



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

# Aktionsplan Robotikforschung

Innovationspotenziale der KI-basierten Robotik erschließen



# Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

Künstliche Intelligenz (KI) ist eine Schlüsseltechnologie und die Robotik ihre Königsklasse. Gerade für ein Land wie Deutschland birgt die Integration von KI in robotische Systeme riesiges Potenzial. Wir haben uns global einen festen Platz in der Robotik erarbeitet, weisen die vierthöchste Roboterichte in der Welt auf und sind der größte Robotik-Markt in Europa. Bislang dominiert dabei noch die Automatisierung überwiegend starrer Arbeitsabläufe etwa in der Produktion oder Logistik. Die große Chance liegt im nächsten Schritt: Das sind intelligente Roboter, die selbstständig agieren und reagieren.

Mit dem Aktionsplan Robotikforschung bündeln wir die Kräfte und richten die Förderung strategisch aus. Innovationen in Basistechnologien wie Mikrochips sollen schneller in der Robotik ankommen und diese wiederum in der Praxis, sei es in der Produktion, sei es in der zivilen Sicherheit oder in Medizin und Pflege. Ein neues Robotics Institute Germany wird die Top-Standorte der Robotikforschung in Deutschland vernetzen, damit sie in die internationale Spitzenliga aufsteigen können. Gleichzeitig ist es eine Talentschmiede für die dringend benötigten Fachkräfte.

Unsere Zukunftsstrategie Forschung und Innovation definiert als ein zentrales Ziel unsere technologische



Souveränität. Deswegen enthält sie bereits das klare Bekenntnis zur Robotik und den großen Chancen, die sie bietet, um die Innovationskraft Deutschlands zu stärken. Der Aktionsplan Robotikforschung buchstabiert dieses Bekenntnis jetzt in konkrete Schritte aus. Gehen wir sie gemeinsam, damit Deutschland auch zukünftig eine Führungsrolle in der Robotik einnimmt.

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

# Inhaltsverzeichnis

---

1 Innovationspotenziale der KI-basierten Robotik erschließen	2
2 Handlungsfelder	4
Handlungsfeld 1: Innovationen in Basistechnologien für Robotik nutzbar machen.....	4
Handlungsfeld 2: Robotik-Spitzenforschung bündeln und vernetzen .....	5
Handlungsfeld 3: Fachkräfte für die Robotik der Zukunft fördern .....	7
Handlungsfeld 4: Intelligente Robotik in die Anwendung bringen .....	7
3 Governance	11
Impressum	12

# 1 Innovationspotenziale der KI-basierten Robotik erschließen

Intelligente Robotik ist für das Gelingen langfristiger Transformationen im Zuge der Digitalisierung und für die Bewältigung großer gesellschaftlicher Herausforderungen, vor allem des demografischen Wandels, von hoher Relevanz. Im sich verschärfenden globalen Wettbewerb um Innovationen, technologische Souveränität und nachhaltige Wertschöpfung kommt der Robotik eine entscheidende Rolle zu.

Diese Betrachtung ist nicht völlig neu. Bislang jedoch automatisieren Roboter überwiegend starre Arbeitsabläufe in strukturierten und abgeschirmten Umgebungen, insbesondere in industriellen Produktionsstätten und Logistikzentren. Aktuelle Entwicklungssprünge in den Basistechnologien befähigen Roboter nun zunehmend dazu, auch komplexe Aufgaben in veränderlichen Umgebungen und in enger Kollaboration mit Menschen auszuführen. Besonders dank signifikanter Fortschritte in der Forschung zu Künstlicher Intelligenz (KI) wird die Robotik neu belebt. Es werden Technologien für eine einfachere Bedienung und Kooperation mit Menschen entwickelt (sogenannte Cobots), wodurch neue Anwendungen erstmalig von einem Robotik-Einsatz profitieren können. Durch KI erschließen Roboter intelligente und autonome Funktionen (sogenannte Servicerobotik) und damit neue Einsatzfelder, z. B. in der zivilen Sicherheitsforschung, im Handwerk und in der Bauindustrie, im Gesundheitsbereich oder in der Pflege. Als Deep-Tech-Innovation erfordert die KI-basierte intelligente Robotik zwar hohe Investitionen, hat aber wettbewerbsdifferenzierendes Disruptionspotenzial.<sup>1</sup>

Daraus resultieren Erwartungen an eine erheblich zunehmende Verbreitung von Robotik-Lösungen. Die entsprechende Nachfrage zeigt sich in einem international stark wachsenden Markt mit einem prognostizierten Umsatzwachstum von 35 Mrd. Euro im Jahr

2023 auf bis zu 230 Mrd. Euro im Jahr 2030.<sup>2</sup> Deutschland ist der größte Robotik-Markt in Europa und weist die weltweit vierthöchste Roboterdichte auf.<sup>3</sup> Dies ist auch Ergebnis des aus Deutschland heraus geprägten erfolgreichen Konzepts der Industrie 4.0. Die Industrierobotik wird in Deutschland von großen Unternehmen aus dem Bereich Automatisierung und Logistik dominiert. Allerdings finden sich auch zahlreiche mittelständische Robotik-Spezialisten, die spezifische Marktnischen besetzen und weltweit führende Lieferanten von Robotiklösungen sind. Hauptabnehmer von Industrie-Robotik sind global vor allem die Automobil- und Elektroindustrie, in Deutschland mit großem Abstand die Automobilindustrie.<sup>4</sup>

Die intelligente KI-basierte Robotik verspricht einen Schub für Leistungssteigerungen und Innovationen in einem branchenübergreifenden Anwendungsspektrum wie z. B. der Produktion, der Pflege, der Logistik, der Laborautomation und der Landwirtschaft. Chancen ergeben sich auch bei der Verzahnung von KI mit Industrie 4.0-Technologien. Weltweit positionieren sich neben etablierten Anbietern auch globale Technologieunternehmen vor allem aus den USA und Asien mit großen Robotikprojekten und profitieren dabei von ihrer Expertise in den Basistechnologien.

Der Zukunftsrat des Bundeskanzlers sieht die Beherrschung der Schlüsseltechnologie Robotik als eine Frage der Wettbewerbsfähigkeit für den gesamten Innovationsstandort.<sup>5</sup> KI-basierte Robotik bietet gerade für den Maschinen- und Anlagenbau in Deutschland hohe Potenziale, nicht zuletzt vor dem Hintergrund des breiten Anwendungsbedarfs in zahlreichen industriellen Branchen mit deutschen Stärken, aber auch im menschlichen Umfeld mit Haushalt und Pflege.

1 [eitdeeptechtalent.eu/the-initiative/what-is-deep-tech](https://eitdeeptechtalent.eu/the-initiative/what-is-deep-tech)

2 Boston Consulting Group, Robotics Outlook 2030: How Intelligence and Mobility Will Shape the Future

3 IFR World Robotics 2021

4 GTAI Factsheet The Robotics & Automation Industry in Germany, 2022

5 [bundesregierung.de/breg-de/suche/-/zukunftsrat-des-bundeskanzlers-diskutiert-impulse-fuer-den-innovationsstandort-deutschland--2152382](https://bundesregierung.de/breg-de/suche/-/zukunftsrat-des-bundeskanzlers-diskutiert-impulse-fuer-den-innovationsstandort-deutschland--2152382)

Die Bundesregierung hat sich mit der Zukunftsstrategie Forschung und Innovation<sup>6</sup> zum Ziel gesetzt, die großen und vor allem die neuen Chancen der Robotik zu erschließen, um die Innovationskraft Deutschlands zu stärken und die technologische Souveränität Europas zu sichern. Eines der Ziele des Aktionsplans Künstliche Intelligenz des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) ist die Nutzung der Innovationspotenziale KI-basierter Robotik. Mit diesem Aktionsplan greift das BMBF diese Ziele auf und leistet einen aktiven Beitrag zur Stärkung des nationalen Robotik-Ökosystems in den Bereichen Forschung und Fachkräfte. Außerdem bündelt das BMBF mit dem Aktionsplan seine Forschungsförderung zur Robotik und richtet sie strategisch aus. Der Aktionsplan fokussiert auf verbindende Innovationspotenziale und schafft erstmals einen kohärenten Rahmen für die Robotikforschung, der sowohl den Forschenden als auch den Fördergebern Orientierung und Schwerpunktsetzung erleichtert.

Der Aktionsplan ergänzt die bestehenden Strategien und Programme der Bundesregierung, insbesondere die Strategie „Künstliche Intelligenz“ sowie die Programme „Mikroelektronik. Vertrauenswürdig und nachhaltig. Für Deutschland und Europa.“, „Souverän. Digital. Vernetzt.“, „Miteinander durch Innovation“, „Zukunft der Wertschöpfung“ und „Forschung für die zivile Sicherheit“.

Mit der Ambition, Roboter verstärkt für den Einsatz außerhalb geschlossener industrieller Umgebungen zu entwickeln, rückt die soziale und gesellschaftliche Dimension der Robotik verstärkt in den Blick. Forschung hierzu wird als verbindlicher Teil der Technologieentwicklung verankert.

Die Schnittstellen der nationalen Maßnahmen zu EU-Aktivitäten werden als integraler Teil mitgestaltet. Intelligente Robotik wird im europäischen Programm „Horizont Europa“ umfangreich mit der „AI, Data and Robotics Partnership“ adressiert. Hier gilt es, eine hohe Synergie der nationalen Maßnahmen mit der europäischen Programmatik zu erreichen und für hohe Erfolgchancen deutscher Forschungsakteure zu sorgen. Dazu engagiert sich das BMBF in den entsprechenden Programmkomitees.

Die Chancen der Robotik profitieren von einer engen Zusammenarbeit der Ressorts, weshalb die Maßnahmen des Aktionsplans als Teil eines übergreifenden Vorgehens der Bundesregierung konzipiert sind.

6 [bmbf.de/bmbf/de/forschung/zukunftsstrategie/zukunftsstrategie\\_node.html](https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/zukunftsstrategie/zukunftsstrategie_node.html)

## 2 Handlungsfelder

Globale Krisen haben in den letzten Jahren Verwerfungen in internationalen Lieferketten ausgelöst und deutlich gemacht, wie fragil die eingespielte weltweite Arbeitsteilung ist. Rückverlagerung von Produktion nach Deutschland und Europa kann die Resilienz gegenüber derartigen Krisen erhöhen und Wertschöpfung nachhaltig sichern. Die höhere Automatisierung durch intelligente Robotik macht diesen Schritt wirtschaftlich erreichbar.

Intelligente Robotik kann auch zu klimafreundlichen Innovationen und zum Erreichen der Nachhaltigkeitsziele der EU beitragen. Die Automatisierung durch intelligente Robotik erhöht die Anpassungsfähigkeit der Produktion, ermöglicht die Wiederverwendbarkeit von Anlagen und leistet wichtige Beiträge für die entstehende Kreislaufwirtschaft, z. B. durch skalierbare Demontage und Recycling.

Der demografische Wandel ist eine der größten gesellschaftlichen Herausforderungen der nächsten Jahrzehnte und schlägt sich insbesondere im zunehmenden Fachkräftemangel nieder. Der intensive Einsatz von intelligenter Robotik bietet die Chance, die Arbeit in geeigneten besonders betroffenen Bereichen neu zu gestalten und diesem Trend entgegenzuwirken. Dies betrifft neben der Industrie und der Logistik in zunehmendem Maße auch Branchen wie Bau, Landwirtschaft, Energie oder Gesundheit und Pflege.

Um die Robotik in die Lage zu versetzen, zur Lösung dieser Herausforderungen beizutragen, will das BMBF das deutsche Robotik-Ökosystem in der Forschung so stärken, dass es künftig an der internationalen Spitze agiert.

In vier Handlungsfeldern werden dazu die notwendigen Basistechnologien, die Spitzenforschung in der Robotik selbst, die notwendigen Fachkräfte sowie herausragende Anwendungsfelder der Robotik adressiert.

### Handlungsfeld 1: Innovationen in Basistechnologien für Robotik nutzbar machen

---

In der Robotik werden zahlreiche Basistechnologien wie beispielsweise KI, Sensorik, Elektronik, Aktorik, Edge-Computing und 5G/6G-Mobilfunk mit Methoden des Systems Engineering zu komplexen Gesamtsystemen integriert. Innovationen in diesen Basistechnologien verhelfen der Robotik zu neuer Leistungsfähigkeit und eröffnen neue und disruptive Anwendungsmöglichkeiten. Im Rahmen aktuell geförderter Forschungsschwerpunkte und -programme treibt das BMBF hier robotikspezifische Aspekte voran, die eine hohe Hebelwirkung für die Robotik auf Systemebene entfalten können.

#### Ausgangslage

- In der KI-Forschung werden vor allem Methoden für die Steuerung von Robotern untersucht. Dies ist vor allem für das dynamische Lernen von Robotern in unstrukturierten Umgebungen wichtig, wozu auch das Training von KI-Modellen mit simulierten Daten gehört. Auch die sprachliche Interaktion mit Robotern profitiert von großen KI-Modellen.
- Die Echtzeitvernetzung von Robotern baut maßgeblich auf Forschung zu digitalen und vernetzten Systemen auf. Leistungsfähige Kommunikationstechnologien ermöglichen kooperative Zusammenarbeit von Robotern und erlauben durch Rechenressourcen im Netz die Auslagerung von aufwendigen Rechenprozessen von Robotersystemen. Die Technologien zukünftiger 6G-Kommunikationsnetze bieten z. B. Potenziale für die Interaktion von Mensch und Maschine. So können innovative Lösungen zur Vernetzung von Robotern in der Industrie 4.0 oder im Gesundheitssektor entstehen.

- Aufgrund der hohen Sicherheitsanforderungen, insbesondere bei der Zusammenarbeit mit Menschen, werden IT-Sicherheitstechnologien von Beginn in die Entwicklung einbezogen.
- Leistungsfähige Mikroelektronik trägt zur Weiterentwicklung der Robotik bei, z. B. durch neuartige Sensor-Chips mit neuromorphen Prozessoren. Das ermöglicht insbesondere die echtzeitfähige Steuerung von Robotern in der Interaktion mit Menschen.

### Ziele

- Leistungsfähigkeit und Erschließung neuer Einsatzmöglichkeiten von Robotern durch Kombination von Basistechnologien steigern
- Robotik der Zukunft durch KI voranbringen
- Grundlagen der vernetzten Robotik erforschen
- Leistungsstarke Mikroelektronik, z. B. Sensoren und neuromorphe Chips, für die Robotik weiterentwickeln
- Sichere Robotik entwickeln

### Beitrag des BMBF

- Das BMBF wird seine Forschungs-, Nachwuchs- und insbesondere KMU-Förderung in den Bereichen KI und Software-Engineering fortsetzen und weiter ausbauen. So werden KI und Software-Engineering auch im Anwendungsfeld Robotik erforscht, z. B. durch mehrere KI-Professuren und KI-Nachwuchsgruppen oder auch an den KI-Kompetenzzentren. Das BMBF fördert zudem Forschung zu den technologischen Grundlagen der KI, etwa zu Erklärbarkeit, Robustheit und Transferlernen.
- Im Bereich der Vernetzung und Sicherheit digitaler Systeme wird das BMBF seine Forschungsförderaktivitäten zu latenzarmen, hochzuverlässigen und sicheren Kommunikationssystemen fortsetzen und damit weiterhin wichtige Grundlagen der vernetzten Robotik adressieren. In der nationalen 6G-Initiative werden für die Robotik beispielsweise hochrelevante Funktechnologien zur sensorischen

Erfassung der Umgebung, latenzarme Robotersystemsteuerung über Kommunikationsnetze, schnelle Sensortechnologien oder verteilte Rechenarchitekturen für Robotikanwendungen entwickelt. Insgesamt werden mit den Förderaktivitäten Robotiklösungen in der Industrie 4.0, der Medizin, im Gesundheitswesen und in der zivilen Sicherheit vorangetrieben.

- In der Mikroelektronik legt das BMBF einen Schwerpunkt der Forschungsförderung auf Edge-Computing, Hardware und sichere Elektronik für KI-basierte Anwendungen. Ein weiterer Fokus liegt auf der intelligenten Sensorik, die die Grundlage einer sicheren Interaktion von Robotern in herausfordernden Umgebungen ist.

## Handlungsfeld 2: Robotik-Spitzenforschung bündeln und vernetzen

---

Das Potenzial der intelligenten Robotik basiert auf Innovationen aus der Spitzenforschung, daher legt das BMBF dort einen Schwerpunkt. Die Robotik ist dabei ein stark interdisziplinäres Themenfeld: Forschung und Entwicklung in der Robotik benötigen ein breites Spektrum an Wissen, von Mathematik und Informatik über Datenwissenschaften bis hin zum klassischen Maschinenbau.

### Ausgangslage

- Im internationalen Vergleich sind deutsche Robotik-Forscherinnen und -Forscher führend in Europa und auch im weltweiten Vergleich konkurrenzfähig.<sup>7</sup>
- Globale Wettbewerber wie die USA, Japan, Südkorea aber vor allem China investieren gezielt in Robotik-Forschung.<sup>8</sup> Auch große Technologieunternehmen betreiben eigene Forschungsabteilungen im Bereich Robotik und KI.
- In Deutschland existiert ein Ökosystem zahlreicher Standorte mit einer kritischen Masse an vielzitierten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern.

<sup>7</sup> airrankings.org (Subkategorie Robotics); csrankings.org (Subkategorie Robotics); UNESCO Science Report, 2021; EFI Gutachten 2016

<sup>8</sup> IFR World Robotics R&D Programs

Die Spitzenforschung in der Robotik ist in Deutschland stark dezentralisiert. Deshalb mangelt es trotz ihrer Exzellenz an internationaler Sichtbarkeit und mögliche Synergieeffekte bleiben ungenutzt.

### Ziele

- Top-Standorte der deutschen Robotik-Forschung vernetzen
- Sichern von hoher internationaler Sichtbarkeit und Konkurrenzfähigkeit mit global führenden Robotik-Zentren, welche beispielsweise am Massachusetts Institute of Technology (MIT), an der Stanford University oder am Korea Advanced Institute of Science and Technology (KAIST) angesiedelt sind
- Gemeinsame Forschungs-Roadmap für die Robotik-Forschung in Deutschland erarbeiten und eng an europäische Vorhaben anbinden
- Grundlagenforschung für intelligente Robotik breit aufstellen

### Beitrag des BMBF

- Durch den Aufbau eines dezentralen Robotics Institute Germany wird die vorhandene Spitzenforschung an den in Deutschland verteilten führenden Robotik-Standorten gebündelt.
- In der ersten Ausbaustufe wird eine Governance-Struktur mit gemeinsamer Anlaufstelle entstehen, die den Kooperationsverbund als Geschäftsstelle und Ansprechpartner für Kooperationen weltweit vertritt. Die Vernetzung mit allen relevanten Stakeholdern des Robotik-Ökosystems soll kontinuierlich vorangetrieben und mit der entstehenden Plattform die nationale Robotik-Forschung strategisch ausgerichtet werden. Dies beinhaltet gemeinsame Forschungs-Roadmaps und Zugangskonzepte für Robotik-Infrastrukturen der Partner im Robotics Institute Germany sowie die Bearbeitung von ethischen, rechtlichen und gesellschaftlichen Aspekten, die Wissenschaftskommunikation sowie partizipative Formate.
- Für eine effektive Zusammenarbeit im Robotics Institute Germany wird eine gemeinsame Datenplattform für die Forschung und Entwicklung anvisiert, die durch den Austausch von Daten die Entwicklung lernfähiger Robotik-Systeme beschleunigt.

- Bei erfolgreichem Verlauf kann das Robotics Institute Germany in weiteren Ausbaustufen erweitert werden. Beispielsweise können durch ein abgestimmtes Labor-Investitionsprogramm neue Robotics Labs für die Spitzenforschung aufgebaut werden. Ein Ausbau der Laborkapazitäten kann mit einem gemeinsamen Betreiber- und Nutzungsmodell verbunden werden und so kosten- und ressourceneffizient die deutschlandweite Forschungsinfrastruktur in der Robotik auf ein neues Niveau heben.

### Beitrag der Max-Planck-Gesellschaft (MPG)

- Die Mission des Max-Planck-Instituts für Intelligente Systeme (MPI-IS) ist es, die Prinzipien von Wahrnehmen, Lernen und Handeln in autonomen Systemen, die mit komplexen Umgebungen interagieren, zu verstehen. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler am MPI-IS erforschen diese Prinzipien in biologischen, hybriden und Computer-Systemen sowie in Materialien. Mit seinem weltweit einzigartigen multiskaligen Ansatz deckt das Forschungsspektrum des Instituts alle Größenbereiche von der Nano- über die Mikro- bis hin zur Makro-Robotik ab.
- Exzellente Robotik-Forschung wird auch an weiteren Max-Planck-Instituten betrieben: am MPI für Medizinische Forschung (unter anderem zu Mikro-, Nano- und molekularen Robotern), am MPI für Informatik (unter anderem zu Objekt- und Szenenerfassung), am MPI für Softwaresysteme (unter anderem zu Aspekten von Echtzeitsystemen für die Robotik).
- Die MPG und das MPI-IS initiierten und unterstützen maßgeblich das regionale Robotik- und KI-Ökosystem Cyber Valley, das mittlerweile zu Europas größtem Forschungskonsortium in diesem Bereich herangewachsen ist. Es wird zukünftig verstärkt den Fokus auf intelligente Robotik richten.

### Beitrag der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG)

- Der Berliner Exzellenzcluster Science of Intelligence (SCIoI) verfolgt das Ziel, die Prinzipien von Intelligenz zu erforschen. Dies wird mit Hilfe eines synthetischen Ansatzes verfolgt, bei dem alle Theorien, Erkenntnisse, Konzepte und Methoden in technologische Artefakte wie beispielsweise Roboter oder Computerprogramme einfließen.

- Der Sonderforschungsbereich „Wissenschaft der Alltagsaktivitäten – Analytische und generative Modellierung“ strebt die Erforschung und Entwicklung informationsverarbeitender Modelle an, mit denen autonome Roboter in die Lage versetzt werden können, Alltagsaktivitäten in vollem Umfang zu beherrschen.

### Handlungsfeld 3: Fachkräfte für die Robotik der Zukunft fördern

---

Der Einsatz intelligenter Robotik benötigt eine starke Robotik-Kompetenz in Forschung und Industrie. Qualifizierte Fachkräfte auf allen Ebenen, von der Erforschung der Basistechnologien bis hin zur Integration von robotischen Systemen für die Anwendung, sind notwendig. Die Ausbildung von Fachkräften ist daher ein weiterer Schwerpunkt der Aktivitäten des BMBF.

#### Ausgangslage

- Es existiert ein großer Pool an Studierenden in den Fächern Maschinenbau, Elektrotechnik und Informatik, die für eine Spezialisierung auf Robotik in Frage kommen. Auch in anderen relevanten Fachbereichen wie Physik und Mathematik ist Deutschland traditionell stark aufgestellt.
- Es gibt vereinzelte Robotik-Studiengänge, es fehlt aber eine Sichtbarkeit in der Breite.
- Die in der Robotik benötigten Kompetenzen werden auch in weiteren Fachbereichen gesucht. Beispielsweise ringen auch andere KI-basierte Domänen wie das automatisierte Fahren um Fachkräfte.

#### Ziele

- Aus der Forschung heraus die Fachkräfteausbildung unterstützen
- Mit vorhandenen Bildungsträgern zusammenarbeiten und ihnen einen Qualitätssprung ermöglichen
- Talente für die Robotik begeistern und gewinnen
- Basistechnologien in die Robotik besser und schneller einbinden

#### Beitrag des BMBF

- Das Robotics Institute Germany wird durch gezielte Maßnahmen zur Aus- und Weiterbildung zur Talentschmiede ausgebaut. Eine „Robotics Academy“ wird die Expertise und Kapazität des dezentralen Instituts nutzen, um ein State-of-the-Art Akademieprogramm mit Modulen für die akademische sowie berufliche Aus- und Weiterbildung zu entwickeln und zu etablieren.
- Den vorhandenen Bildungsträgern (Hochschulen, Berufsschulen, Weiterbildungseinrichtungen) soll deutschlandweit ein Qualitätssprung ermöglicht werden, der auch die Robotik-Lehre auf einem exzellenten Qualitätsniveau fortschreibt.
- Um Studierende für die Robotik zu begeistern, sollen Nachwuchsgruppen auf die Teilnahme an internationalen Robotik-Challenges vorbereitet und dabei unterstützt werden. Hierzu fördert das BMBF auch nationale Challenges in der intelligenten Robotik.
- Im Bereich der Vernetzung und Sicherheit digitaler Systeme wird das BMBF im Rahmen seiner 6G-Forschungsinitiative den Einsatz von zukünftigen Kommunikationssystemen in Robotiksystemen fördern und gezielt Fachkräfte der Robotik einbeziehen, um deren Verständnis für Potenziale von innovativen Vernetzungstechnologien früh zu schärfen.

### Handlungsfeld 4: Intelligente Robotik in die Anwendung bringen

---

Um ausgehend von der vorwettbewerblichen Forschung neue Innovationen zu entwickeln, sind auch tiefe Kenntnisse der jeweiligen Anwendungsfelder der Robotik nötig. Bei der anwendungsorientierten Forschung spielen Robotik für die Automatisierung der Produktion, die Mensch-Roboter-Interaktion, der Einsatz von Robotik in der zivilen Sicherheit und die Robotik für harsche Umgebungsbedingungen eine wichtige Rolle.

### Ausgangslage

- Weiterentwicklungen in der Robotik schaffen neue Möglichkeiten für die Automatisierung der Produktion nicht nur in der Großindustrie, sondern auch im Handwerk. Ein wichtiger Faktor ist dabei die Erforschung von Akzeptanz und Gebrauchstauglichkeit robotischer Systeme für den Unternehmenskontext.
- Robotik ist eine der interaktiven Technologien, die für mehr Gesundheit und Lebensqualität erforscht wird. Die Forschung beschäftigt sich mit der Frage, wie Roboter möglichst nutzbringend in den Alltag, z. B. im öffentlichen Raum oder in der Pflege, integriert werden können. Dabei werden ethische, rechtliche und soziale Aspekte (ELSA) als Teil eines integrierten Forschungsansatzes besonders berücksichtigt.
- Die Einsatzfähigkeiten robotischer Systeme in der zivilen Sicherheit, z. B. teilautonom agierende Rettungs- und Bergungsroboter oder Dekontaminationssysteme zum Einsatz in menschenfeindlichen Umgebungen, werden im Deutschen Rettungsrobotik-Zentrum DRZ sowie im Kompetenzzentrum ROBDEKON erforscht und getestet. So soll sichergestellt werden, dass Anwenderinnen und Anwender in Feuerwehr und Katastrophenschutz Zugriff auf zertifizierte und somit für den Einsatzfall zuverlässig geprüfte robotische Komponenten erhalten.
- Um die Robotik flexibel in der Produktion, im Alltag oder in der Bergung in menschenfeindlichen Umgebungen einzusetzen, sind leistungsfähige, drahtlose und resiliente Kommunikationssysteme notwendig.
- Um Energie und Ressourcen bestmöglich und nachhaltig zu nutzen und um die Umwelt zu schützen, eröffnet der Einsatz intelligenter Robotik in der Umwelttechnik neue Wege

### Ziele

- Erfolgreichen und beschleunigten Industrietransfer sowie gezielte Einbindung des Mittelstands sichern
- Innovative Robotik-Lösungen für die zivile Sicherheit nutzbar machen

- Mehr Lebensqualität und gesellschaftliche Akzeptanz durch intuitive Interaktion mit Robotern erreichen
- Roboter menschenzentriert gestalten, damit sie beispielsweise auch im Handwerk und im Dienstleistungssektor eingesetzt werden können
- Roboter für die Tiefsee und Erdbeobachtung entwickeln
- Robotik für die Industrie 4.0 und Produktion weiterentwickeln
- Robotik für die nachhaltige Transformation der Wirtschaft voranbringen
- Robotik für Zukunftsenergien (z. B. für Fusionskraftwerke) nutzbar machen

### Beitrag des BMBF

- Um den Kreis der KMU-Anwender von Robotik zu erweitern und den Transfer aus der Spitzenforschung in die Industrie zu beschleunigen, hat das BMBF eine neue Maßnahme zu „Robotik und KMU“ im Rahmen des Programms „Zukunft der Wertschöpfung“ unter dem Titel „KMU-innovativ: Zukunft der Wertschöpfung“ umgesetzt.
- Das BMBF setzt seine Förderaktivitäten zum Einsatz von Robotern in der zivilen Sicherheit auch mit dem Anfang 2024 gestarteten Forschungsrahmenprogramm fort. Ziel des neuen Programms ist es weiterhin, zur bestmöglichen Ausstattung von Rettungskräften beizutragen. Dies geschieht auch durch innovative Roboterlösungen, die Einsatzkräfte insbesondere bei riskanten oder gesundheitsgefährdenden Arbeiten entlasten, Gefahren für sie minimieren und sie bei der effektiven Suche und Rettung von Menschen unterstützen. Die aufgebauten Kompetenzzentren für Rettungsrobotik und Dekontamination sollen sich dauerhaft etablieren und in einen eigenständigen, sich selbst tragenden Betrieb überführt werden
- Im Bereich der interaktiven Technologien wird das BMBF einen neuen Forschungsschwerpunkt setzen. Mit Hilfe von natürlichsprachlicher Interaktion auf Basis von modernen KI-Modellen soll Robotik in medizinischen Anwendungsbereichen

wie beispielsweise bei der Fachkräfteausbildung oder als kollaborative Assistenzrobotik dynamisch eingesetzt und programmiert werden. Ziel ist, dass Menschen ohne Robotik-Kenntnisse den Roboter schnell in bereits bestehende Arbeitsabläufe integrieren oder auf spezielle Anforderungen anpassen können (sogenannte „low code/no code“-Programmierung).

- Im Bereich der Vernetzung und Sicherheit digitaler Systeme wird das BMBF die notwendigen leistungsfähigen und resilienten Ende-zu-Ende-Kommunikationssysteme wie 6G unter Einbeziehung des kompletten Robotiksystems erforschen. Auf diese Weise entstehen hochoptimierte Lösungen für die intelligente Robotik. Mit „StartUpConnect“ werden u. a. Firmengründungen bzw. Start-ups im Bereich der vernetzten intelligenten Robotik gestärkt.
- Forschung und Entwicklung für den Einsatz intelligenter Robotik in der Umwelttechnik sollen mit der Maßnahme „Digital GreenTech – Umwelttechnik trifft Robotik“ gefördert werden.
- Das BMBF adressiert im Programm Fusion 2040 die Erforschung von Robotern, die einen wichtigen Beitrag für den Betrieb und die Wartung von Fusionskraftwerken leisten können.

### Beitrag der Bundesagentur für Sprunginnovationen SPRIND

- Die SPRIND konzipiert aktuell Challenges zur Entwicklung eines „AI Scientists“ oder „AI Engineers“. Es sollen intelligente robotische Systeme geschaffen werden, die z. B. systematisch umfangreiche Versuche durchführen und daraus Hypothesen ableiten und unter anderem in der Pharmaforschung, Molekularbiologie, Materialforschung und auf anderen Gebieten testen oder aber im Design und in der Entwicklung von Prozessen und im Maschinenbau unterstützen. So können erhebliche Skaleneffekte für völlig neue Forschungs- und Entwicklungssysteme erzielt werden. Gleichzeitig kann Deutschland seine Stärken in der Automatisierungstechnik ausspielen.

- Jenseits der geplanten Challenges unterstützt die SPRIND initiativ eingereichte Robotik-Projekte, die das Potenzial zu einer Sprunginnovation aufweisen.

### Beitrag der Helmholtz-Gemeinschaft deutscher Forschungszentren (HGF)<sup>9</sup>

- Das Alfred-Wegener-Institut (AWI), das GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel und das Helmholtz-Zentrum HEREON haben einen gemeinsamen Forschungsschwerpunkt in der Tiefseerobotik für die Meeresforschung. Ein leistungstarkes Werkzeug wird hierbei durch die Robotik-Plattform von HEREON bereitgestellt.
- Das Karlsruher Institut für Technologie (KIT) legt seinen Forschungsschwerpunkt auf Fernhantierung und Logistik unter extremen Randbedingungen. Das Kompetenzzentrum ROBDEKON ist hierbei ein Beispiel für ein Leuchtturmprojekt und widmet sich der Erforschung autonomer und teilautonomer Robotersysteme für die Dekontamination in menschenfeindlichen Umgebungen.
- Das Helmholtz-Zentrum Dresden Rossendorf (HZDR) hat sich auf die Entwicklung autonomer und teilautonomer Systeme zur Rohstofferkundung und Erdbeobachtung spezialisiert.

### Beitrag der Fraunhofer-Gesellschaft (FhG)

- Die Fraunhofer-Institute für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS, für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, für Lasertechnik ILT, für Materialfluss und Logistik IML, für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF, für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, für Physikalische Messtechnik IPM und für Werkstoff- und Strahltechnik IWS forschen im Leitprojekt „Heterogene, auslastungsoptimierte Roboterteams und Produktionsarchitekturen (SWAP)“ zu einer hierarchischen roboterschwarmbasierten Produktionsarchitektur in Weiterentwicklung der Industrie 4.0. Im Leitprojekt „Empathische technische Systeme für die resiliente Produktion – EMOTION“ wurde von den Fraunhofer-Instituten für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik IPK, für Materialfluss

und Logistik IML, für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF, für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP, für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, für Offene Kommunikationssysteme FOKUS und für Produktionstechnik und Automatisierung IPA ein neuer Ansatz zur Entwicklung emphatischer resilienter Produktionssysteme gestartet, der sich vermutlich auch im Bereich der Produktionsrobotik weiterentwickeln lässt.

- Forschungsschwerpunkte der FhG liegen bei der Industrierobotik und Sensorik im Produktionsumfeld (d. h. bei den Fraunhofer-Instituten IOSB, IPA, IFF, IWU sowie an den Instituten für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung und für Entwurfstechnik Mechatronik IEM).
- Die Fraunhofer-Institute IPA und IAO betreiben in Stuttgart das „Fortschrittszentrum Lernende Systeme und Kognitive Robotik“ als anwendungsorientierten Zweig des baden-württembergischen „Cyber Valley“. Am Fraunhofer-Institut IPA wird das Thema Kognitive Robotik zukünftig noch in Richtung Einsatz der KI in den Forschungsfeldern der Robotik und Mensch-Maschine-Interaktion erweitert. Dafür werden an der Universität Stuttgart zwei zusätzliche Professuren in Verbindung mit dem Fraunhofer-Institut IPA eingerichtet.

### Beitrag der DFG

- Der Bonner Exzellenzcluster „PhenoRob – Robotik und Phänotypisierung für Nachhaltige Nutzpflanzenproduktion“ verfolgt mehrere Forschungsziele, um die Produktion durch Robotik zu unterstützen.
- Im Schwerpunktprogramm „Soft Material Robotic Systems“ soll der Nutzen von Soft-Robotik-Systemen durch konkrete Projekte nachgewiesen werden. Das Programm ist in hohem Maße interdisziplinär ausgerichtet und soll eine enge Zusammenarbeit ermöglichen, um die Möglichkeiten des Technologietransfers und des gegenseitigen Wissensaustauschs zu verbessern.

### Beitrag der Leibniz-Gemeinschaft

- Verschiedene Institute erforschen und entwickeln unter anderem autonome Agrar- und Feldrobotik, Mikromotoren beziehungsweise Mikro-Robotik, die Automatisierung astronomischer Teleskope und optische Gesundheitstechnologien mit dem Poten-

zial der Integration in Robotik-Plattformen und untersuchen das prosoziale Verhalten gegenüber künstlichen Agenten.

- Roboter werden für die Forschung genutzt und dabei – teils in Entwicklungspartnerschaften mit der Industrie – weiterentwickelt, z. B. mit einer modularen Robotik-Plattform zur Entdeckung neuer Antibiotika, die automatisiert repetitive Arbeitsschritte im biochemischen Labor durchführt und deren Daten mit Methoden des maschinellen Lernens verarbeitet werden.

## 3 Governance

Das BMBF koordiniert sich mit den Ressorts, insbesondere mit dem Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). Neben Forschung und Entwicklung spielen auch innovationsfreundliche Regulierung und Zertifizierung, Start-ups sowie Testareale/Robotope eine wichtige Rolle für den Transfer in die industrielle Umsetzung und werden vom BMWK komplementär adressiert.

Eine jährliche und erstmalig 2024 stattfindende Robotik-Konferenz, die Konferenz „KI-basierte Robotik (KIRO)“ von BMBF und BMWK, soll Synergien zwischen den unterschiedlichen Handlungsfeldern in der Robotik aufzeigen und den Austausch der Stakeholder aus Wissenschaft, Wirtschaft und öffentlicher Hand fördern.

Der Aktionsplan ist ein lernendes Programm, das so fortlaufend Impulse aus Wirtschaft und Wissenschaft berücksichtigt.

# Impressum

**Herausgeber**

Bundesministerium  
für Bildung und Forschung (BMBF)  
Referat Elektronik und autonomes Fahren; Supercomputing  
53170 Bonn

**Stand**

Juni 2024

**Text**

BMBF

**Gestaltung**

VDI/VDE-IT

**Bildnachweise**

Titel: Gorodenkoff/AdobeStock  
Vorwort: Bundesregierung/Guido Bergmann

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.

