschung (→ **IV 5.3 Meeresforschung und nachhaltige maritime Nutzung**). Kanada entwickelt sich immer mehr zum strategischen Partner Deutschlands in der Arktisforschung. Deutsche und kanadische Forschungsinstitute arbeiten gemeinsam in Projekten zusammen, z. B. zur Tiefseefauna im Atlantik, zu biogeochemischen Zyklen mit Fokus auf Stickstoff und Kohlenstoff oder zu seismischen Untersuchungen in Hinblick auf die CO_2-Injektion in Basalt. Das Alfred-Wegener-Institut, Helmholtz-Zentrum für Polar- und Meeresforschung (AWI) ist ebenso wie das GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel ein internationaler Partner des Ocean Frontier Institute, University of Dalhousie, Halifax (Kanada). Partner aus Deutschland arbeiten auch im Rahmen von EU-Projekten eng mit kanadischen Institutionen zusammen. Gemeinsame Forschungsthemen sind neben dem Aufbau arktischer Observationssysteme z. B. die Abtauprozesse des Permafrostes und deren Auswirkungen auf das Klima sowie auf die Lebensbedingungen der Bewohnerinnen und Bewohner der Arktis.

Das AWI und weitere deutsche Partner kooperieren im Rahmen von *Arctic PASSION* mit US-amerikanischen Partnern wie der University of Washington, dem Center for Environmental Science der University of Maryland sowie indigenen und lokalen Partnergemeinschaften. Dabei handelt es sich um das „Pan-arktische Beobachtungssystem der Systeme“ (engl. Pan-Arctic Observing System of Systems; pan-AOSS). Das Projekt zielt darauf ab, die bekannten Schwächen des derzeitigen Beobachtungssystems zu überwinden, indem es seine Funktionsweise verfeinert und die wissenschaftliche Überwachung der Arktis sowie die Integration von indigenem und lokalem Wissen verbessert.

Basis für die deutsche Antarktisforschung ist die 2009 in Betrieb genommene Neumayer-Station III, die vom AWI betrieben wird. Gemeinsam mit dem Argentinischen Antarktis-Institut (IAA) hat das AWI darüber hinaus auch das Dallmann-Labor an der argentinischen Station Carlini bis Ende 2021 betrieben. Das Deutsche Fernerkundungsdatenzentrum des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR)

und das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) unterhalten seit 1991 die deutsche Antarktis-Forschungsstation GARS (German Antarctic Receiving Station). Die dort von Erderkundungssatelliten sowie von Radioquellen empfangenen Daten werden zur Auswertung nach Deutschland gesendet und sind für Klimaforschungen und für das Katastrophenfrühwarnsystem von großer Bedeutung.

Seit 2017 unterstützt das BMBF den Aufbau nachhaltiger Partnerstrukturen in Argentinien, Brasilien, Chile, Kolumbien und Mexiko. Dazu zählen das Klimapolis-Labor, das den Klimawandel in Metropolregionen Brasiliens untersucht und Wege zu einer gemeinsamen Governance von Klimawandel und Luftverschmutzung aufzeigt sowie das Projekt „DynAMO“, das die Dynamik der Auswirkungen des Gletscherrückgangs in den Anden auf die patagonischen Ökosysteme erforscht. Weitere Partnerstrukturen sollen ab Mitte 2024 gefördert werden, u. a. in den Themenbereichen Klimaschutz und Klimaanpassung.

Weitere Informationen im Internet:

- Ocean Frontier Institute (engl.)
- Arctic PASSION: Pan-Arctic Observing System of Systems (engl.)
- Alfred-Wegener-Institut (AWI)
- Klimapolis Laboratory (engl.)
- AWI: Projekt „DynAMo“
- Amazon Tall Tower Observatory (ATTO)

Geistes- und Sozialwissenschaften

Seit 2017 fördert das BMBF die Zusammenarbeit im Bereich der Geistes- und Sozialwissenschaften (**IV 6.1 Forschung in den Geistes-, Kultur- und Sozialwissenschaften**) mit der Region Lateinamerika, in der zwei Merian Centres aufgebaut wurden.
In São Paulo unterstützt es das Maria Sibylla Merian Centre Conviviality-Inequality in Latin America (Mecila). Etablierte Spitzenforscherinnen und -forscher untersuchen in Brasilien zusammen mit wissenschaftlichen Nachwuchsforschenden Formen des nachhaltigen Zusammenlebens in Gesellschaften, die von starker Ungleichheit geprägt sind.
An der Universidad Guadalajara in Mexiko wird das

Atmosphärenmessturm ATTO

Der Amazonas-Regenwald ist immer noch der größte zusammenhängende Regenwald der Erde. Mitten im brasilianischen Amazonasgebiet – 150 Kilometer nordöstlich von Manaus – steht seit 2015 der Atmosphärenmessturm ATTO (Amazon Tall Tower Observatory). Auf dem 325 Meter hohen Turm werden u. a. mit hochempfindlichen Messgeräten die Wechselwirkungen von Klima, Atmosphärenchemie und Regenwald beobachtet: Einfluss des Regenwaldes auf das Klima, Quellen und Senken von Treibhausgasen wie Kohlendioxid, Methan und Stickstoffdioxid, Aerosolbildung, Transportprozesse von Luftmassen.

Als Gemeinschaftsprojekt wurde ATTO jeweils zur Hälfte von Deutschland und Brasilien finanziert und wird vom brasilianischen Nationalen Institut für Amazonasforschung, der staatlichen Universität Amazonas sowie zwei deutschen Max-Planck-Instituten betrieben. Die Projektforschung wird vom BMBF gefördert und läuft aktuell mit „ATTO-plus“ bereits in der zweiten Förderphase. Auf eine weitere Förderphase haben sich das BMBF und das brasilianische Forschungsministerium während der deutsch-brasilianischen Regierungskonsultationen im Dezember 2023 verständigt.



Der Atmosphärenmessturm ATTO im brasilianischen Amazonasgebiet

internationale Forschungskolleg Maria Sybilla Merian Centre for Advanced Latin American Studies (CALAS) gefördert. Thema ist die regionale Krisenforschung (Coping with Crisis: Perspectives from Latin America). Ende 2020 wurde der Neubau für das Merian Centre an der Universität Guadalajara fertiggestellt. Nachdem der Aufbau der lateinamerikanischen Merian Centres 2018 und 2019 positiv evaluiert wurde, befinden sich die Projekte derzeit in der sechsjährigen Hauptphase.

Im Rahmen seines *Exzellenzzentren-Programms* fördert der DAAD mit Mitteln des AA das 2017 gegründete Deutsch-Kolumbianische Friedenszentrum CAPAZ in Bogotá. CAPAZ unterstützt Forschungs-, Lehr- und Beratungstätigkeiten, die neue Ansätze zum Verständnis von Frieden und Konflikten schaffen, Wissen an die Gesellschaft weitergeben und Antworten auf die vielfältigen Herausforderungen einer Gesellschaft im Wandel geben.

Die *Transatlantische Plattform für Geistes- und Sozialwissenschaften (T-AP)* hat sich zum Ziel gesetzt, die wissenschaftliche Zusammenarbeit von Südamerika, Nordamerika und Europa voranzutreiben und zugleich gesellschaftliche Herausforderungen des 21. Jahrhunderts gemeinsam zu erforschen. Die Zusammenarbeit über die Plattform wird u. a. vom BMBF gefördert. Sie fokussiert auf Forschungsfragen, in denen die internationale Zusammenarbeit besonders vielversprechend ist. Das BMBF hat sich seit 2016 an mehreren Bekanntmachungsrunden beteiligt, zuletzt zum Thema Pandemieforschung. Seit 2022 untersuchen fünf BMBF-geförderte transatlantische Projekte die mittel- und langfristigen Folgen der COVID-19-Pandemie aus geistes- und sozialwissenschaftlicher Perspektive. In diesen Projekten sind u. a. Forschungspartner aus Brasilien, Kanada und den USA eingebunden. In weiteren vier Projekten derselben Bekanntmachung werden die deutschen Partner von der DFG finanziert.

Weitere Informationen im Internet:

- Trans-Atlantic Platform (engl.)
- Merian-Center MECILA (engl.)
- Merian-Center CALAS (engl.)
- German Colombian Peace Institute CAPAZ (engl.)
- Vernetzung weltweit: Brasilien

Gesundheitsforschung

Krankheiten kennen keine Grenzen, daher sind internationale Vernetzung und Zusammenarbeit die Voraussetzungen für erfolgreiche Gesundheitsforschung. Im Bereich der Neurowissenschaften unterstützt das BMBF die kontinuierliche Zusammenarbeit mit den USA. Seit 2009 werden im Rahmen der Förderinitiative *Bilaterale Zusammenarbeit in Computational Neuroscience: Deutschland – USA* jährliche Förderrichtlinien veröffentlicht. Die Initiative wird vom BMBF gemeinsam mit den US-amerikanischen Förderorganisationen National Science Foundation (NSF), National Institutes of Health (NIH) und dem Department of Energy (DOE) getragen. Das Forschungsfeld Computational Neuroscience nutzt ein breites Spektrum an Vorgehensweisen zur Untersuchung von Struktur, Funktion, Organisation und Informationsverarbeitung auf allen Ebenen des Nervensystems. Bisher wurden 75 Verbundprojekte zwischen deutschen und amerikanischen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern gefördert.

Seit Mai 2021 fördert der DAAD das *German-Latin American Centre for Infection & Epidemiology Research & Training (GLACIER)* mit Mitteln des AA. Unter der Leitung der Berliner Charité erforschen führende Fachleute und regionale Führungskräfte der Pandemieforschung und Virologie aus Deutschland, Mexiko und Kuba, wie die Überwachung neu auftretender Infektionskrankheiten, die Diagnostik und die Entwicklung neuer Impfstoffe und Therapieverfahren optimiert bzw. beschleunigt sowie die Bildung von Behandlungsresistenzen verringert werden können.

Weitere Informationen im Internet:

- Computational Neuroscience
- German-Latin American Centre of Infection & Epidemiology Research & Training (GLACIER)

Zusammenarbeit in der Hochschulbildung

Das Deutsch-Argentinische Hochschulzentrum (DAHZ) ist einer der Leuchttürme der Zusammenarbeit mit Lateinamerika; es trägt zur Ausbildung hoch qualifizierter Fachkräfte für Deutschland bei. Es wurde 2012 gegründet und wird seitdem von beiden Ländern zu gleichen Teilen finanziert. Das DAHZ ist eine Public-Private-Partnership-Initiative der deutschen und argentinischen Regierung sowie der Deutsch-Argentinischen Gesellschaft für Wissenschaft und Technologie (ACTAA). Hauptziele sind die Entwicklung innovativer, gemeinsamer Studiengänge, die Ausbildung mehrsprachiger und interkulturell qualifizierter Fachkräfte sowie die Internationalisierung der Hochschulen beider Länder.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Deutsch-Argentinisches Hochschulzentrum

4.3 Asien

Die asiatisch-pazifische Region bietet aufgrund ihrer dynamischen Entwicklung in Wirtschaft, Forschung und Innovation besondere Möglichkeiten, um deutsches Know-how in Hochtechnologien, aber auch in Umwelttechnologien und Nachhaltigkeitsstrategien mit Forschungspartnern weiterzuentwickeln. Die Zusammenarbeit mit ausgewählten Partnerländern muss auf Augenhöhe zum beiderseitigen Nutzen erfolgen und leistet dadurch einen wichtigen Beitrag, um neue Zukunftsmärkte zu erschließen und global bedeutsame Fragestellungen zu adressieren. Das BMBF erkennt die enormen Potenziale einer vertieften Forschungs- und Bildungskooperation und unterstützt die Kooperation mit Ländern dieser Weltregion.

Asien ist ein dynamischer, schnell wachsender Zukunftsmarkt, der mittlerweile auch einen Großteil des weltweiten Wissens produziert. Damit ist Asien für Deutschland eine Schlüsselregion in der FuI-Zusammenarbeit. Gleichzeitig sind die Rahmenbedingungen für Wissenschaftskooperation in den Ländern im Einzelnen sehr unterschiedlich – mit mehr oder minder offenen Gesellschaftssystemen. Diese Rahmenbedingungen erfordern eine differenzierte Betrachtung der Chancen und Risiken in der Zusammenarbeit.

Die internationale technologische Zusammenarbeit mit Asien zielt auf die Sicherung und Stärkung der technologischen Souveränität Deutschlands und Europas (→ **IV 4 Digitale und technologische Souveränität)**. Wenn Deutschland die relevanten Schlüsseltechnologien der Zukunft als souveräner Partner mitgestalten will, ist internationale Zusammenarbeit auf Augenhöhe und unter Berücksichtigung freiheitlich demokratischer Werte essenziell.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Vernetzung weltweit: Asiatisch-Pazifischer Raum

Deutsch-Chinesische Wissenschaftskooperation und die Bedeutung von China-Kompetenz

China ist das Land mit dem größten Wirtschafts- und Wissenschaftspotenzial in Asien. Deutschland und China verbinden eine langjährige Partnerschaft in Forschung und Bildung – gleichzeitig wird China zunehmend zum Wettbewerber und systemischen Rivalen. Dadurch wird das Umfeld für Wissenschaftskooperationen mit China von dorther immer herausfordernder und findet innerhalb von sehr komplexen Rahmenbedingungen statt. Die im Juli 2023 veröffentlichte *China-Strategie der Bundesregierung* ist auch wegweisend für Wissenschaft und Forschung und gibt eine übergeordnete Orientierung

im Umgang mit China. Risiken für die Freiheit von Forschung und Lehre, illegitime Einflussnahme und einseitiger Wissens- bzw. Technologietransfer müssen bei Kooperationsprojekten minimiert werden.

Gleichzeitig arbeitet Deutschland mit China bei der Lösung der globalen Herausforderungen aktiv als Partner zusammen und sucht weiterhin den Dialog. So wurden z. B. im Berichtszeitraum bilateral vom BMBF und dem chinesischen Forschungsministerium MOST bzw. dem Ministerium für natürliche Ressourcen MNR geförderte Verbundvorhaben im Bereich Gesundheit sowie in der Meeresforschung gestartet. Auch das BMEL setzt sich gemeinsam mit dem chinesischen Ministerium für Landwirtschaft und ländliche Angelegenheiten MARA für einen Wissensaustausch zu Themen des Agrar- und Ernährungssektors ein. Eine besondere Rolle spielt hierbei die Wissenschaftsplattform des Deutsch-Chinesischen Agrarzentrums (DCZ). Diese berät deutsche und chinesische Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, veranstaltet Konferenzen, Studienreisen und die Deutsch-Chinesischen Agrarwissenschaftstage, um den agrarwissenschaftlichen Austausch zwischen beiden Ländern zu fördern.

Fundierte, aktuelle und unabhängige China-Kompetenz ist essenziell für das wechselseitige Verständnis und für die langfristig erfolgreiche Wahrnehmung und Durchsetzung deutscher Interessen – auch in jeglicher Form der Wissenschaftskooperation. Im Koalitionsvertrag wird die Bedeutung von China-Kompetenz hervorgehoben und ein „deutlicher Ausbau“ als Ziel definiert. Die im Juli 2023 veröffentlichte *China-Strategie der Bundesregierung* widmet dem Ausbau von China-Kompetenz ein eigenes Kapitel. Die Bundesregierung unterstützt verschiedene Maßnahmen zum Ausbau von Sprachkompetenz, interkultureller Kompetenz und landeskundlicher Fachkompetenz, Wissen um die Ziele des globalen Engagements Chinas und praktische Erfahrung in der bilateralen Zusammenarbeit im Kontext des chinesischen politischen Systems. Der Koordinierung zwischen den Ressorts, mit den Ländern, der Allianz der Wissenschaftsorganisationen, den Hochschulen und Industrievertreterinnen und -vertretern kommt hierbei wichtige Bedeutung zu.

Im Rahmen des BMBF-Maßnahmenpakets *Informiertes Selbstbewusstsein in der Forschungs- und Innovationskooperation mit China (China-Orientierung)* führt das BMBF seit Herbst 2020 regelmäßige Dialogformate durch: zum einen Informations- und Austauschgespräche mit den Allianz-Organisationen, zum anderen gemeinsam mit der Hochschulrektorenkonferenz (HRK) Informationsveranstaltungen für Hochschulen. Dies baut auch auf den Treffen von BMBF, BMWK, BMI und AA mit der Allianz zu aktuellen China-Themen und Handlungsempfehlungen auf, die seit Frühsommer 2019 stattfinden. Zudem finden auf Initiative des BMBF zusammen mit dem AA und der KMK seit Oktober 2021 regelmäßige China-Austauschgespräche von Bund und Ländern auf Fach- und Arbeitsebene statt.

Als weiteren Baustein der *China-Orientierung* hat das BMBF von Mai 2022 bis Oktober 2023 die Pilotmaßnahme *Juristische Erstberatung für eine erfolgreiche wissenschaftliche Kooperation mit China* durchgeführt. Ziel der Maßnahme war es, über individuelle Beratungsgespräche mit einer beauftragten externen Kanzlei dazu beizutragen, das Bewusstsein für die rechtlichen Risiken im Einzelfall zu schärfen sowie Implikationen für wissenschaftliche Projekte zu beleuchten. Eine Fortführung der Maßnahme ist grundsätzlich geplant und wird derzeit vorbereitet. Zudem wurde im Februar 2022 ein Arbeitskreis zum chinesischen Recht gegründet, der den Teilnehmenden einen Austausch zu den aktuellen legislativen Entwicklungen in China und deren Auswirkungen für die Wissenschaftskooperation sowie die Diskussion von Fallbeispielen und Musterklauseln ermöglicht.

Seit Sommer 2021 werden 13 Forschungsprojekte zu aktuellen gesellschafts-, sozial-, wirtschafts- sowie innovationspolitischen Entwicklungen in der Volksrepublik China gefördert. Elf Projekte und ein Begleitvorhaben sind aus der Richtlinie zur *Förderung des regionalen Ausbaus der China-Kompetenz in der Wissenschaft (Regio-China)* hervorgegangen und im Jahresverlauf 2023 gestartet. Ziel der Projekte ist es, China-Kompetenz sowohl an einzelnen Institutionen als auch institutionenübergreifend in die regionalen Innovations- und Wissenslandschaften eingebettet zu vertiefen und auszubauen. Fachlich setzen die Projekte unterschiedliche Schwerpunkte, dabei werden Themen wie Rechtssicherheit in der Kooperation mit China und Wissenschaftsfreiheit ebenso behandelt wie die Sprachvermittlung und Didaktik des Chinesischen.

Um die Förderung der China-Kompetenz in allen Stufen des deutschen Bildungssystems auszubauen, hat das BMBF 2018 einen Agenda-Prozess mit der Kultusministerkonferenz (KMK) und dem AA angestoßen. Aufbauend darauf startete im Sommer 2022 die von BMBF, AA und KMK getragene Arbeitsgruppe Chinesisch als Fremdsprache, um über Lösungsansätze für die universitäre Forschung, die Aus- und Weiterbildung von Chinesisch-Lehrkräften sowie die Unterrichtspraxis in der Schule und der beruflichen Bildung zu beraten und entsprechende Vorschläge vorzulegen.

Thinktanks und Forschungseinrichtungen leisten einen unverzichtbaren Beitrag zur chinapolitischen Debatte in Deutschland und spielen eine wichtige Rolle bei der Vermittlung von chinabezogenen Kompetenzen in Politik, Gesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft, wie auch die *China-Strategie der Bundesregierung* hervorhebt. Dem Mercator Institute for China Studies (MERICS) in Berlin, einer der führenden Forschungseinrichtungen Europas zu China, kommt hierbei eine herausragende Rolle zu. Die Bundesregierung hat ein erhebliches Interesse am Bestand dieser Institutionen und der Wahrung ihrer Unabhängigkeit.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Vernetzung weltweit: China
↗ China-Orientierung
↗ MERICS

Zusammenarbeit in Schlüsseltechnologien

Unter den asiatischen Partnern zählen Japan, Südkorea und Singapur und immer stärker auch Indien zu den technologisch fortschrittlichsten Ländern. Deshalb arbeitet Deutschland vor allem im Hochtechnologiebereich eng mit ihnen zusammen, um Innovationspotenziale und damit neue Märkte zu erschließen. Japan gehört zu den wirtschaftlich stärksten Ländern der Welt. Basierend auf dem *WTZ-Abkommen* zwischen Deutschland und Japan von 1974 wird seit 50 Jahren die Zusammenarbeit gestärkt und fortentwickelt. Ein Schwerpunkt ist seit 2021 das Thema Wasserstoff. Im Rahmen der *2+2*-Förderung steht z. B. die Ammoniakherstellung für den Seeverkehr im Vordergrund. Auch im Bereich der Agrarforschung gibt es seit 2019 eine Vereinbarung zur bilateralen Forschungszusammenarbeit zwischen dem BMEL und dem japanischen Landwirtschaftsministerium (MAFF). Aber auch multilateral gemeinsam mit anderen EU-Staaten wird die Kooperation mit Japan vorangetrieben – etwa mit dem *Connecting and Coordinating European Research and Technology Development with Japan (CONCERT-Japan)* der European Interest Group. Darin werden aktuell drei Verbundprojekte zu nachhaltigen Wasserstofftechnologien mit deutscher Beteiligung gefördert, z. B. zur Wasserstoffproduktion durch Algen. Auch die beiden deutschen Forschungspräsenzen in Japan legen einen Förderschwerpunkt auf Technologien zu Grünem Wasserstoff.

Weitere Schwerpunkte der Zusammenarbeit im Bereich von Schlüsseltechnologien sind autonomes und vernetztes Fahren, KI und Batterietechnologie, in denen jeweils gemeinsame Vorhaben gefördert werden. Zur Stärkung der technologischen Souveränität ist zudem eine engere Zusammenarbeit bei Mobilfunktechnologien wie 5G/6G geplant.

Deutschland und Singapur forschen aktuell u. a. gemeinsam an der Weiterentwicklung der Blockchain-Technologie und vereinen dabei die Expertise von akademischen Partnern und der Industrie in beiden Ländern. Die Themen reichen vom Einsatz von Blockchain im Logistikbereich bis hin zum Aufbau einer Energiehandelsplattform, die sich an länderspezifische Gegebenheiten in Bezug auf Infrastruktur und Regulierungsrahmen anpassen lässt.

Ein Schwerpunkt der Zusammenarbeit mit Indien ist das Indo-German Science and Technology Centre (IGSTC) in Neu-Delhi. Das gemeinsam vom BMBF und dem indischen Department of Science and Technology (DST) finanzierte Zentrum fördert deutsch-indische Kooperationen in der angewandten Forschung unter Beteiligung von Industriepartnern und Forschungseinrichtungen. Das Programmportfolio beinhaltet u. a. FuE-Projekte im *2+2*-Modus, Workshops und Forschungsaufenthalte. Das Zentrum besteht seit 13 Jahren und ist in seiner Struktur einzigartig für Deutschland. Durch neue Programme für (Nachwuchs-)Forschende konnte das IGSTC seine Sichtbarkeit und sein Angebot in den letzten Jahren erhöhen. Das Zentrum konnte zudem erfolgreich Partnerschaften mit global agierenden Unternehmen wie BASF und TATA abschließen.

Partnerschaften für nachhaltige Innovationen – CLIENT II

Viele der Entwicklungs- und Schwellenländer Asiens stehen vor besonderen Herausforderungen im Umwelt-, Ressourcen- und Energiebereich (→ **IV 2.2 Klimaresilienz: Anpassung und Vorsorge**). Die Hauptgründe sind die wachsende Bevölkerung, die wirtschaftliche Entwicklung und die zunehmenden Auswirkungen des Klimawandels. Die Fördermaßnahme *CLIENT II – Internationale Partnerschaften für nachhaltige Innovationen* des BMBF entwickelt mit ausgewählten Partnerländern weltweit Lösungsansätze in diesen Bereichen. Mit insgesamt 150 Mio. Euro wird die Entwicklung und Erprobung von Technologien, Produkten, Dienstleistungen und Systemlösungen in sieben Themenfeldern gefördert: Naturrisiken, Rohstoffeffizienz und Kreislaufwirtschaft, Anpassung an den Klimawandel, Landmanagement, Klimaschutz und Energieeffizienz, nachhaltige Energiesysteme sowie Wassermanagement. Global leistet *CLIENT II* so einen unmittelbaren Beitrag zur Minderung von Umweltbeeinträchtigungen, zur Wiederherstellung bereits geschädigter Umweltfunktionen sowie zu einem nachhaltigen Umgang mit natürlichen Ressourcen.

Zu den wichtigen Partnerländern zählen Indonesien und Vietnam. Die Umweltprobleme in Vietnam sind besonders gut an den rasant wachsenden Städten und bei der Landwirtschaft, z. B. beim Wassermanagement, zu erkennen. Darüber hinaus leiden Stadt wie Land unter den negativen Auswirkungen des Klimawandels. Deutschland und Vietnam forschen z. B. gemeinsam daran, Anpassungspfade und Strategien zur Minderung des Hochwasserrisikos in sich wandelnden Stadt-Land-Systemen zu entwickeln, ökologischen Reisanbau entlang der gesamten Wertschöpfungskette zu optimieren sowie Rahmenbedingungen und Technologien zu entwickeln, um Rückstände aus der Titanindustrie in Vietnam nachhaltig und gefährdungsfrei zu verwerten.

CLIENT-II-Vorhaben mit Indonesien adressieren u. a. Naturrisiken: Das 2011 erfolgreich entwickelte Tsunami(-Seebeben)-Frühwarnsystem wird bis heute verbessert, um weitere Risiken, wie durch Vulkanausbrüche oder Hangrutschungen ausgelöste Tsunamis, mit abzudecken. Ein weiteres Themenfeld ist die Erforschung von Lösungswegen für eine höhere Energieeffizienz in der Textilindustrie, die auch erneuerbare Energien und die Dekarbonisierung der Produktions-

Deutsch-Vietnamesische Wissenschaftstage

Chancen und Herausforderungen in der deutsch-vietnamesischen Forschungs- und Hochschulkooperation diskutieren und die bilaterale Forschungskooperation stärken – das waren die Schwerpunkte der Deutsch-Vietnamesischen Wissenschaftstage (GVSD) in Da Nang, Zentralvietnam, die das BMBF gemeinsam mit dem vietnamesischen Ministerium für Wissenschaft und Technologie (MOST) organisiert hatte.

Am 26. und 27. April 2023 erörterten 250 Forschende und Fachleute aus Politik, Verwaltung und Wirtschaft von mehr als 100 Organisationen aus beiden Ländern die Chancen und Möglichkeiten der deutsch-vietnamesischen Forschungskooperation in acht Workshops. Die Themen waren nachhaltige Stadtentwicklung, Biodiversität, Bioökonomie, Gesundheitswissenschaft und Industriepartnerschaften, Klimawandel, sauberes Wasser in ländlichen Gebieten, Anpassung an Hochwasserrisiken sowie Forschung an Universitäten. Die Ergebnisse wurden im Dialog mit Vertreterinnen und Vertretern aus Wissenschaft, Politik, Industrie und Verwaltung anschließend auf dem Podium vertieft. Zahlreiche Förder-, Mittler- und Implementierungsorganisationen stellten zudem Möglichkeiten für eine verstärkte deutsch-vietnamesische Zusammenarbeit und Förderung in der Hochschul- und Forschungskooperation vor.



Gruppenbild der Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Deutsch-Vietnamesischen Wissenschaftstage 2023

ketten einbeziehen. Im Bereich der Rohstoffgewinnung fördert *CLIENT II* die Entwicklung umweltschonender Bergbaupraktiken bei gleichzeitigem Einsatz innovativer Förderverfahren, die die Gewinnung zusätzlicher wertvoller Rohstoffe, z. B. die für die Elektronikindustrie wichtigen Seltenerdelemente Yttrium und Neodym, ermöglichen.

Weitere Informationen im Internet:

↗ Fördermaßnahme Client II
↗ Deutsch-Vietnamesische Wissenschaftstage (engl.)

Kooperationen mit Ländern Zentralasiens und der Mongolei

Im Kontext der Zeitenwende hat die außenpolitische Bedeutung der fünf zentralasiatischen Staaten Kasachstan, Kirgisistan, Tadschikistan, Turkmenistan und Usbekistan sowie der Mongolei deutlich zugenommen. Das liegt neben geopolitischen Gründen auch an den überwiegend sehr guten Forschungsbedingungen und den Besonderheiten der Untersuchungsräume – etwa im Kontext nachhaltiger Entwicklungszeile (SDGs). Entsprechend groß ist das Kooperationsinteresse der deutschen Forschung und entsprechend vielfältig sind die in Zusammenarbeit mit Partnern aus Zentralasien verfolgten thematischen Schwerpunkte. Die förderpolitische Grundlage zur Beantwortung dieses Kooperationsinteresses bildet die im Oktober 2023 veröffentlichte Rahmenbekanntmachung *Östliche Partnerschaft und Zentralasien* des BMBF. Die Kontinuität und der weitere Ausbau der Forschungsförderung mit Partnern aus Zentralasien und der Mongolei leisten einen wichtigen Beitrag, um die deutsche Kompetenz in diesen Ländern zu erhalten und zu stärken. Das BMBF fördert klassische Mobilitätsmaßnahmen, pilothafte Forschungsvorhaben, die Anbahnung und Etablierung von Institutspartnerschaften sowie umfangreiche Projekte etwa im Rahmen der oben genannten Fördermaßnahme *CLIENT II*. Ziel ist es, wertvolle Forschungserkenntnisse zu gewinnen, die Forschungs- und Innovationsfähigkeit der Region zu steigern und gleichzeitig Deutschland als starken und vertrauenswürdigen Partner in der Region zu verankern. Die Hauptkooperationsländer sind Kasachstan, Kirgisistan, Usbekistan und die Mongolei.

Im Rahmen der ressortübergreifenden Initiative der Bundesregierung *Green Central Asia* zur Bündelung des deutschen Engagements in den Bereichen Klimaschutz und -anpassung und naturpositiver Entwicklung in Zentralasien finanzieren das AA und BMBF weitere Forschungsprojekte.

4.4 Australien und Ozeanien

Australien und Neuseeland sind wichtige Partnerländer des BMBF, da sie über leistungsstarke Universitäten und Forschungseinrichtungen sowie gute Rahmenbedingungen für innovative Forschung verfügen – auch und gerade bei den Themen Klima, Bioökonomie und grüne Wasserstofftechnologien.

Die Zusammenarbeit mit Australien im Wissenschaftsbereich hat eine lange Tradition: Das Regierungsabkommen zur WTZ wurde bereits 1976 unterzeichnet. Da Australien als Wissenschaftspartner für Deutschland an Bedeutung gewinnt, ist seit März 2023 die Position der Wissenschaftsreferentin an der Deutschen Botschaft in Canberra direkt durch eine Entsendung aus dem BMBF besetzt.

Seit 2022 besteht zwischen dem BMBF und dem australischen Bundesstaat Queensland eine gemeinsame Vereinbarung (Joint Declaration of Intent), um die bilaterale Bioökonomieforschung zu stärken. Als Ergebnis wurde im März 2023 im Rahmen der Fördermaßnahme *Bioökonomie International* eine gemeinsame Förderbekanntmachung mit der Regierung von Queensland veröffentlicht *(Bioeconomy International: Call 2023).*

Ein weiterer Schwerpunkt der Zusammenarbeit liegt im Bereich Wasserstoff (**IV 1.2 Erneuerbare und sichere Energieversorgung** sowie **Infobox: Wasserstoff – internationale Kooperation in Forschung und Innovation**). Im Rahmen der Machbarkeitsstudie *HySupply* wurden von 2020 bis 2023 bestehende regulatorische, technische und ökonomische Hindernisse entlang der gesamten Wertschöpfungskette, die für den Aufbau einer Lieferkette von Grünem Wasserstoff von Australien nach Deutschland überwunden werden müssen, untersucht. Die Ergebnisse der Studie haben den Weg für den *Deutsch-Australischen Wasserstoff-Akkord* geebnet. Dieser gilt seit 2021 als das gemeinsame Bekenntnis von BMBF, BMWK und dem australischen Energieministerium, die Zusammenarbeit in den Bereichen Forschung und Industriekooperation zu stärken.

Zentraler Baustein dieser Initiative ist die deutsch-australische Förderbekanntmachung *HyGATE (German-Australian Hydrogen Innovation and Technology Incubator),* ein Technologieinkubator für Pilot- und Demonstrationsprojekte entlang der gesamten Wertschöpfungskette für Grünen Wasserstoff (**Infobox: Wasserstoff – Internationale Kooperation in Forschung und Innovation**). Die Zusammenarbeit im Bereich Wasserstofftechnologien soll gestärkt und Innovationsprozesse in beiden Ländern angeregt werden. Die 2022 gemeinsam mit der Australian Renewable Energy Agency gestartete Initiative *HyGATE* adressiert so zentrale Herausforderungen beim Aufbau einer globalen Wasserstoffwirtschaft. Vier Konsortien wurden zur Förderung ausgewählt. Deren Projekte haben unterschiedliche Forschungsschwerpunkte: die Herstellung von Grünem Wasserstoff, den Aufbau einer Wasserstoff-Export-Wertschöpfungskette, die Steigerung des Effizienzgrades zur Produktion von Grünem Wasserstoff und die Herstellung von Grünem Methanol mittels eines innovativen Anlagenverbunds. In allen Projekten arbeiten Industrie und akademische Partner eng zusammen. Mit der Initiative *HyGATE* werden die zwei grundlegenden Zielstellungen der *Nationalen Wasserstoffstrategie* verfolgt: zum einen der Import von nachhaltigen Energieträgern und zum anderen der Export von Klimaschutztechnologien „Made in Germany".

Ebenfalls aus *HySupply* entstanden ist die deutsch-niederländisch-australische Machbarkeitsstudie *Try-HyHub.* Das trilaterale Vorhaben untersucht Möglichkeiten für den Aufbau einer Wasserstofflieferkette aus Westaustralien über den Hafen von Rotterdam in die deutsche Chemie-Region im Rheinland.

Auch mit Neuseeland pflegt Deutschland seit der Unterzeichnung des gemeinsamen *WTZ-Abkommens* im Jahr 1977 gute Beziehungen. Insbesondere beim Thema Grüner Wasserstoff besteht eine enge Zusammenarbeit. Flankierend zu dem Aufbau einer entsprechenden Forschungspräsenz haben beide Länder 2021 einen bilateralen Förderaufruf zur Forschung an grünen Wasserstofftechnologien veröffentlicht, aus dem seit 2022 drei Vorhaben zu den Themen Elektrolyse, Wasserstoffspeicherung sowie Strategien zur Erzeugung und Systemintegration von Grünem Wasserstoff.

Zudem hat das BMBF 2019 erstmals eine gemeinsame Förderbekanntmachung mit dem neuseeländischen Ministry of Business, Innovation and Employment (MBIE) zur Klimaforschung veröffentlicht, an welchem sich auf deutscher Seite auch das BMEL beteiligt hat. Im Mittelpunkt der Vorhaben steht ein besseres Verständnis der physikalischen Grundlagen des Klimasystems in der Südhemisphäre. Insbesondere geht es dabei um den Einfluss von Aerosolen auf die Wolken- und Eisbildung in der Troposphäre – eine Fragestellung, die bislang kaum erforscht wurde. Erkenntnisse aus der deutsch-neuseeländischen Forschung sollen in den nächsten Weltklimabericht einfließen. Im Jahr 2023 hat das BMEL eine gemeinsame Absichtserklärung mit dem neuseeländischen Ministry for Primary Industries (MPI) unterschrieben. Die Zusammenarbeit im Bereich der Reduktion von Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft soll dabei gestärkt werden.

Darüber hinaus fördert das BMBF seit 2002 die Kooperation zwischen deutschen und neuseeländischen Forschungseinrichtungen im Bereich Meeresforschung. Die Forschungsprojekte erfolgen im Rahmen der Fahrten des Forschungsschiffs „Sonne“.

Weitere Informationen im Internet:

- Vernetzung weltweit: Australien
- Wasserstoff-Projekte mit Australien
- Internationales Büro: Australien
- Vernetzung weltweit: Neuseeland
- Internationales Büro: Neuseeland



Weiterführende Verweise zu diesem und anderen Kapiteln finden Sie unter ***BuFI-Online-Angebot: Linkportal***.

Hinterher sind selbst die klügsten Köpfe schlauer

Sie planen ein Forschungs- oder Entwicklungsvorhaben?
Sie sind auf der Suche nach finanzieller Unterstützung dafür?

Die Förderberatung „Forschung und Innovation“ des Bundes

- identifiziert Fördermöglichkeiten
- erläutert Förderverfahren
- vermittelt fachliche und regionale Ansprechpartner
- unterstützt mit dem Lotsendienst für Unternehmen insbesondere kleine und mittlere Unternehmen (KMU)

Persönlich. Besser beraten.

Kostenlose Hotline: **0800 2623008**
beratung@foerderinfo.bund.de
foerderinfo.bund.de

Die Bundesregierung

Förderberatung des Bundes
Forschung und Innovation

Impressum

Herausgeber
Bundesministerium
für Bildung und Forschung (BMBF)
Referat Grundsatzfragen von Innovation und Transfer;
Zukunftsstrategie; Koordinierung
11055 Berlin

Download
bundesbericht-forschung-innovation.de

Stand
Mai 2024

Text
BMBF
Geschäftsstelle Bundesbericht Forschung und Innovation, Berlin
Prognos AG, Berlin
DLR Projektträger, Bonn

Gestaltung
neues handeln AG

Bildnachweise
Titel: Fraunhofer IMWS/Michael Deutsch
Vorwort: Bundesregierung/Guido Bergmann
S. 5, 399: AdobeStock/Seventyfour
S. 6/7, 14, 66, 74/75, 109, 110: SPRIND GmbH
S. 8: Fraunhofer Chile Research
S. 10: StMELF/Tobias Hase
S. 11, 45/46, 70, 89, 165, 178, 306, 330: JRF e. V.
S. 12: AdobeStock/GustavsMD
S. 15, 105, 130 (unten), 159, 270, 308, 371, 415: AdobeStock/Gorodenkoff
S. 17, 208: AdobeStock/BullRun
S. 18: Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS/Julia Wecker
S. 19: AdobeStock/chachamp
S. 21: AdobeStock/Mareen Fischinger/Westend61
S. 22, 65, 156, 383, 396: AdobeStock/pressmaster
S. 24: AdobeStock/kehinde
S. 26: AdobeStock/Micah C/peopleimages.com
S. 27: AdobeStock/Supapich
S. 28: ZITiS
S. 29: ISFH/Blachura
S. 30: U Bremen Research Alliance/Jens Lehmkühler
S. 32, 277: KIT/Amadeus Bramsiepe
S. 33, 157, 268: AdobeStock/DC Studio
S. 34, 273, 367: Patrick Hipp
S. 35: AdobeStock/Viacheslav Yakobchuk
S. 37: DFKI
S. 38: Fraunhofer IOF
S. 40: DLR (creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/)
S. 41: AdobeStock/Victor Ivin
S. 42, 315: MARUM – Zentrum für Marine Umweltwissenschaften, Universität Bremen/A. Kopf (Expedition MSM 119)
S. 47: IUTA e. V.
S. 49, 76, 304, 357/358: Fraunhofer FEP
S. 54: Fraunhofer EMI
S. 55, 63, 201, 211: UFZ/André Künzelmann
S. 56, 127, 218, 225: MPI für biol. Intelligenz/Axel Griesch
S. 60, 307: AdobeStock/NewSaetiew
S. 64, 113, 333: MPI für empirische Ästhetik/Felix Bernoully
S. 68, 149, 364: DZHW GmbH/Petra Nölle
S. 73: SKUB
S. 77: IBPT, KIT/Katja Heil
S. 79: Ernst Strüngmann-Institut gGmbH
S. 80: Leibniz-Zentrum für Photonik in der Infektionsforschung gGmbH
S. 81: Forschungszentrum Jülich/Ralf Tillmann
S. 83: AdobeStock/Photocreo Bednarek
S. 84: HZB/Silvia Steinbach
S. 85: Forschungszentrum Jülich/Sascha Kreklau
S. 86: AdobeStock/aLListar/peopleimages.com
S. 87, 418: AdobeStock/EFStock
S. 88: Hochschulforum Digitalisierung/Bernhard Ludewig
S. 90: Fraunhofer AISEC/Oliver Bodmer
S. 91: SaxoCell/Robert Große
S. 92: Forschungscampus STIMULATE, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
S. 93, 131, 231, 261: AdobeStock/Jacob Lund

S. 95: RIF/Jonas Zajaczkowski
S. 96, 124: BMBF
S. 97, 347: AdobeStock/qunica.com
S. 99: DIK
S. 103: Deutscher Zukunftspreis/bildschön
S. 104: HTW/Alexander Rentsch
S. 107, 150, 269: AdobeStock/contrastwerkstatt
S. 111: AdobeStock/gstockstudio
S. 114: AdobeStock/BESTIMAGE
S. 115: IHP GmbH
S. 117: MICROBOX GmbH
S. 119: Charamel GmbH
S. 120: AdobeStock/mojo_cp
S. 121: AdobeStock/Ridvan
S. 125: UFZ/iDiv/Julia von Gönner
S. 128: MPI-CBG/Katrin Boes
S. 130 (oben), 324: DLR
S. 133: AdobeStock/Daisy Daisy
S. 137: AdobeStock/Drazen
S. 138: AdobeStock/Halfpoint
S. 140, 360: AdobeStock/Robert Kneschke
S. 144: AdobeStock/nuttawutnuy
S. 145: Max-Planck-Institut für Biophysik/Shau Chung Shin
S. 147: Jordis Antonia Schlösser
S. 151: AdobeStock/aerogondo
S. 152, 194, 312: AdobeStock/Andrey Popov
S. 154: BMI
S. 161: AdobeStock/StockPhotoPro
S. 162, 341: BMBF/bundesfoto/Zöhre Kurc
S. 163/164, 184, 185: MPI für Plasmaphysik/Jan Michael Hosan
S. 166: Element K für VolkswagenStiftung/Holger Michel
S. 168: Fraunhofer UMSICHT/Mike Henning
S. 169: AdobeStock/Quality Stock Arts
S. 171: AdobeStock/AVTG
S. 172: DBFZ/Paul Trainer
S. 173: (oben) Sebastian Schels; (unten) AdobeStock/Holger T.K.
S. 175: AdobeStock/lovelyday12
S. 176: (oben) ISFH/Salzmann; (unten) Kopernikus-Projekte/André Wagenzik
S. 179: AdobeStock/TimSiegert-batcam
S. 181: AdobeStock/xiaoliangge
S. 182: Fraunhofer IGCV/Bernd Müller
S. 186: AdobeStock/muph
S. 188: AdobeStock/majonit
S. 190: Mobility2Grid
S. 191, 280: AdobeStock/scharfsinn86
S. 192: AdobeStock/Yehuda
S. 195: AdobeStock/finecki
S. 197: AdobeStock/nokturnal
S. 199: Fraunhofer IISB/Elisabeth Iglhaut
S. 200: ZAL GmbH
S. 202: AdobeStock/Sebastian Grote
S. 204: AdobeStock/Harlekin-Graphics
S. 205: AdobeStock/SockaGPhoto
S. 206: AdobeStock/Florian
S. 207: Bundesverband Wärmepumpe (BWP) e. V.
S. 210: ZALF/Julia Lidauer
S. 215: TROPOS/Tilo Arnhold
S. 219: Thünen Institut/Christina Waitkus
S. 221: IWW
S. 222: AdobeStock/MIKHAIL
S. 229: AdobeStock/keBu.Medien
S. 230: AdobeStock/Tobias Arhelger
S. 232: Nordlicht
S. 233: IGZ e. V./Rebecca Klopsch
S. 234: AdobeStock/belyjmishka
S. 237: AdobeStock/eldarnurkovic
S. 238: ZALF/Kristina Backhaus
S. 242: MPI für Psychiatrie/A. Griesch
S. 243: DDZ
S. 244: AdobeStock/luchschenF
S. 246: MPI für Psychiatrie/Lea Kaspar
S. 247: DZNE/Frommann
S. 249: AdobeStock/Prostock-studio
S. 250: AdobeStock/ThawKyar
S. 252: AdobeStock/Cavan
S. 253: AdobeStock/PordeeStudio
S. 255: flickr/The Upstream Alliance (creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/)
S. 256: AdobeStock/arcyto
S. 258: AdobeStock/ktsdesign
S. 259: AdobeStock/Vic Josh
S. 260: AdobeStock/shefkate
S. 263: OFFIS – Institut für Informatik/Bonnie Bartusch
S. 265: AdobeStock/lordn
S. 267: AdobeStock/J Bettencourt/peopleimages.com
S. 274: AdobeStock/Werner
S. 275: AdobeStock/pikselstock
S. 278: FBH/P. Immerz
S. 279: Fraunhofer IOF
S. 283: AdobeStock/kitawit
S. 285: AdobeStock/Klimow Maxim
S. 287: AdobeStock/Regisser.com
S. 290: AdobeStock/joyfotoliakid
S. 295: AdobeStock/kiri
S. 297: KIT
S. 299: Max-Planck-Gesellschaft/Axel Griesch
S. 300: MCQST/Christoph Hohmann
S. 302: David Brandt
S. 309: IPH gGmbH/Susann Reichert
S. 311: AdobeStock/.shock
S. 314: ESA-CNES-ARIANESPACE/Optique video du CSG-S MARTI
S. 316: Gabriel Pérez Diaz (IAC)/Marc-André Besel (CTAO)/ESO/N. Risinger (skysurvey.org), (creativecommons.org/licenses/by/4.0/)
S. 319: ESA/M. Pédoussaut
S. 320: Deutsche Raumfahragentur im DLR
S. 326, 351: Bundeswehr/Francis Hildemann
S. 327: GEOMAR/ROV-Team
S. 329: Universität Basel/Serena Abel
S. 331: AdobeStock/M. Johannsen
S. 334: AdobeStock/Monkey Business
S. 335: ZZF Potsdam/Marion Schlöttke
S. 337: Institut für Zeitgeschichte/Leonie Zangerl
S. 342: Falling Walls Foundation
S. 344: Priscillia Grubo
S. 348: ZUG/Toni Kretschmer
S. 349: AdobeStock/VRD
S. 352: GWZO/Corinne Geering

S. 355: AdobeStock/Andrea
S. 363: Timo Wilke
S. 365: Fraunhofer IMTE
S. 370: AdobeStock/Matej Kastelic
S. 373: AdobeStock/Evgen3d
S. 375: AdobeStock/KOTO
S. 376: AdobeStock/luckybusiness
S. 378: Lichtwerke Design Fotografie/Andreas Scheunert
S. 380/381: Sasol Germany GmbH
S. 382: AdobeStock/Serhii
S. 386: AdobeStock/kasto
S. 388: DAAD/Stefan Zeitz
S. 389: Humboldt Foundation/David Ausserhoffer
S. 390: AdobeStock/Mariana Rusanovschi
S. 391: Deutsches Historisches Institut in Rom
S. 393: AdobeStock/stokkete
S. 394: AdobeStock/Lisa F. Young
S. 397: AdobeStock/Rafael Henrique
S. 400: AdobeStock/saiko3p
S. 402: AdobeStock/Florence Piot
S. 404: AdobeStock/Jarama
S. 407: AdobeStock/peshkova
S. 409: IH Cantabria
S. 421: AdobeStock/Yingyaipumi
S. 426: AdobeStock/Michael
S. 428: AdobeStock/BalanceFormCreative
S. 431: Uwe Voelkner
S. 433: NIWA NZ/Lana Young
S. 434: AdobeStock/Courtney H/peopleimages.com
S. 436: Ethical Tea Partnership
S. 442: Wikimedia Commons/Jorge Saturno (creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)
S. 447: Dun Tân University/Duc Anh Tuan Nguyen

Diese Publikation wird als Fachinformation des Bundesministeriums für Bildung und Forschung kostenlos herausgegeben. Sie ist nicht zum Verkauf bestimmt und darf nicht zur Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen eingesetzt werden.

@BMBF_Bund
@bmbf.de
@bmbf.bund

bmbf.de