

A 1 Umsetzung der Hightech Agenda Deutschland

Die Bundesregierung hat nach ihrem Amtsantritt sehr zügig ihre strategischen Überlegungen zur Forschungs- und Innovationspolitik (F&I-Politik) vorgestellt. Bereits im Juli 2025 wurde die Hightech Agenda Deutschland (HTAD) beschlossen,¹ die die Zukunftsstrategie der Vorgängerregierung ablöst. Für die Umsetzung der HTAD ist ein finanzieller Gesamtrahmen von 18 Milliarden Euro bis 2029 vorgesehen.

Kennzeichnend für die HTAD ist die Fokussierung auf sechs sogenannte Schlüsseltechnologien (vgl. Box A1-1), für die jeweils Stärken, Schwächen, Chancen und Risiken identifiziert wurden. Jede dieser Schlüsseltechnologien ist mit konkreten Maßnahmen hinterlegt.

Zwei weitere inhaltliche Schwerpunkte der HTAD betreffen Vorhaben für technologiegetriebene Innovationen in fünf strategischen Forschungsfeldern (vgl. Box A1-4) sowie neun sogenannte Hebel (vgl. Box A1-5) zur Stärkung, Modernisierung und zum Schutz des F&I-Systems. Im Abschnitt „Ausblick und Umsetzung“ werden zudem die Themen Technologie-Roadmaps, Weiterentwicklung des Schlüsseltechnologieportfolios und Monitoring ausgeführt. Vor diesem Hintergrund werden im vorliegenden Kapitel notwendige Schritte zur Umsetzung der HTAD diskutiert.

Box A 1-1 Schlüsseltechnologien der HTAD

- Künstliche Intelligenz
- Quantentechnologien
- Mikroelektronik
- Biotechnologie
- Fusion und klimaneutrale Energieerzeugung
- Technologien für die klimaneutrale Mobilität

A 1-1 Schlüsseltechnologien

Fokussierung auf Schlüsseltechnologien wichtiges Signal

Angesichts ihrer Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft und für die technologische Souveränität Deutschlands ist die Fokussierung der HTAD auf ausgewählte Schlüsseltechnologien ein wichtiges Signal. Schlüsseltechnologien haben eine große Bedeutung für eine Volkswirtschaft, da sie sich durch besondere Eigenschaften auszeichnen, die sie von anderen Technologien unterscheiden. Dazu zählen eine breite Anwendbarkeit in einer Vielzahl von Technologiebereichen und Branchen, eine starke, nicht substituierbare Komplementarität zu einer Vielzahl anderer Technologien und ein hohes Potenzial für Leistungssteigerungen bei einer Schlüsseltechnologie selbst oder bei ihren Anwendungsbereichen.²

Dabei genügen allerdings nicht alle in der HTAD als Schlüsseltechnologien aufgeführten Bereiche den oben genannten Eigenschaften. So sind Technologien für die klimaneutrale Mobilität keine Schlüsseltechnologie im eigentlichen Sinne. Sie sind stattdessen eher ein strategisches Forschungsfeld, das mehrere unterschiedliche Technologien und Ziele umfasst, beispielsweise alternative Antriebe, Batteriesysteme sowie klimaneutrale Schiff- und Luftfahrt.

Ob sich die Fusion zu einer Schlüsseltechnologie entwickeln wird, ist noch nicht absehbar. Zudem sollten Fusion und klimaneutrale Energieerzeugung getrennt betrachtet werden, denn Fusion kann zwar thematisch dem Bereich der klimaneutralen Energieerzeugung zugeordnet werden, weist aber forschungs- und entwicklungsseitig kaum Gemeinsamkeiten mit anderen Energieerzeugungstechnologien auf.

Andere Schlüsseltechnologien mit hoher Relevanz für die deutsche Wirtschaft³ wiederum haben keine Aufnahme in die HTAD gefunden. Beispielsweise werden die Produktionstechnologien, zu denen Advanced Manufacturing, Robotik und Photonik

zählen, sowie die Materialtechnologien, die u. a. Neue Werkstoffe und Nanotechnologien umfassen, in der HTAD lediglich punktuell im Zusammenhang mit anderen Themen erwähnt.⁴ Die Produktions-technologien werden in der HTAD in Form des KI-Robotikboosters bei der Schlüsseltechnologie Künstliche Intelligenz genannt. Die Materialtechnologien finden im BMFTR-Fachprogramm zu Materialinnovationen und in der EU-Initiative Advanced Materials for Industrial Leadership Erwähnung.⁵

Schwächen vor allem bei den Schlüsseltechnologien KI und Mikroelektronik

Um die Leistungsfähigkeit des deutschen F&I-Systems in den in der HTAD ausgewiesenen Technologien einzuordnen, werden im Folgenden sowohl die Leistungsfähigkeit in der Forschung anhand wissenschaftlicher Publikationen als auch die Fähigkeit zur Entwicklung von Technologien mittels transnationaler Patentanmeldungen erfasst und international verglichen (vgl. Abbildungen A 1-2 und A 1-3).

Zur Beobachtung von Veränderungen im Zeitverlauf sowie damit verbundenen Positionsveränderungen der Vergleichsländer werden die Mittelwerte der Jahre 2010 bis 2012 und 2020 bis 2022 bzw. 2021 bis 2023 berechnet und miteinander verglichen. Der Veränderungsfaktor gibt an, wie sich die Zahl der Publikations- und Patentanmeldungen im Zeitverlauf verändert hat.⁶

Ein Blick auf die Publikationsdaten offenbart Stärken des deutschen F&I-Systems in den Schlüsseltechnologien klimaneutrale Energieerzeugung und klimaneutrale Mobilität. Auch bei den Publikationen im Bereich der Mikroelektronik weist Deutschland eine vergleichsweise starke Position auf. Der hohe Veränderungsfaktor (3,32) belegt zudem eine hohe Entwicklungsdynamik in diesem Technologiebereich. Dominiert wird die Mikroelektronik allerdings von China, das sowohl das mit großem Abstand höchste Publikationsaufkommen als auch den mit Abstand höchsten Veränderungsfaktor aufweist (7,60). Gleches gilt für den Bereich KI, in dem das chinesische Publikationsaufkommen fast sieben Mal so hoch ist wie das deutsche. Insgesamt nimmt Deutschland bei den Publikationsaktivitäten zu allen in der HTAD aufgeführten Schlüsseltechnologien eine Position im Mittelfeld ein.

Im Vergleich zu den wissenschaftlichen Publikationen schneidet Deutschland bei den Patentan-

meldungen schlechter ab, und zwar bei vier von sieben Schlüsseltechnologien. Zudem weisen insbesondere die Patentanmeldungen in den Bereichen Mikroelektronik und Biotechnologie niedrige Veränderungsfaktoren, also eine geringe Entwicklungsdynamik, auf (1,07 bzw. 1,02). Deutschland fällt damit in diesen Schlüsseltechnologien gegenüber den meisten Vergleichsländern zurück. Die beiden europäischen Vergleichsländer Frankreich und das Vereinigte Königreich weisen bei der Mikroelektronik ebenfalls einen niedrigen Veränderungsfaktor auf. In der Biotechnologie verzeichnet Frankreich mit einem Veränderungsfaktor von 0,90 sogar einen Rückgang der Patentanmeldungen. Darüber hinaus haben Deutschland, Frankreich und das Vereinigte Königreich bei den Patentanmeldungen im Bereich KI Schwierigkeiten, mit der Dynamik in China, Südkorea und den USA mitzuhalten.

Die Auswertungen bestätigen die Analyseergebnisse, die die Expertenkommission bereits in ihrem Gutachten 2022 vorgelegt hat: Deutschland ist bei den Schlüsseltechnologien KI und Mikroelektronik im internationalen Vergleich relativ schwach positioniert. Das gilt weniger für die Forschung als primär für die Fähigkeit, Neuerungen in der Entwicklung und Anwendung von Schlüsseltechnologien hervorzu bringen.

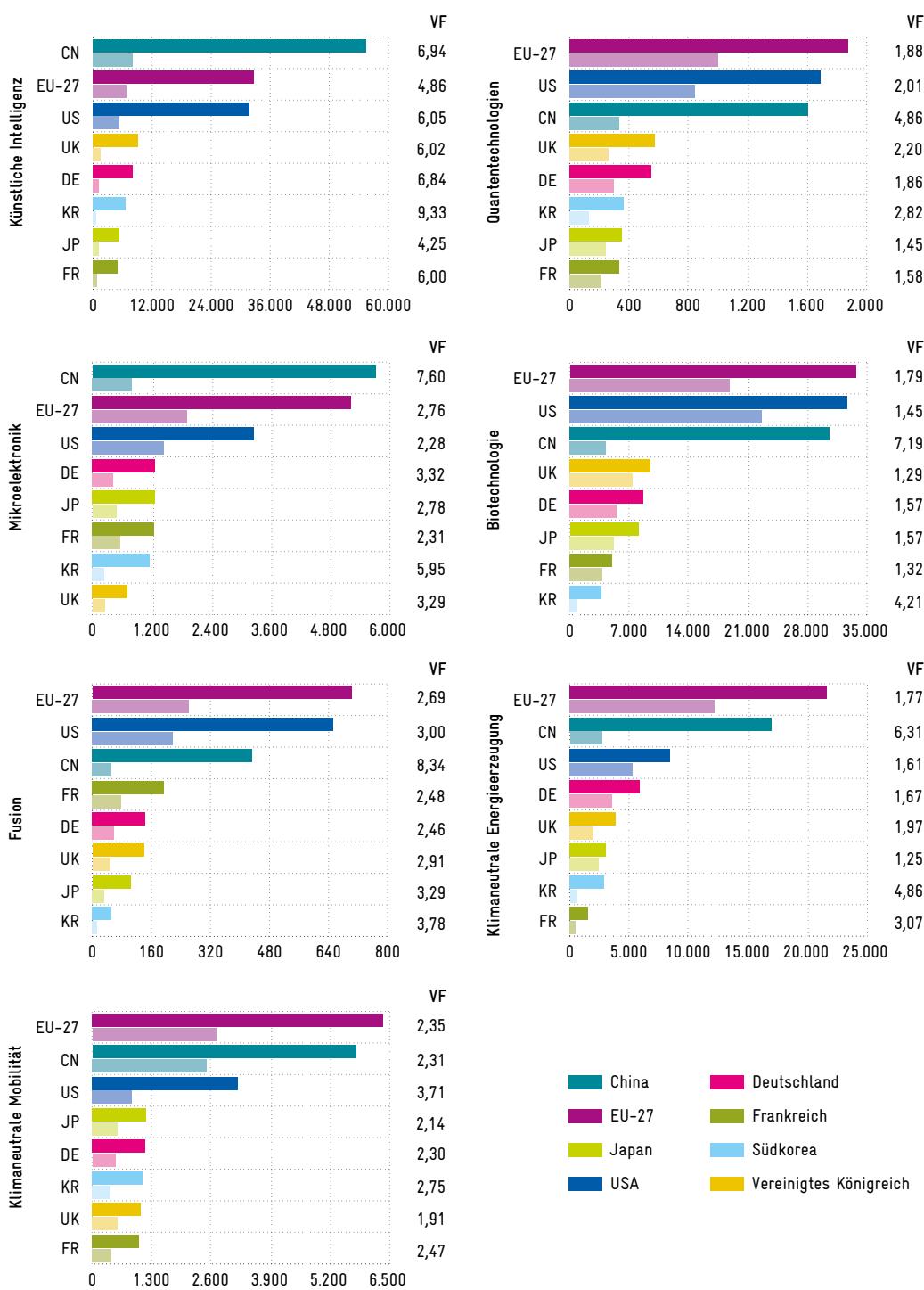
Die insgesamt schwächere Position Deutschlands bei den Patentanmeldungen im Vergleich zu den Publikationsaktivitäten kann ein Hinweis auf eine Transferschwäche sein. Eine weitere Ursache vermutet die Expertenkommission in der geringen Anzahl multinationaler Unternehmen in diesen Technologiebereichen, denn internationale Unternehmen zeichnen sich gegenüber kleineren, eher national ausgerichteten Unternehmen durch stärkere Patentierungsaktivitäten aus.

Eine starke Position bei den Patentierungsaktivitäten nimmt Deutschland dagegen in den Schlüsseltechnologien klimaneutrale Mobilität und klimaneutrale Energieerzeugung ein. Im Bereich der klimaneutralen Mobilität erreicht Deutschland hinter China Platz zwei und im Bereich der klimaneutralen Energieerzeugung hinter China und den USA Platz drei. Allerdings erreicht Deutschland in beiden Technologiebereichen nicht die Entwicklungsdynamik Chinas.

Ein Blick auf die Europäische Union als Ganzes (EU-27) zeigt ähnliche Stärken und Schwächen, wie sie

Abb. A 1-2 Mittelwert der Publikationen in den Schlüsseltechnologien der HTAD für ausgewählte Länder und Regionen 2010–2012 und 2021–2023

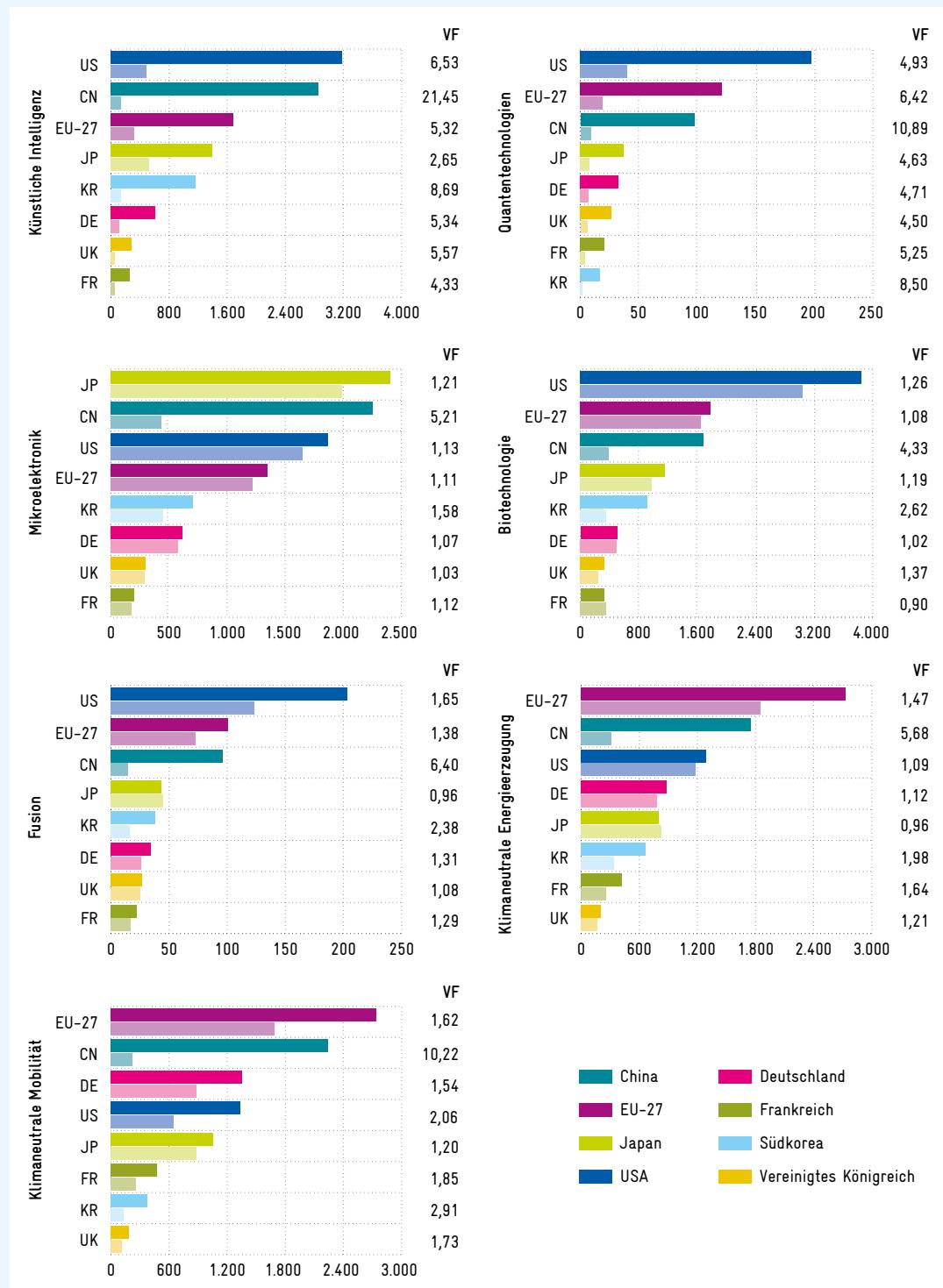
 [Download der Abbildung und Daten](#)



Der hellere Farbton zeigt die gemittelte Publikationsanzahl der Jahre 2010 bis 2012, der dunklere Farbton die der Jahre 2021 bis 2023. Die Sortierung und somit die Reihenfolge der Länder innerhalb einer jeden Einzeltechnologie folgt den Mittelwerten der Jahre 2021 bis 2023. Eine einzelne Publikation kann aus inhaltlichen Gründen mehreren Einzeltechnologien zugeordnet sein. Der Veränderungsfaktor (VF) gibt an, wie sich die Publikationszahlen der letzten drei Jahre zu den Publikationszahlen der ersten drei Jahre verhalten. Ein Veränderungsfaktor kleiner als eins bedeutet einen Rückgang und ein Veränderungsfaktor größer als eins einen Anstieg der Publikationszahlen zwischen den Betrachtungszeiträumen. Ein Veränderungsfaktor von eins bedeutet, dass sich die Publikationszahlen zwischen den Betrachtungszeiträumen nicht verändert haben. Aufgrund unterschiedlicher Datenquellen weicht die Darstellung der Publikationen in der Schlüsseltechnologie Künstliche Intelligenz von den Zahlen in Kapitel B3 leicht ab.

Quelle: OpenAlex. Eigene Berechnungen. Eigene Darstellung.
© EFI – Expertenkommission Forschung und Innovation 2026.

Abb. A 1-3 Mittelwert der transnationalen Patentanmeldungen in den Schlüsseltechnologien der HTAD für ausgewählte Länder und Regionen 2010–2012 und 2020–2022



Transnationale Patentanmeldungen sind Anmeldungen in Patentfamilien mit mindestens einer Anmeldung bei der World Intellectual Property Organization (WIPO) über das PCT-Verfahren oder einer Anmeldung am Europäischen Patentamt.

Der hellere Farbton zeigt die gemittelte Patentanzahl der Jahre 2010 bis 2012, der dunklere Farbton die der Jahre 2020 bis 2022. Die Sortierung und somit die Reihenfolge der Länder innerhalb einer jeden Einzeltechnologie folgt den Mittelwerten der Jahre 2020 bis 2022. Ein einzelnes Patent kann aus inhaltlichen Gründen mehreren Einzeltechnologien zugeordnet sein. Der Veränderungsfaktor (VF) gibt an, wie sich die Patentzahlen der letzten drei Jahre zu den Patentzahlen der ersten drei Jahre verhalten. Ein Veränderungsfaktor kleiner als eins bedeutet einen Rückgang und ein Veränderungsfaktor größer als eins einen Anstieg der Patentzahlen zwischen den Betrachtungszeiträumen. Ein Veränderungsfaktor von eins bedeutet, dass sich die Patentzahlen zwischen den Betrachtungszeiträumen nicht verändert haben. Aufgrund unterschiedlicher Abgrenzungen weicht die Darstellung der Publikationen in der Schlüsseltechnologie Künstliche Intelligenz von den Zahlen in Kapitel B3 leicht ab.

Quelle: Patstat. Eigene Berechnungen. Eigene Darstellung.
© EFI – Expertenkommission Forschung und Innovation 2026.

auch für Deutschland diagnostiziert werden. So sind die EU-27 bei den Publikationsaktivitäten stark und liegen, abgesehen von den Bereichen KI und Mikroelektronik, in allen Schlüsseltechnologien vor den Vergleichsländern. Bei KI und Mikroelektronik führt China. Die EU-27 folgen mit deutlichem Abstand auf Position zwei noch vor den USA.

Ein weniger positives Bild zeigt sich bei den Patentanmeldungen. So erreichen die EU-27 im Bereich Mikroelektronik lediglich Position vier hinter Japan, China und den USA. Sie weisen zudem eine geringere Wachstumsdynamik auf. Auch bei den KI-Patentanmeldungen können die EU-27 nicht zu den führenden KI-Nationen USA und China aufschließen und verbleiben mit klarem Abstand auf Position drei. Stärken zeigen die EU-27 hingegen bei der klimaneutralen Mobilität und der klimaneutralen Energieerzeugung. In diesen beiden Technologiebereichen nehmen sie eine klare Führungsposition vor China und den USA ein.

Die dynamischsten Entwicklungen von allen Vergleichsländern verzeichnen China und Südkorea. Sie erzielen bei fast allen hier betrachteten Technologien die höchsten Veränderungsfaktoren, und zwar sowohl bei wissenschaftlichen Publikationen als auch bei Patentanmeldungen. Einzige Ausnahmen bilden die Publikationen zur klimaneutralen Mobilität, hier weisen die USA die höchste Entwicklungsdynamik auf.

Entwicklung von Schlüsseltechnologien beobachten

Um Schlüsseltechnologien zielgerichtet zu fördern, bedarf es der systematischen Beobachtung ihrer Entwicklung und ihres Umfelds sowie der frühzeitigen Identifikation neu aufkommender Schlüsseltechnologien. Akteure aus Politik, Wissenschaft und Wirtschaft erhalten so anhand klarer und operationalisierbarer Kriterien einen Überblick über bestehende und aufkommende Schlüsseltechnologien, deren Reifegrade sowie Anwendungsbereiche und haben damit eine Entscheidungsgrundlage für entsprechende Fördermaßnahmen.⁷

Während etablierte Schlüsseltechnologien vergleichsweise präzise identifiziert werden können, ist die Identifikation neu aufkommender Schlüsseltechnologien – sogenannter Zukunftstechnologien – deutlich anspruchsvoller, da sie noch nicht oder erst ansatzweise die für Schlüsseltechnologien

charakteristischen Kriterien aufweisen (s. o.). Diese Zukunftstechnologien bieten allerdings ein hohes wirtschaftliches Potenzial, das sich durch ein frühzeitiges Engagement (Beforschung und Nutzung) erschließen lässt.

Um Zukunftstechnologien frühzeitig zu erkennen und die Entwicklung von Schlüsseltechnologien zu verfolgen, ist eine kontinuierliche Anwendung von Foresight- und Monitoring-Instrumenten notwendig. Dabei sind sowohl technologische Reifegrade als auch wirtschaftliche und gesellschaftliche Wirkpotenziale zu erfassen. Ein solches wissenschaftsgeleitetes Vorgehen ist wichtig, um zu verhindern, dass einzelne Technologien oder Wirtschaftszweige aus partikularen Interessen heraus als Schlüsseltechnologien klassifiziert werden, um eine privilegierte staatliche Förderung durchzusetzen.

Das BMFTR hat bereits einen Monitoring-Prozess aufgesetzt, der Entwicklungen bei Schlüsseltechnologien und anderen Technologien mittels Daten zu Patenten, Publikationen, Unternehmensgründungen und internationalem Handel erfasst. Die Expertenkommission sieht dies als einen ersten wichtigen Schritt. Sie empfiehlt zugleich, die bestehenden Strukturen im Sinne eines von politischen und wirtschaftlichen Lobbygruppen unabhängigen Monitoring- und Foresight-Prozesses auszubauen.⁸ Dabei sollten auch weitere Faktoren wie die gesellschaftliche Akzeptanz von Technologien und die Marktdurchdringung berücksichtigt werden.

Technologie-Roadmaps flexibel gestalten

Derzeit entwickelt die Bundesregierung unter Beteiligung von Stakeholdern Technologie-Roadmaps für die einzelnen Schlüsseltechnologien der HTAD. Bei Roadmaps handelt es sich um strategische Planungsinstrumente, die zum einen Maßnahmenbündel und Meilensteine umfassen und zum anderen Rückkopplungsschleifen beinhalten, die ggf. zu Richtungsänderungen oder auch zum Abbruch von Vorhaben führen können.⁹ Roadmapping bedeutet, unter Unsicherheit zu navigieren. Daher sollten Roadmaps so flexibel gestaltet werden, dass sie in Abhängigkeit von sich ändernden Umfeldbedingungen und von Erfahrungen mit der Umsetzung der Roadmaps aufwandsarm angepasst werden können. Dies schließt auch ein, die im Rahmen einer Roadmap geplanten Fördermaßnahmen ggf. abzubrechen. Um auf unterschiedliche Entwicklungen, auch auf internationaler Ebene, vorbereitet zu sein,

bietet es sich an, in den Roadmaps mit Szenarien zu arbeiten.

Für jede Roadmap ist eine längerfristige Vision erforderlich, die die Perspektiven der unterschiedlichen Akteure des F&I-Systems zusammenführt – beispielsweise zur Frage, wie die Mobilität im Jahr 2035 aussehen soll. Diese Vision ist sodann auf kurz- und mittelfristige auf das F&I-System bezogene Ziele und Meilensteine herunterzubrechen. Die Ziele sollten messbar sein und mit dem 360-Grad-Hightech-Monitoring verknüpft werden (vgl. Abschnitt A1-3).

Die Roadmaps müssen je nach Technologie unterschiedliche Schwerpunkte setzen. Bei einer Technologie mit niedrigem Technologiereifegrad sollte beispielsweise die Forschungsförderung stärker im Fokus stehen als bei einer Technologie mit hohem Technologiereifegrad, deren Diffusion forciert werden soll. Ebenso gibt es bei Fragen der rechtlichen Rahmenbedingungen oder der bürokratischen Belastungen je nach Technologie erhebliche Unterschiede. Nicht zuletzt sollte das jeweilige internationale Umfeld berücksichtigt werden.

Zwischen den verschiedenen Technologie-Roadmaps bestehen zum Teil erhebliche thematische Überschneidungen, beispielsweise zwischen KI und Mikroelektronik. Im Hinblick auf die zeitliche Abfolge von Maßnahmen sollten die Roadmaps daher aufeinander abgestimmt werden.

Beim Roadmapping ist die Beteiligung von Stakeholdern geboten, um deren Know-how in den Prozess einfließen zu lassen, sie für eine aktive Mitwirkung zu gewinnen und die Akzeptanz für die HTAD zu stärken. Dabei sollten (potenzielle) F&I-Akteure aller Phasen des Innovationsprozesses sowie Anwenderinnen und Anwender in den Blick genommen werden. Da Beteiligungsprozesse zeitaufwendig

sind, ist zwischen der Breite der Beteiligung und der Geschwindigkeit sorgfältig abzuwägen.

A1-2 Strategische Forschungsfelder und Rahmenbedingungen

Missionsorientierten Politikansatz weiterhin verfolgen

Die HTAD benennt fünf strategische Forschungsfelder (vgl. Box A1-4), die jeweils mit technologiegetriebenen Vorhaben hinterlegt sind. Für diese Forschungsfelder gilt es sorgfältig zu klären, worin jeweils der strategische Aspekt liegt.¹⁰ Hierzu muss die Bundesregierung ihre diesbezüglichen politischen Ziele benennen, die damit verbundenen Forschungslücken identifizieren und die F&I-politischen Maßnahmen darauf ausrichten.

Die Bundesregierung bezieht sich in der HTAD nicht explizit auf den Ansatz der Neuen Missionsorientierung, der auf die Bewältigung großer gesellschaftlicher Herausforderungen gerichtet ist und auf einen transformativen Wandel von Wirtschaft und Gesellschaft abzielt.¹¹ Nichtsdestoweniger ist anzuraten, zentrale Elemente der Neuen Missionsorientierung bei der Umsetzung und Weiterentwicklung der HTAD einzusetzen, also ambitionierte, aber realistische Ziele zu definieren sowie ein darauf gerichtetes, interministeriell koordiniertes Maßnahmenbündel umzusetzen und dadurch F&I-Akteure in den strategischen Forschungsfeldern zu mobilisieren.¹²

Hebelwirkung nutzen

Die HTAD benennt neun Hebel zur Stärkung und Modernisierung sowie zum Schutz des F&I-Systems (vgl. Box A1-5). Darüber hinaus sollen diese Hebel den geplanten Investitionen in die Schlüsseltechnologien die nötige Schubkraft verleihen.¹³ Die ersten acht Hebel setzen an den bekannten Grundvoraussetzungen eines leistungsfähigen F&I-Systems an und betreffen insbesondere den Wissens- und Technologietransfer, die Stärkung von Kompetenzen, Fragen der Finanzierung und des Ausbaus der Forschungsinfrastruktur sowie internationale Kooperationen. Der neunte Hebel ist auf die zivil-militärische Zusammenarbeit ausgerichtet.

Mit den in der HTAD genannten Hebeln hat die Bundesregierung die zentralen Ansatzpunkte zur Stärkung des F&I-Systems in Deutschland identi-

Box A 1-4 Strategische Forschungsfelder der HTAD

- Luft- und Raumfahrt
- Gesundheitsforschung
- Sicherheits- und Verteidigungsforschung
- Meeres-, Klima- und Nachhaltigkeitsforschung
- Geistes- und Sozialwissenschaften

fiziert. Ihre konsequente Umsetzung könnte zu einer deutlichen Steigerung der F&I-Aktivitäten in Deutschland beitragen.

Zu bedenken ist allerdings, dass eine ambitionierte F&I-Politik allein nicht ausreicht, um die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen in Deutschland zu steigern. Hierzu bedarf es als unabdingbarer Grundvoraussetzung attraktiver allgemeiner Rahmenbedingungen für unternehmerisches Handeln, wie z. B. eines international wettbewerbsfähigen Steuersystems sowie eines flexiblen Arbeitsrechts. F&I-Politik kann die Wirkmächtigkeit unternehmerischen Handelns zwar verbessern, nicht aber ersetzen.

Innovationsfreiheitsgesetz beherzt angehen

In der HTAD wird ein Innovationsfreiheitsgesetz angekündigt, „um Forschung und Entwicklung mehr Freiheit zu geben und auch Unternehmen von kleinteiliger Förderbürokratie zu entfesseln“.¹⁴ Ein solches Gesetz ist grundsätzlich zu begrüßen. Die Bundesregierung geht damit ein längst überfälliges Vorhaben an.

Angesichts der durchgängig hohen Belastung von F&I-Akteuren durch eine kleinteilige Förderbürokratie könnte ein Innovationsfreiheitsgesetz quer durch alle Bereiche der HTAD positive Wirkungen entfalten. Insbesondere Antragsverfahren und Nachweispflichten sollten verschlankt werden, zugleich sollte eine flexible Bewirtschaftung der Projektmittel möglich sein. Grundsätzlich ist dabei eine Abkehr von einer primär inputorientierten hin zu einer ergebnisorientierten Kontrolle der Fördermittelverwendung anzustreben.¹⁵

Die Bundesregierung kann zum Abbau der Förderbürokratie bei öffentlichen Einrichtungen auf zahlreiche Vorarbeiten zugreifen (vgl. Kapitel B 2).

Über den Abbau der Förderbürokratie hinaus gilt es, wie in der Modernisierungsagenda der Bundesregierung angekündigt, auch innovationsfreundliche Rahmenbedingungen zu schaffen.¹⁶ Dazu sollten wichtige Vorhaben wie das Reallaboregesetz und das Forschungsdatengesetz endlich verwirklicht sowie der Transfer von geistigem Eigentum und die Mobilität zwischen Wissenschaft, Wirtschaft und

Box A 1-5 Hebel der HTAD

- Hebel 1: Den Wissens- und Technologie-transfer zwischen allen Innovationsakteuren beschleunigen.
- Hebel 2: Innovationsakteure im Land spürbar von kleinteiliger Förderbürokratie entlasten und den rechtlichen Rahmen durch Strukturreformen für ein lebendiges Innovations- und Transfersgeschehen modernisieren.
- Hebel 3: Neue Finanzierungsinstrumente für Forschung und Entwicklung etablieren sowie den Wagniskapitalmarkt weiterentwickeln und Wagniskapital-Investitionen attraktiver machen, um eine bessere Hebelwirkung öffentlicher Innovationsfinanzierung zu erreichen.
- Hebel 4: Resilienz im Wissenschaftssystem stärken, Forschungssicherheit, Wissenschaftskommunikation und Partizipation als Querschnittsaufgabe ausbauen.
- Hebel 5: Fachkräfte und Talente gewinnen, unterstützen und halten – im Inland und aus dem Ausland.
- Hebel 6: Die europäische und internationale Zusammenarbeit in Forschung und Innovation ausbauen und stärker auf die Prioritäten der Hightech Agenda Deutschland ausrichten.
- Hebel 7: Versorgung mit kritischen Rohstoffen und Materialien sicherstellen und die industrielle Basis für den Hightech-Standort Deutschland stärken.
- Hebel 8: Strategisch in Infrastrukturen für die Forschung investieren, um die internationale Wettbewerbsfähigkeit des Standorts Deutschland auszubauen und den Investitionsstau im Wissenschaftssystem anzugehen.
- Hebel 9: Hemmnisse, die zivil-militärische Forschungskooperationen erschweren, abbauen und Zusammenarbeit stärken.

Verwaltung erleichtert werden. Dringend erforderlich sind auch bundesweit einheitliche und innovationsfreundliche Regelungen zum Datenschutz.

A 1-3 360-Grad-Hightech-Monitoring

Die HTAD sieht die Einführung eines sogenannten 360-Grad-Hightech-Monitorings für eine wirkungsorientierte Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik vor (vgl. Abbildung A1-6). Integraler Bestandteil soll ein digitales Dashboard sein, das „die aktuelle Leistungsfähigkeit des Forschungs- und Technologiesystems inklusive der Entwicklungen der priorisierten Schlüsseltechnologien sowie den Fortschritt bei den Technologie-Roadmaps [...] visualisieren und jederzeit abrufbar machen“ soll.¹⁷ Darüber hinaus plant die Bundesregierung „eine externe Analyse der Wirksamkeit der Roadmap-Prozesse auf die Entwicklungen im Forschungs- und Technologiesystem“.¹⁸

Im digitalen Dashboard will die Bundesregierung die entsprechenden Daten zusammenführen.¹⁹ Sie kann dabei auf dem Monitoring-Prozess des BMFTR aufbauen. Zusätzlich zu den klassischen Publikations- und Patentanalysen könnten auch die Inhalte von Publikations- und Patentdaten näher analysiert werden. Verfahren, die die semantische Ähnlichkeit zwischen Patent- und Publikationstexten messen,

können Aufschluss darüber geben, inwieweit wissenschaftliche Erkenntnisse aus Publikationen in Patente eingehen.²⁰

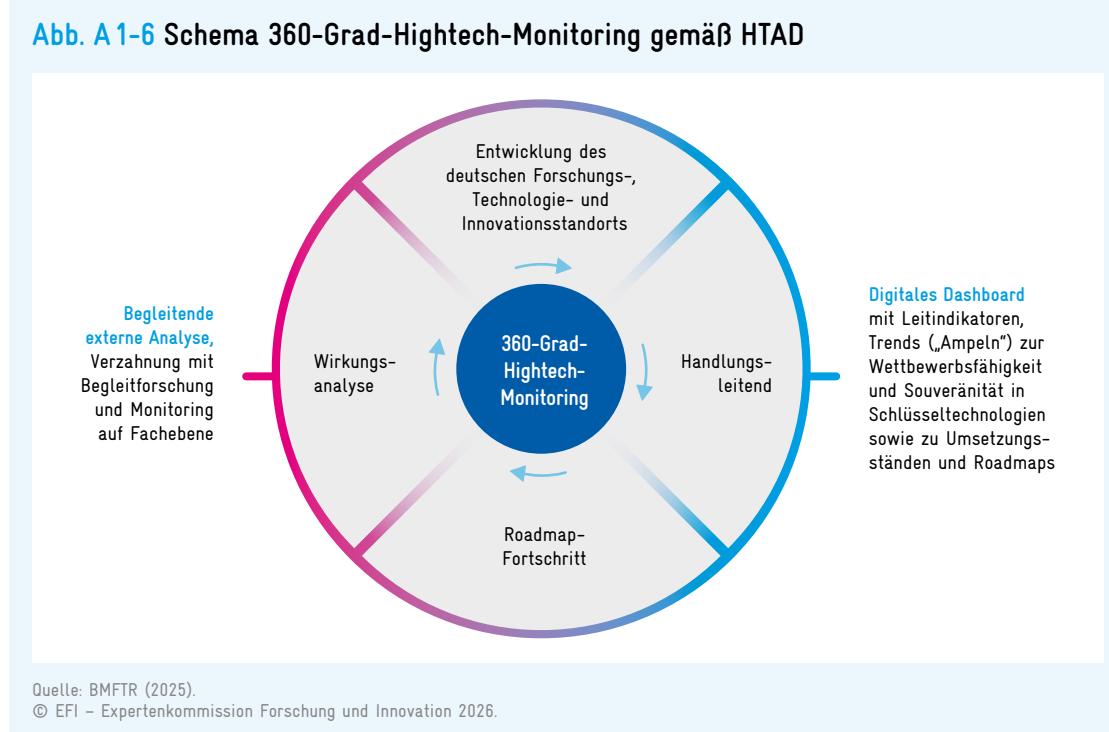
Die Fortschritte entlang der Technologie-Roadmaps sollten anhand der formulierten Meilensteine und Indikatoren dargestellt werden. Als Basis für eine kontinuierliche Anpassung der Roadmaps sollte das 360-Grad-Hightech-Monitoring eine Umfeldbeobachtung enthalten – etwa zu geopolitischen Entwicklungen, zum Zugang zu Rohstoffen oder zur Verfügbarkeit von Fachkräften und Kompetenzen.

3,5-Prozent-Ziel mit Nachdruck verfolgen

Nachhaltige Steigerungen der Produktivität und damit langfristiges Wachstum lassen sich nur durch ein hohes Niveau an FuE-Investitionen realisieren.²¹ Die FuE-Intensität, also der Anteil der FuE-Ausgaben von Wirtschaft, Hochschulen und Staat am Bruttoinlandsprodukt, ist ein zentraler Indikator, der in das 360-Grad-Monitoring einbezogen werden sollte.²²

Die beiden vorhergehenden Bundesregierungen hatten sich dem Ziel verpflichtet, in Deutschland bis 2025 eine FuE-Intensität in Höhe von 3,5-Prozent zu erreichen.²³ Diese stagniert jedoch seit mehreren Jahren und betrug im Jahr 2024, auf das sich der neueste verfügbare Wert bezieht, lediglich 3,13 Prozent. Es ist daher davon auszugehen,

Abb. A 1-6 Schema 360-Grad-Hightech-Monitoring gemäß HTAD



dass das 3,5-Prozent-Ziel auch 2025 nicht erreicht wurde.

Die aktuelle Bundesregierung sollte das 3,5-Prozent-Ziel mit Nachdruck verfolgen. Da die FuE-Ausgaben zu rund zwei Dritteln von Unternehmen getätigten werden, müssen sowohl für etablierte Unternehmen als auch für Start-ups starke FuE-Anreize gesetzt werden – nicht nur durch FuE-Förderung, sondern vor allem durch Rahmenbedingungen, die den ökonomischen Erfolg von FuE-basierten Innovationen begünstigen. Zudem ist die FuE in außeruniversitären Forschungseinrichtungen und Hochschulen verlässlich zu unterstützen. Hierfür müssen ausreichend Mittel in den Bundeshaushalt eingestellt werden.

Finanzielle Anstrengungen der Bundesregierung bei der Umsetzung der HTAD offenlegen

Im Rahmen des Monitorings sollten auch die finanziellen Anstrengungen der Bundesregierung bei der Umsetzung der HTAD offengelegt werden. Transparenz bezüglich des finanziellen Engagements der Bundesregierung kann dazu beitragen, Akteure des F&I-Systems zu mobilisieren (vgl. Abschnitt A 1-4). Hierzu bieten sich die folgenden Maßnahmen an (vgl. Box A 1-7):

- Die haushaltswirksamen Maßnahmen der Bundesregierung im Bereich der Schlüsseltechnologien sollten in gebündelter Weise dargestellt werden. Sie sind derzeit nur in verschiedenen Einzelplänen der Ministerien sowie in Wirtschaftsplänen der Sondervermögen enthalten.
- Der Förderkatalog des Bundes enthält Informationen zur laufenden und bereits abgeschlossenen Projektförderung des Bundes. Hier sollte eine Zuordnung der Projektförderung zu den Schlüsseltechnologien der HTAD angestrebt werden.
- Selbst eine umfassende Umsetzung der HTAD kann für sich allein genommen nur wenig bewegen: Ihre volle Wirkung wird sie vielmehr nur dann entfalten können, wenn die Bundesregierung insgesamt in ausreichendem Maße Zukunftsinvestitionen in Bildung, Forschung, neue Technologien, Umwelt- und Klimaschutz sowie moderne Infrastruktur vornimmt. Deshalb sollte für den Bundeshaushalt eine Zukunftsquote eingeführt werden.

Diffusion der Schlüsseltechnologien berücksichtigen

Beim Monitoring ist es besonders herausfordernd, die Outputseite der Schlüsseltechnologien zu erfassen. So lassen sich Außenhandels- oder Wertschöpfungsdaten zwar FuE-intensiven Gütern sowie FuE-intensiven Industrien und wissensintensiven Dienstleistungen zuordnen, jedoch nicht den Schlüsseltechnologien der HTAD. Differenzierte Patentanalysen sind möglich, allerdings schlagen sich Patente nicht unmittelbar in Wertschöpfung nieder. Als Maße für den Transfer von Technologien in die Anwendung können zwar die Anzahl einschlägiger Start-ups und Investitionen in Wagniskapital herangezogen werden. Doch beide Maße sind ebenfalls nur Annäherungen an den Output.

Daher wäre es wünschenswert, auch die Diffusion der Schlüsseltechnologien zu betrachten. Webbasierte semantische Verfahren können dabei zur Identifizierung der Organisationen dienen, die Schlüsseltechnologien entwickeln oder nutzen. Die Expertenkommission hat eine solche Analyse beispielhaft für zwei Schlüsseltechnologien der HTAD in Auftrag gegeben (vgl. Box A 1-8).

Evaluation bei Maßnahmenplanung mitdenken

Unzureichende Datenverfügbarkeit und Datenqualität erschweren häufig die Durchführung aussagekräftiger Kausalanalysen oder verhindern sie sogar. Deshalb sind schon bei der Maßnahmenplanung die Voraussetzungen für die Erhebung der erforderlichen Daten zu schaffen.²⁴ Da die Maßnahmen der HTAD nicht isoliert voneinander eingesetzt werden, sondern vielmehr in unterschiedlichsten Kombinationen wirksam werden, ist es nicht nur notwendig, die Wirkung einzelner Maßnahmen zu betrachten, sondern auch ihr Zusammenwirken zu evaluieren. Diese Evaluationen sind allerdings sehr anspruchsvoll.²⁵

A 1-4 Kooperation und Kommunikation stärken

Interministerielle und europäische Zusammenarbeit stärken

Eine weitere Bedingung für das Gelingen der HTAD ist eine funktionierende interministerielle Zusammenarbeit. Da aufgrund des veränderten Zuschnitts des BMFTR – anders als ursprünglich avisiert – die

Box A 1-7 Vorschläge zur Offenlegung der finanziellen Anstrengung der Bundesregierung bei der Umsetzung der HTAD

Gebündelte Darstellung der haushaltswirksamen Maßnahmen der Bundesregierung im Bereich der Schlüsseltechnologien

Um die haushaltswirksamen Maßnahmen der Bundesregierung im Bereich der Schlüsseltechnologien in gebündelter Weise darzustellen, bestehen im Grundsatz zwei Möglichkeiten:

- Allen Flaggschiff-Maßnahmen der HTAD könnten die entsprechenden Haushaltstitel zugeordnet werden,²⁶ um auf dieser Grundlage einen Überblick über die im jeweiligen Jahr bereitgestellten Haushaltssmittel zu schaffen.
- Um alle schlüsseltechnologiebezogenen Haushaltstitel zu identifizieren, könnte vom engen HTAD-Bezug abgerückt werden, und zwar mittels einer Methodik, die im Rahmen einer aktuellen Studie zur Berechnung des Digitalhaushalts entwickelt wurde. Diese Methodik zur Analyse des Bundeshaushalts führt Textanalysen anhand von Schlagwörtern durch, wendet Machine-Learning-Ansätze an und nutzt Zusatzinformationen der Bundesverwaltung.²⁷

Unabhängig davon, welches Vorgehen zur Identifizierung der haushaltswirksamen Maßnahmen der Bundesregierung im Bereich der Schlüsseltechnologien gewählt wird, sollte im Nachhinein immer ein Soll-Ist-Vergleich vorgenommen werden.

Zuordnung der Projekte im Förderkatalog des Bundes zu den Schlüsseltechnologien der HTAD

Im Förderkatalog des Bundes werden die einzelnen Projekte auf Basis der Leistungsplansystematik (LPS) des Bundes thematisch zugeordnet.²⁸ Die LPS eignet sich zwar als Ausgangspunkt für die Zuordnung der Projekte zu den Schlüsseltechno-

logien der HTAD, ist aber für sich genommen nicht ausreichend.²⁹ Zum einen lassen sich nicht alle Schlüsseltechnologien klar abgegrenzten Bündeln von LPS-Klassen zuordnen. Zum anderen sind Mehrfachzuordnungen bei der LPS nicht möglich, sodass bei technologieübergreifenden Projekten – wenn beispielsweise KI in der Biotechnologie genutzt wird – ein Informationsverlust entsteht.

Um die Anzahl der Projekte und die Projektvolumina in den einzelnen Schlüsseltechnologien der HTAD annäherungsweise zu erfassen, sollte der Förderkatalog des Bundes mit Hilfe eines kombinierten Vorgehens ausgewertet werden. Im ersten Schritt wird für jede Schlüsseltechnologie ein passendes Bündel an LPS-Klassen identifiziert.³⁰ Im zweiten Schritt werden projektbasierte Textfilter entwickelt, die Schlüsselbegriffe, Synonyme und verwandte Konzepte der jeweiligen Bereiche abdecken. Im dritten Schritt werden dann LPS- und Textfilter kombiniert, sodass Projekte entweder über die LPS-Filter oder über die Textfilter als relevant eingestuft werden. Dieses methodische Vorgehen wurde im Rahmen einer im Auftrag der Expertenkommission durchgeführten Studie entwickelt und bereits erfolgreich angewendet.³¹ Für das 360-Grad-Monitoring ist darüber hinaus die Entwicklung eines Klassifizierungsmodells angezeigt, das zwischen FuE-basierten und sonstigen Projekten unterscheidet.

Einführung einer Zukunftsquote

Eine Zukunftsquote einzuführen bedeutet, im Haushalt einen festen Anteil für Investitionen in den Bereichen Bildung, Forschung, neue Technologien, Umwelt- und Klimaschutz sowie moderne Infrastruktur, u.a. für Digitalisierung, vorzusehen. Im Nachhinein sollte ein Soll-Ist-Vergleich vorgenommen werden, um zu prüfen, ob die vorab geplanten Zukunftsinvestitionen wie geplant realisiert wurden. Eine Methodik zur Berechnung einer Zukunftsquote wurde bereits entwickelt und auf den Bundeshaushalt und den Haushalt der EU angewendet.³²

Box A 1-8 Vorschlag zur Messung der Diffusion von Schlüsseltechnologien der HTAD

Im Rahmen einer von der Expertenkommission in Auftrag gegebenen Studie wurden mit einem webbasierten und KI-gestützten Verfahren relevante Akteure in den Schlüsseltechnologien künstliche Intelligenz und klimaneutrale Mobilität identifiziert. Die Schlüsseltechnologie klimaneutrale Mobilität wurde beispielhaft anhand der Technologiebereiche alternative Antriebe und klimafreundliche Kraftstoffe untersucht.³³ Dabei wurden Organisationen in China, Deutschland, Frankreich, den USA und dem Vereinigten Königreich betrachtet.

Ein Vorteil von webbasierten Verfahren liegt darin, dass damit viele Organisationen erfasst werden können und sich Informationen aktuell, kurzfristig und je nach Bedarf mehrmals pro Jahr erheben lassen. Eine Belastung von Organisationen, insbesondere von Unternehmen, durch das Ausfüllen von Fragebögen – und als Konsequenz geringe Antwortquoten – werden dadurch vermieden. Zudem sind Umfragen in der Regel mit hohen Kosten und beträchtlichem Zeitaufwand verbunden.³⁴ Nachteilig bei webbasierten Verfahren ist jedoch, dass die Unternehmen, die keine Webseite haben, nicht erfasst werden. Zudem schützen manche Unternehmen ihre Webseite gegen Zugriffe oder berichten über bestimmte Themen nur selektiv. Das kann zu Verzerrungen bei den Ergebnissen führen.

Ausgehend von einer Grundgesamtheit von ca. acht Millionen identifizierten webaktiven Organisationen in den betrachteten Ländern wurden mittels eines regelbasierten Crawlings zunächst diejenigen Organisationen identifiziert, deren Webauftritte eine signifikante Dichte technologie-relevanter Stichworte aufweisen. Im Bereich künstliche Intelligenz wurden daraus Stichproben gezogen und durch KI-gestützte semantische Verfahren validiert. Dieses Vorgehen reduziert Fehltreffer (beispielsweise Inhalte mit reiner Berichterstattung) und ermöglicht eine Klassifizie-

itung in KI-native Organisationen, deren zentrales Geschäftsmodell auf KI-Technologien basiert, sowie KI-integrierende Organisationen, die KI-Komponenten in bestehende Produktportfolios einbetten. Die resultierenden Kennzahlen basieren auf einer statistischen Hochrechnung der validierten Stichproben.

Mit der verwendeten Methodik könnten künftig auch regionale Auswertungen vorgenommen und zeitliche Entwicklungen betrachtet werden.

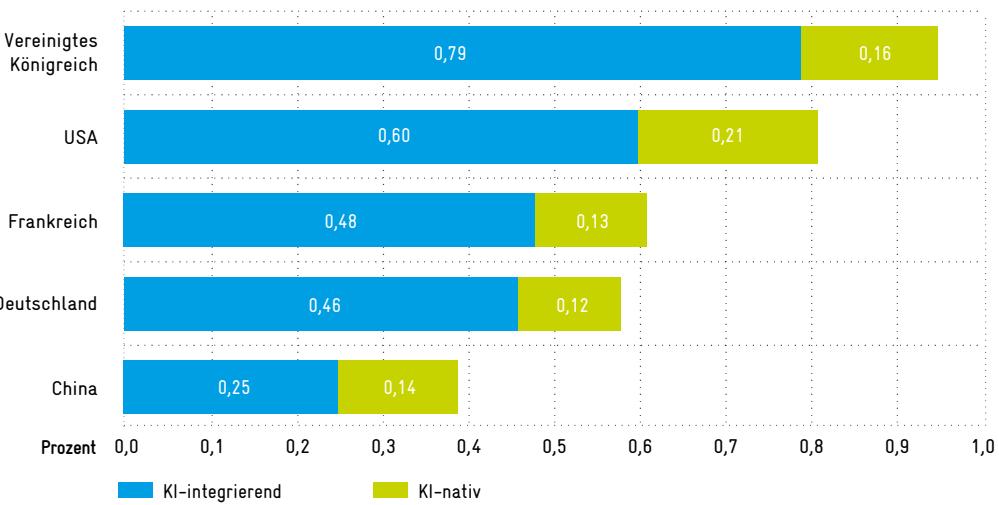
Der Studie zufolge weist das Vereinigte Königreich mit 0,95 Prozent den höchsten Anteil von Organisationen mit Aktivitäten im Bereich künstliche Intelligenz auf, gefolgt von den USA (vgl. Abbildung A 1-9). In Deutschland sind 0,58 Prozent der erfassten Organisationen im Bereich künstliche Intelligenz aktiv. Darunter finden sich deutlich häufiger KI-integrierende Organisationen (0,46 Prozentpunkte) als KI-native Organisationen (0,12 Prozentpunkte).

Für den Technologiebereich alternative Antriebe und klimafreundliche Kraftstoffe werden potenzielle Akteure anhand der Dichte relevanter Stichworte in ihren Webauftritten identifiziert. Eine nachgelagerte Validierung erfolgt nicht. Deutschland und das Vereinigte Königreich weisen unter den betrachteten Ländern mit jeweils rund 0,03 Prozent den höchsten Anteil aktiver Organisationen im Technologiebereich alternative Antriebe und klimafreundliche Kraftstoffe auf. Frankreich folgt mit 0,02 Prozent (vgl. Abbildung A 1-10).

In China sind die Anteile der als aktiv identifizierten Organisationen in beiden Technologiebereichen geringer als in den westlichen Vergleichsländern. Dies könnte u.a. auf Besonderheiten der chinesischen Wirtschaftsstruktur zurückzuführen sein. Diese ist zwar durch einzelne große Technologieunternehmen gekennzeichnet, die Breite der chinesischen Wirtschaft liegt jedoch im Vergleich zu westlichen Ländern technologisch zurück.

 [Download der Abbildung und Daten](#)

Abb. A 1-9 Anteil KI-integrierender und KI-nativer Organisationen in ausgewählten Ländern



Lesebeispiel: 0,58 Prozent der erfassten deutschen Organisationen sind im Bereich der künstlichen Intelligenz aktiv. 0,46 bzw. 0,12 Prozent der erfassten deutschen Organisationen sind KI-integrierte bzw. KI-native Organisationen.

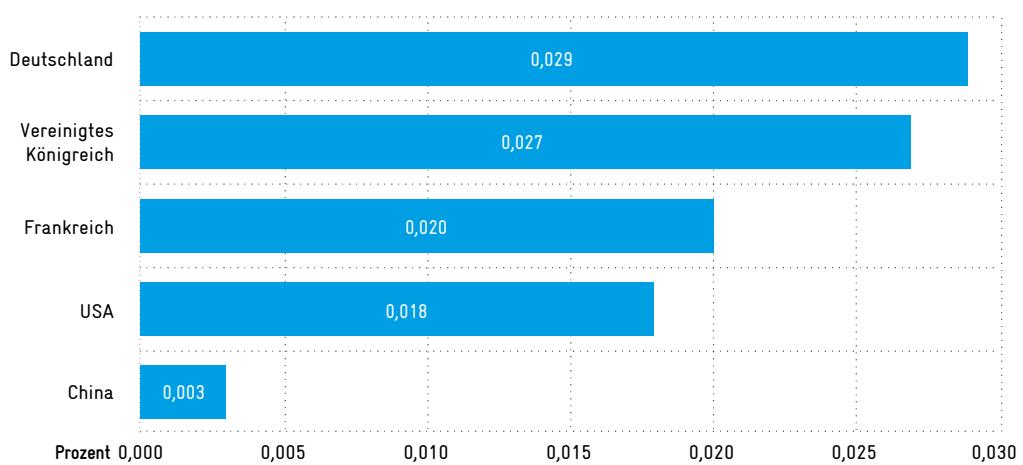
Die hier verwendete Identifikation der Organisationen, die im Bereich der künstlichen Intelligenz aktiv sind, weicht von derjenigen in Kapitel B 3-3 ab. Diese Auswertung identifiziert lediglich Organisationen als aktiv, die KI-Komponenten in bestehende Produktpportfolios einbetten oder deren Geschäftsmodell auf KI basiert. In Kapitel B 3-3 werden hingegen alle Unternehmen als aktiv identifiziert, die in ihren Produkten oder Prozessen mindestens eine KI-Technologie nutzen.

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Kinne und istari.ai GmbH (2026).

© EFI – Expertenkommission Forschung und Innovation 2026.

 [Download der Abbildung und Daten](#)

Abb. A 1-10 Anteil der Organisationen mit Aktivität im Themenbereich der alternativen Antriebe und klimaneutralen Kraftstoffe in ausgewählten Ländern



Lesebeispiel: 0,029 Prozent der erfassten deutschen Organisationen sind im Themenbereich der alternativen Antriebe und klimaneutralen Kraftstoffe aktiv.

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf Kinne und istari.ai GmbH (2026).

© EFI – Expertenkommission Forschung und Innovation 2026.

Zuständigkeiten für Innovations- und Technologiepolitik nicht unter einem Dach zusammengeführt wurden, weist die F&I-Politik weiterhin zahlreiche interministerielle Schnittstellen auf. Eine intensive, lösungsorientierte Zusammenarbeit der Ressorts ist somit umso dringlicher. Die Ansiedlung der HTAD-Stabsstelle bei der Bundesforschungsministerin könnte in diesem Kontext förderlich sein. Die Erfahrungen der vergangenen Legislaturperioden haben gezeigt, wie herausfordernd diese interministerielle Zusammenarbeit ist.

Interministerielle Kooperationsstrukturen sollten anhand positiver wie negativer Erfahrungen, die in der vergangenen Legislaturperiode – z. B. im Kontext der Zukunftsstrategie – gesammelt wurden, weiterentwickelt werden, damit die HTAD zu einer Strategie der gesamten Bundesregierung und damit aller Ministerien wird. Der im November 2025 einberufene Strategiekreis für Technologie und Innovation im Bundeskanzleramt, der neben einschlägigen Expertinnen und Experten aus Wissenschaft und Wirtschaft auch die des BMF, des BMWE, des BMFTR sowie des BMDS umfasst, könnte hier eine unterstützende Funktion einnehmen.³⁵

Bislang fehlen in der HTAD eine klare Willensbekundung zur interministeriellen Zusammenarbeit sowie konkrete Ausführungen zu ihrer Umsetzung. Positiv ist hingegen die starke Betonung europäischer und internationaler Zusammenarbeit. Neben dem grundsätzlichen Bekenntnis zur internationalen Kooperation finden sich zahlreiche konkrete Maßnahmen, die im Verbund mit europäischen und internationalen Partnern umgesetzt werden sollen. Die Bereitschaft zur internationalen Kooperation ist insbesondere im Kontext der Förderung von Schlüsseltechnologien von hoher Bedeutung. Um den internationalen Anschluss bei der Entwicklung und Anwendung von Schlüsseltechnologien nicht zu verlieren, werden Deutschland und seine europäischen Partner ihre Kapazitäten und Aktivitäten weiterbündeln müssen.

Zusammenarbeit mit den Ländern vorantreiben

Die HTAD kann von der Bundesregierung nicht im Alleingang umgesetzt werden. Es bedarf der Beteiligung aller Akteure im F&I-System und insbesondere der Bundesländer. Um einen Ausgleich zwischen erforderlicher Beteiligung und notwendiger Agilität herzustellen, ist eine selektive Form der Beteiligung

anzuraten. Ein solcher Ansatz steht zwar in einem Spannungsverhältnis zu der in Deutschland vorherrschenden Tradition der umfassenden Beteiligung,³⁶ würde jedoch den Umsetzungsprozess aller Voraussicht nach sehr beschleunigen.³⁷ Die Möglichkeiten einer selektiven Beteiligung der Bundesländer, so hat es der Stifterverband im Rahmen eines Policy Papers skizziert,³⁸ ergibt sich demnach aus den in der HTAD angelegten Ansätzen für ein differenziertes Vorgehen. So wirbt die HTAD explizit „für ein gemeinsames Verständnis über regionale Prioritäten“, die den „Aufbau von Hightech-Regionen mit klaren Kompetenzprofilen in den jeweiligen Teilen Deutschlands“ stärken sollen.³⁹ Darüber hinaus setzt die HTAD auf wettbewerbliche und selektive Verfahren beispielsweise zur Auswahl von Standorten, Infrastrukturen und Clustern,⁴⁰ was im Ergebnis eine unterschiedliche Einbindung der Länder impliziert.

Damit eine selektive Beteiligung nicht als willkürliche Ungleichbehandlung wahrgenommen wird, bedarf es klarer und transparenter Auswahlkriterien wie der erwarteten Effektivität einer Maßnahme oder der Bereitschaft der jeweiligen Bundesländer zur Ko-Finanzierung von Maßnahmen. So könnte die Bundesregierung jeweils geeignete Bundesländer auswählen, die bei der Förderung einzelner Schlüsseltechnologien oder ausgewählter Vorhaben federführend mitwirken.⁴¹

HTAD-Ziele und Stand der Umsetzung transparent kommunizieren

Der Erfolg der Hightech-Agenda hängt nicht allein vom Engagement der Bundesregierung, sondern zu einem wesentlichen Teil auch von dem der Akteure im deutschen F&I-System ab. Die HTAD muss daher effektiv kommuniziert werden, um die relevanten Akteure zu mobilisieren. Die hochkarätig besetzte Auftaktveranstaltung zur HTAD war in diesem Kontext ein wichtiges Startsignal.⁴² Auch die Umsetzung der HTAD sollte transparent dargestellt werden. Um glaubwürdig zu sein, ist es essenziell, nicht nur Erfolge, sondern auch Verzögerungen zu dokumentieren. Ebenso wichtig ist es, die gesellschaftliche Akzeptanz und Offenheit gegenüber neuen Technologien zu fördern. Bundesregierung und Wissenschaftseinrichtungen sollten daher über die Potenziale und Risiken solcher Technologien transparent und wissenschaftlich basiert informieren.