

Technologie-Roadmap

Version 1.0 – Stand Mai 2026

Fusion



Initiiert durch:



Die
Bundesregierung

Hightech
Agenda
DEUTSCHLAND

Inhaltsverzeichnis

Meilensteine zur Zielerreichung – die Technologie-Roadmap	2
Teilziel 1: Fusionskraft bauen	2
Teilziel 2: Brennstoff und Material	4
Teilziel 3: Rahmen schaffen.....	5
Maßnahmenpakete von Bund und Ländern	6
Einordnung der Technologie-Roadmap	8
Hintergrund Technologie-Roadmaps der HTAD.....	9
Hebel für die Technologie-Roadmap	10
Marktpotenzial und ausgewählte Anwendungsfelder	11
Impressum	12

Meilensteine zur Zielerreichung – die Technologie-Roadmap

Ziel 1:

Wir machen Deutschland zu einem führenden Innovationsstandort für Fusionstechnologien. Wir wollen deutsche Unternehmen zu Weltmarktführern bei der Fusion machen und Arbeitsplätze schaffen.

Teilziel 1: Fusionskraft bauen

Wir erarbeiten wesentliche Voraussetzungen für den Bau eines Magnet- oder Laserfusionskraftwerkes in Deutschland.

Meilensteintitel	Zeit-horizont	Beschreibung	Wirkungsmessung und Akteursmobilisierung sind zentrale Elemente von Roadmap-Prozessen (siehe auch Hintergrund Technologie-Roadmaps), die in der weiteren Umsetzung fortlaufend auszugestalten sind.		Meilenstein-nummer
			Nachfolgend Ansatzpunkte bzw. erste Beispiele für		
			Indikatoren und Zielmarken	Umsetzungspartner	
Hub Magnetfusion etabliert	2026	Einen Hub für die zentralen Akteure der Magnetfusion als Keimzelle für das künftige Fusionsökosystem schaffen.	Etablierung des Hubs Steigerung des TRL wesentlicher Teiltechnologien	Wesentliche Akteure der Magnetfusion aus Wirtschaft und Wissenschaft mit Unterstützung der Länder	FE-KW1
Hub Laserfusion etabliert	2026	Einen Hub für die zentralen Akteure der Laserfusion als Keimzelle für das künftige Fusionsökosystem schaffen.	Etablierung des Hubs Steigerung des TRL wesentlicher Teiltechnologien	Wesentliche Akteure der Laserfusion aus Wirtschaft und Wissenschaft mit Unterstützung der Länder.	FE-KW2
HTS-Spule hergestellt und getestet	2028	Ein erstes höchsttemperatursupraleitendes Spulenmodell (HTS-Spule) für einen Stellarator mit HTS-Bandleitern in voller Größe herstellen und testen.	Herstellung der Spule Test der Spule erfolgreich Steigerung des TRL	Proxima Fusion, Gauss Fusion, IPP	FE-KW3
Akteure der Magnetfusion im Rahmen des Hubs vernetzt	2029	Relevante Akteure vernetzen und ein nachhaltiges Ökosystem der Magnetfusion schaffen.	Lebendiges Netzwerk Regelmäßiger Austausch Anzahl laufender Vorhaben (Zielmarke: mind. 20)	Wesentliche Akteure der Magnetfusion aus Wirtschaft und Wissenschaft mit Unterstützung der Länder	FE-KW4
Akteure der Laserfusion im Rahmen des Hubs vernetzt	2029	Relevante Akteure vernetzen und ein nachhaltiges Ökosystem der Laserfusion schaffen.	Lebendiges Netzwerk Regelmäßiger Austausch Anzahl laufender Vorhaben (Zielmarke: mind. 20)	Wesentliche Akteure der Laserfusion aus Wirtschaft und Wissenschaft mit Unterstützung der Länder	FE-KW5
Demonstrator für Magnetfusion in Betrieb genommen	ca. 2030	Eine Anlage in Deutschland schaffen, die die prinzipielle Möglichkeit der Energiegewinnung durch die Magnetfusion demonstriert und als Anker für den Aufbau einer Lieferkette dient.	Inbetriebnahme eines Demonstrators für die Magnetfusion Steigerung des TRL wesentlicher Teiltechnologien Positive Energiebilanz bezüglich des Plasmas	Akteure der Magnetfusion, vorrangig aus der Industrie	FE-KW6

Meilensteintitel	Zeit-horizont	Beschreibung	Wirkungsmessung und Akteursmobilisierung sind zentrale Elemente von Roadmap-Prozessen (siehe auch Hintergrund Technologie-Roadmaps), die in der weiteren Umsetzung fortlaufend auszugestalten sind.		Meilen-stein-nummer
			Indikatoren und Zielmarken	Umsetzungspartner	
Forschungs-infrastruktur Laserfusion aufgebaut	2031	Eine Forschungsinfrastruktur für die Laserfusion aufbauen, die auch als Anker für den Aufbau einer Lieferkette dient.	Forschungsinfrastruktur aufgebaut Veröffentlichung erster, für den Weg zum Kraftwerk relevante Ergebnisse	Abhängig von den derzeit noch nicht feststehenden Antragstellern und nach Inbetriebnahme: Akteure aus Forschung und Industrie, die an der Verwirklichung eines Laserfusionskraftwerkes mitarbeiten	FE-KW7
Entscheidungspunkt: Entscheidung zur Fokussierung auf MFE oder IFE getroffen	Zweite Hälfte 2030er Jahre	Entscheidung bezüglich Technologie (Magnet- oder Laserfusion) zum Bau des ersten kommerziellen Fusionskraftwerkes in Deutschland vorbereiten und treffen, um durch Konzentration auf eine Technologie Wertschöpfung anzukurbeln und sich im internationalen Umfeld zu behaupten.	Entscheidung getroffen Förderung auf eine Technologie fokussiert	Fusionsökosystem	FE-KW8
Demonstrationskraftwerk für Fusion in Betrieb genommen	Bis Ende 2030er Jahre	Das weltweit erste Demonstrationsfusionskraftwerk in Deutschland bauen, auch als international sichtbares Zeichen für die Leistungsfähigkeit der deutschen Fusionswirtschaft.	Erfolgreicher Bau eines Demonstrationsfusionskraftwerkes in Deutschland	Fusionsökosystem	FE-KW9
Kraftwerk für Fusion in Betrieb genommen („First of a kind“)	2040er Jahre	Das weltweit erste kommerzielle Fusionskraftwerk („First of a kind“) in Deutschland bauen.	Erfolgreicher Bau eines Fusionskraftwerkes („First of a kind“) in Deutschland	Fusionsökosystem	FE-KW10

Teilziel 2: Brennstoff und Material

Mit der Steigerung des Technologiereifegrades wesentlicher Teiltechnologien aus den Bereichen Brennstoffkreislauf und Materialentwicklung legen wir wichtige Grundsteine für den Bau eines Fusionskraftwerkes in Deutschland und schaffen frühzeitig Wertschöpfungsmöglichkeiten auch außerhalb der Fusion.

Meilensteintitel	Zeit-horizont	Beschreibung	Nachfolgend Ansatzpunkte bzw. erste Beispiele für		Meilen-stein-nummer
			Indikatoren und Zielmarken	Umsetzungspartner	
Hub Brennstoff-kreislauf und Materialentwick-lung etabliert	2026	Einen Hub für Brennstoff-kreislauf und Material-entwicklung als Keimzelle für das künftige Fusions-ökosystem schaffen.	Wirkungsmessung und Akteursmobilisierung sind zentrale Elemente von Roadmap-Prozessen (siehe auch Hintergrund Technologie-Roadmaps), die in der weiteren Umsetzung fortlaufend auszugestalten sind.		
			Etablierung des Hubs Steigerung des TRL wesentlicher Teiltechnologien	Wesentliche Akteure mit Kompetenzen im Brennstoffkreislauf und der Material-entwicklung aus Wirtschaft und Wissenschaft mit Unterstützung der Länder	FE-BM1
Konzept für Brennstoffkreislauf entwickelt	2028	Ein Konzept für den Brennstoffkreislauf eines Fusionskraftwerkes entwickeln; erste Schlüssel-komponenten wie Folienpumpen und Pelletinjektoren sind fertiggestellt.	Vorliegen eines Brennstoff-kreislaufkonzeptes Vorliegen erster Schlüssel-komponenten Steigerung des TRL wesentlicher Teiltechnologien	KIT, Gauss Fusion	FE-BM2
6Li-Anreicherung in skalierbarem Rahmen demon-striert	2028	Skalierbare Anlagentechnik für die Anreicherung von ⁶ Li in Deutschland aufgebaut.	Vorliegen der Anlagentechnik Menge an angereicherterem ⁶ Li Steigerung des TRL wesentlicher Teiltechnologien	KIT, Kyoto Fusioneering, Argentum Vivum Solutions	FE-BM3
Akteure für Brennstoffkreislauf und Material-entwicklung vernetzt	2029	Relevante Akteure vernetzt und ein nachhaltiges Ökosystem in den Bereichen Brennstoffkreislauf und Materialentwicklung mit Anbindung an Magnet- und Laserfusion geschaffen.	Lebendiges Netzwerk Regelmäßiger Austausch Anzahl laufender Vorhaben (Zielmarke: mind. 20)	Abhängig von den derzeit noch nicht feststehenden Antragstellern und der Auswahl eines Antrages. Erwartet werden wesentliche Akteure der Bereiche Brennstoffkreislauf und Material-entwicklung aus Wirtschaft und Wissenschaft mit Unterstützung der Länder.	FE-BM4
Forschungs-infrastrukturen Materialentwick-lung aufgebaut	2034	Deutschland beteiligt sich an internationaler Forschungs-infrastruktur zur Material-entwicklung, um den technologischen Reifegrad deutlich zu steigern und deutsche Unternehmen im internationalen Umfeld zu ertüchtigen. Prescreeningstudien auf nationaler Ebene schnell durchführen.	Beteiligung an internationaler Forschungsinfrastruktur Schaffung nationaler Forschungs-infrastruktur für Prescreening Erste Verwertung der gewonnenen Erkenntnisse durch deutsche Firmen bei Planung einer „First of a kind“-Anlage	Im ersten Schritt wesentliche Akteure aus der Wissenschaft, nach Inbetriebnahme zusätzlich wesentliche Akteure aus der Industrie	FE-BM5

Teilziel 3: Rahmen schaffen

Wir gehen die Voraussetzungen an, derer der Bau eines Fusionskraftwerkes übergreifend bedarf.

Meilensteintitel	Zeit-horizont	Beschreibung	Nachfolgend Ansatzpunkte bzw. erste Beispiele für		Meilen-stein-nummer
			Indikatoren und Zielmarken	Umsetzungspartner	
Explizite Aufnahme der Fusion im Strahlenschutzgesetz	2026	Fusion im Strahlenschutzgesetz explizit aufnehmen, um Sicherheit für Unternehmen zu schaffen und Anreize für Investitionen in Fusion zu erhalten.	Verabschiedung der Novelle des Strahlenschutzgesetzes	BMUKN	FE-Ü1
Kommunikation zu Chancen und Potenzialen der Kernfusion ausgebaut	2029	Projekte durchführen, die Wissen zur Fusion in die Breite tragen und damit die gesellschaftliche Akzeptanz ermöglichen.	Anzahl erfolgreich abgeschlossener und laufender Vorhaben (Zielmarke: 12)	Akteure der Fusionscommunity	FE-Ü2

Maßnahmenpakete von Bund und Ländern

Für die Erreichung der Meilensteine der Technologie-Roadmap und damit der Ziele der Hightech Agenda Deutschland ist eine gemeinsame Kraftanstrengung aller relevanten Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft, dem Bund und den Ländern nötig. Ausgewählte (Flaggschiff-)Maßnahmen von Bund und Ländern, die direkt auf die Erreichung der Meilensteine einzahlen, sind in den folgenden Maßnahmenpaketen dargestellt.¹

Hubs für die Fusion [Relevante Meilensteine: FE-KW1-5, FE-BM1-4, FE-Ü1/2]

Förderbekanntmachung zur Gründung und Implementierung von vorwiegend regionalen Zentren, um Kompetenzen zu bündeln und das Ökosystem zu strukturieren. Es sollten drei Hubs zur Bearbeitung der wichtigsten Forschungs- und Entwicklungsfragen zur „Laserfusion“, zur „Magnetfusion (Stellarator)“ sowie zum „Brennstoffkreislauf und der Materialentwicklung“ für Fusionskraftwerke eingerichtet werden. Sie sollen dazu beitragen, die Technologie- und Marktreife zu erhöhen, den Aufbau notwendiger Lieferketten zu stimulieren und Nachwuchs- und Fachkräfte auszubilden bzw. zu gewinnen. Das Hauptaugenmerk liegt auf der industriell geführten Verbundforschung.

Förderung von Forschungsprojekten zur Erhöhung des Technologiereifegrades [Relevante Meilensteine: FE-KW3/6/7, FE-BM2/3/5, FE-Ü2]

Die Förderbekanntmachung für Basistechnologien der Fusion unterstützt angewandte FuE-Projekte, die Schlüsselkomponenten für künftige Fusionskraftwerke entwickeln und deren TRL gezielt von der Grundlagenforschung in die industrielle Anwendung überführen, wobei der Fokus auf industriell geführter Verbundforschung liegt. Gleichzeitig werden explorative, hochinnovative Forschungsansätze gefördert, um neue Impulse jenseits etablierter Pfade in der Fusionstechnologie zu setzen.

Länderseitig ergänzen Maßnahmen im Bereich der industriellen Forschung und der Verbundforschungsförderung der Laserfusion Projekte wie den LOEWE-Schwerpunkt Nukleare Photonik (HE), das internationale Graduiertenkolleg Nuclear Photonics (HE) und das GRK AccelencE (HE), um interdisziplinäre Zusammenarbeit und Technologietransfer zu stärken, sowie den Forschungsbau Materialwissenschaftliches Zentrum für Energiesysteme (BW).

Projektförderung Forschung Regulatorik [Relevante Meilensteine: FE-Ü1/2]

Förderung von Projekten zur regulatorischen Forschung im Bereich der Fusion. Ziel der Bundesregierung ist, die bestehende Regulierung der Fusion innerhalb des Strahlenschutzgesetzes angemessen schrittweise – die technologische Entwicklung flankierend – zu ergänzen und anzupassen.

Länderseitig ergänzt z. B. durch die Nachwuchsforschungsgruppe „Rechtsfragen der Fusionsenergie“ an der JMU Würzburg (BY).

Aufbau und Betrieb von Forschungsinfrastrukturen für die Fusion [Relevante Meilensteine: FE-KW6/7/9/10, FE-BM4]

Förderbekanntmachungen unterstützen den Aufbau von Infrastrukturen und Technologiedemonstratoren für die stellaratorbasierte Fusion, die Laserfusion und den Zugang zu Neutronenquellen, um die Verfügbarkeit für die gesamte Fachcommunity und insbesondere für Unternehmen zu erhöhen. Länderseitig wird zusätzlich die institutionelle Grundförderung für Forschungseinrichtungen (z. B. ASDEX Upgrade (BY), Wendelstein 7-X (MV), Laser Zentrum Hannover (NI)) bereitgestellt und die Integration großer fusionsrelevanter Großinfrastrukturen wie Draco (SN), Penelope (SN), ELBE (SN), Polaris (TH) und JETI (TH), das HED-HIBEF-Messinstrumente am European XFEL (SH und HH), die DTNeutronenquelle der TU Dresden PIconGPU (SN), CALA an der LMU München (BY), FRM II an der TU München (BY), das UntertageLabor

¹ Alle in dieser Roadmap genannten oder sich daraus ergebenden Maßnahmen des Bundes stehen unter dem Vorbehalt verfügbarer Haushaltsmittel und unter dem Vorbehalt der finanzverfassungsrechtlichen Zuständigkeit des Bundes.

Felsenkeller (SN), die THERESA-Versuchsanlage und weitere Laser und Ionenstrahlzentren gefördert. Das Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) erforscht an den Standorten Garching und Greifswald Hochtemperatur-Plasmen, Magnetfeld-Konfigurationen sowie zugehörige Design- und Forschungsfragen mit dem Ziel, die physikalischen Grundlagen für ein Fusionskraftwerk zu erarbeiten (Finanzierungsbeiträge BY, MV). Wichtige Infrastrukturen für Querschnittsthemen der Fusionstechnologie, etwa das Fusionsmateriallabor und das Tritiumlabor am KIT (BW, Helmholtz-Programm Fusion) und der Aufbau der HochenergiedichteInitiative (HEDI) (MV, SN) runden das umfassende Netzwerk zur Stärkung der deutschen Fusionsforschung ab.

Vorbehaltlich der Verfügbarkeit entsprechender Haushaltsmittel sowie der haushaltsgesetzlichen und haushaltsrechtlichen Entscheidungen des Landtages wird in Hessen der Aus- und Aufbau von Forschungsinfrastrukturen für die Laserfusion in Ergänzung der bestehenden Hochenergie-Laseranlage PHELIX am Helmholtzzentrum GSI in Darmstadt unterstützt.

Begleitmaßnahmen für den Aufbau eines Fusionsökosystems [Relevante Meilensteine: FE-KW4/5, FE-BM4, FE-Ü1/2]

Die Leitstelle Fusion wird als zentrale Anlaufstelle des BMFTR eingerichtet, um die Fachcommunity mit aktuellen Förderinformationen zu versorgen, den Austausch zwischen Wissenschaft, Wirtschaft, Gesellschaft und Politik zu stärken und das Ziel eines „Fusionskraftwerks made in Germany“ zu unterstützen.

Die Hessen Trade & Invest GmbH (HE) koordiniert im Rahmen des Technologieland Hessen das wirtschaftliche Ökosystem rund um die Laserfusion und unterstützt durch Öffentlichkeitsarbeit und Netzwerkmanagement.

Die Bayern Innovativ GmbH (BY) organisiert und moderiert Netzwerktreffen sowie Kongresse, um den Dialog und die Zusammenarbeit innerhalb der Innovationslandschaft zu fördern.

SAXFUSION (SN) bündelt Kompetenzen von Forschung, Hochschulen und Industrie, um den Technologietransfer zu beschleunigen und tragfähige Kraftwerkskonzepte für die Fusion zu entwickeln.

Öffentlichkeitsarbeit [Relevante Meilensteine: FE-Ü2]

Die Öffentlichkeitsarbeit zielt darauf ab, das öffentliche Interesse und das Verständnis für die Fusionstechnologie nachhaltig zu fördern, beispielsweise durch Outreach-Bekanntmachungen des BMFTR oder das „Lighthouse“ des European XFEL (SH und HH), um die fusionsrelevante Öffentlichkeitsarbeit zu intensivieren und die Sichtbarkeit von Forschungsergebnissen zu erhöhen.

Internationale Maßnahmen [Relevante Meilensteine: FE-KW4-10, FE-BM4-5]

Internationale Kooperationen in der Fusionsforschung: Bekanntmachung zur Förderung internationaler Kooperationsprojekte mit internationalen Wertepartnern im Bereich der Fusionsforschung. Das Hauptaugenmerk liegt auf der industriell geführten Verbundforschung.

IPCEI Fusion: Beteiligung zum Teilbereich Fusion an einem IPCEI Innovative Nuclear Technologies zur Verbesserung der Verzahnung des deutschen Fusionsökosystems aus Wissenschaft und Wirtschaft mit dem europäischen Fusionsökosystem sowie des Transfers von Forschungsergebnissen in industrielle Anwendungen. Ziel ist es, europäische Unternehmen bei Erforschung, Entwicklung und erster gewerblicher Umsetzung (First Industrial Deployment) hochinnovativer Projekte für diese Technologien und kritischen Komponenten künftiger Fusionskraftwerke zu unterstützen. Das Hauptaugenmerk liegt auf der industriell geführten Verbundforschung.

Fusionsallianz [Relevante Meilensteine: FE-KW4/5, FE-BM4]

Allianz von derzeit sieben Ländern (BW, BY, HH, HE, MV, SH, SN) mit dem Ziel, Fusionsaktivitäten zu verzahnen, Forschungs- und Entwicklungskompetenzen zu bündeln und sich gegenseitig zu unterstützen. Zu den gemeinsamen Vorhaben gehören u. a. der gezielte Ausbau der Ausbildung von Fachkräften, eine Vernetzung in der Fusionsforschung, zum Beispiel durch landesübergreifende Master- und Graduiertenstudiengänge und Workshops, die gemeinsame Nutzung bereits bestehender Forschungsinfrastrukturen und der gegenseitige Zugang zu den Einrichtungen der Partner. Parallel dazu soll die Zusammenarbeit mit Unternehmen und spezialisierten Zulieferern intensiviert werden. Die Partner setzen bewusst auf die Kooperation mit europäischen

Forschungseinrichtungen und Unternehmen, um den Zugang zu zusätzlichem Know-how zu sichern und die eigene Wettbewerbsfähigkeit im globalen Kontext zu stärken.

Nachwuchsgewinnung [Relevante Meilensteine: FE-BM4/5, FE-Ü1/2]

Der Nachwuchswettbewerb „Fusionstalente“, die Förderprogramme „Fusion Professionals“ und die jährliche „Fusion Academy“ stärken die frühe Karrierephase, die Aus- und Weiterbildung sowie die Vernetzung von Studierenden und Fachkräften, während der Fusion Award herausragende Abschlussarbeiten aus Natur-, Ingenieur- und Informationswissenschaften im Bereich Fusion auszeichnet. Parallel dazu werden länderseitig dezidierte Lehrstühle und Nachwuchsforschungsgruppen neu eingerichtet (BY). Durch die Vergabe von Professorenstellen mit Lehrauftrag

durch das Forschungszentrum Jülich an verschiedene nordrhein-westfälische Universitäten mit direkter inhaltlicher und strategischer Anschlussfähigkeit an das Thema „Fusionsforschung“ (NW), die Besetzung von werkstoff- und fusionsrelevanten Professuren, den Ausbau von Lehrstühlen, gemeinsame Berufungen (z. B. CAU Kiel mit European XFEL (SH und HH)), IPP mit der LMU und der TU München (BY)) sowie integrierte Ausbildungskonzepte zur Laserfusionsphysik (z. B. „Research School for Advanced Photon Science“ am HI-Jena (TH)) wird die akademische Lehre und Forschung nachhaltig verankert – auch auf Grundlage bestehender Stipendien und Programme (Marie-Curie, Heisenberg, Emmy Noether) – um langfristig qualifizierten Nachwuchs für das deutsche Fusionsökosystem zu sichern. Diesem Ziel dient auch der dezidierte und standortübergreifende Masterstudiengang „Nuclear Fusion Technologies“ (BY).

Einordnung der Technologie-Roadmap

Die Fusionstechnologie stellt einen zentralen Baustein für die zukünftige CO₂-neutrale, sichere, ressourcenschonende und grundlastfähige Energieversorgung dar. Ein Erfolg auf diesem Gebiet stärkt die technologische Souveränität und die Unabhängigkeit Deutschlands im Energiebereich massiv. Gleichzeitig bietet die Fusion immense Potenziale für die forschungsgetriebene Wertschöpfung in Deutschland: Durch den Aufbau einer Fusionsindustrie und entsprechender Wertschöpfungsketten werden Arbeitsplätze geschaffen und Deutschland als Technologie-Exportnation positioniert.

Zu den Erfolgsfaktoren zählen die breite Beteiligung von Fusionsunternehmen und Start-ups, die zunehmende Zahl von Patenten und Produktinnovationen, der Aufbau von Wertschöpfungsketten innerhalb Deutschlands und Europas sowie die schrittweise Anhebung der Technologiereifegrade (TRL) der Kernkomponenten bis hin zum Bau von Demonstratoren. Auf dieser Grundlage wird die Fusion einen entscheidenden Beitrag zu bezahlbarer Energie und

technologisch-wirtschaftlichem Vorsprung als Erfolgsgaranten für Wohlstand und Sicherheit in unserem Land leisten.

Vor diesem Hintergrund wollen wir im Rahmen der Hightech Agenda Deutschland und dieser Roadmap folgendes erreichen:

- **Führender Standort für Fusionstechnologien:** Wir machen Deutschland mittel- und langfristig zu einem weltweit führenden Innovationsstandort für Fusionstechnologien und errichten das erste Fusionskraftwerk der Welt in Deutschland.
- **Ausbau der Forschungslandschaft:** Die bereits heute hervorragende Position der deutschen Forschungslandschaft im internationalen Wettbewerb erhalten wir und bauen diese aus. Durch die gezielte Stärkung des Technologietransfers sollen auch deutsche Unternehmen zu Weltmarktführern der Fusionstechnologien aufsteigen.

Hintergrund Technologie-Roadmaps der HTAD

Die Technologie-Roadmaps der HTAD stellen eine zentrale Frage in den Mittelpunkt: Was soll konkret erreicht werden, um in der jeweiligen Schlüsseltechnologie die Wertschöpfung, Wettbewerbsfähigkeit und technologische Souveränität in Deutschland zu steigern? Die Technologie-Roadmaps bilden damit das strategische Herzstück für die weitere Umsetzung der HTAD. Ihr Erfolg hängt maßgeblich vom effizienten Zusammenwirken von Bund, Ländern, Wirtschaft und Wissenschaft ab. Bei den vorliegenden Roadmaps handelt es sich um eine erste integrierte Fassung. Sie sind als „lebender Prozess“ zu verstehen, der sich in den kommenden Jahren sukzessive weiterentwickelt.

Outcome-Perspektive statt Input-Logik: Mit dem Roadmap-Ansatz wird die Outcome-Perspektive klar ins Zentrum der Forschungs- und Innovationspolitik gestellt. Anstatt von Aktivitäten und Programmen ausgehend zu fragen, was diese bewirken könnten, beginnt die innovationspolitische Planung mit dem angestrebten Ergebnis und leitet daraus ab, welche Instrumente und Maßnahmen es braucht, um dieses zu erreichen.

Meilensteine als strukturierendes Element: Die Meilensteine der Technologie-Roadmaps operationalisieren die in der HTAD angelegten Ziele in konkrete und nachverfolgbare Ergebnisse, ggf. verknüpft mit verschiedenen Szenarien abhängig vom Erreichen eines Meilensteins sowie externer Entwicklungen. Sie ermöglichen eine transparente Kommunikation gewählter Schwerpunkte, ein nachvollziehbares Monitoring des Fortschritts und gezieltes Nachsteuern. Das Erreichen der Meilensteine ist gemeinsame Aufgabe aller relevanten Akteure – es setzt voraus, dass Wirtschaft, Wissenschaft, Bund und Länder eigene Beiträge einbringen und Verantwortung übernehmen. Die Meilensteine dienen somit allen Partnern als gemeinsamer Kompass: Sie geben die Richtung vor, lassen aber Raum für unterschiedliche Wege und Beiträge auf dem Weg zur Zielerreichung.

Verbindung zu Flaggschiff-Maßnahmen und Förderinstrumenten: Die Meilensteine der Technologie-Roadmaps bilden auch den Ausgangspunkt der Förderplanung des Bundes zugunsten der priorisierten Schlüsseltechnologien. Die Flaggschiff-Maßnahmen der HTAD bilden den Umsetzungsrahmen, mit dem der Bund den Fortschritt der Meilensteine und Roadmaps gezielt fördert. Ausgestaltet werden die Flaggschiffe durch konkrete, passfähige Fördermaßnahmen – z. B. Wettbewerbe, Konsortienförderungen, Infrastrukturinvestitionen. Ein Meilenstein wird häufig durch mehrere Fördermaßnahmen adressiert, zugleich kann sich eine Maßnahme auf mehrere Meilensteine gleichzeitig auswirken.

Umsetzungsverantwortung und Partnerschaft: Aufgrund ihrer Outcome-Perspektive sind die Technologie-Roadmaps als partnerschaftliche Gemeinschaftsaufgabe von Bund, Ländern, Wirtschaft und Wissenschaft zu verstehen. Initiativen und Maßnahmen unterschiedlicher Partner sind unverzichtbar für das Erreichen der Meilensteine und damit für den Erfolg der Roadmaps. Ein zentrales Element der Technologie-Roadmaps sind daher Dialogprozesse, in denen sich die Beteiligten über den Stand der Roadmaps und geeignete Maßnahmen aller Partner kontinuierlich verständigen. Eine erste Phase solcher Dialoge zwischen Bund, Ländern und Umsetzungspartnern aus Wissenschaft und Wirtschaft fand in Vorbereitung auf die vorliegenden Roadmaps im Frühjahr 2026 statt. Weitere werden folgen.

Hebel für die Technologie-Roadmap

Um die Fusion von der Grundlagenforschung zur Anwendungsreife zu führen, ist nach derzeitigem Stand eine Reihe technologischer Durchbrüche nötig. Darüber hinaus braucht sie aber auch ein abgestimmtes Zusammenspiel von Förderstrukturen, Rechtsrahmen und europäischen Kooperationsinstrumenten, um den Weg zu marktreifen Fusionskraftwerken zu ebnet. Die Hubs des BMFTR bilden dafür das Rückgrat, indem sie Kompetenzen aus Wissenschaft, Industrie und Verwaltung bündeln und den schnellen Austausch von Know-how, Daten und Prototypen ermöglichen. Der Aufbau von Test- und Demonstrationsanlagen, Laboren zur Entwicklung supraleitender Magnete sowie hochpräzisen Diagnostik-Einrichtungen schafft die physikalische Basis, auf der Konzepte wie Tokamak, Stellarator oder kompakte Fusionseinheiten praktisch erprobt werden können. Durch die gezielte Finanzierung solcher Infrastrukturen wird zudem die regionale Wertschöpfung gestärkt und ein Netzwerk von Fachkräften aufgebaut, das langfristig Innovationskraft generiert.

Die **Förderverfahren müssen dabei flexibel und zielgerichtet sein. Industriell geführte Verbundforschung** lässt Unternehmen die Projektleitung übernehmen, während Forschungseinrichtungen ihre Expertise einbringen, was praxisnahe Lösungen fördert und die Transferzeit von Labor zu Markt verkürzt. **Public-Private Partnerships (PPP)** kombinieren öffentliche Mittel mit privaten Investitionen, stellen Risikokapital bereit und sichern gleichzeitig öffentliche Zielsetzungen wie die Klimaneutralität. **Wettbewerbe auf Basis klar definierter Zielvorgaben** stimulieren Innovation und sorgen für Transparenz im Mittelvergabeprozess, während ein meilensteinbasiertes Vorgehen die Förderungen an das Erreichen definierter technischer oder wissenschaftlicher Etappen knüpft und so Ressourcen effizient einsetzt. In besonderen Fällen können Forschungskäufe und Unternehmensbeteiligungen, etwa über die SPRIND, gezielt Forschungsergebnisse erwerben oder sich an Start-ups und Technologieunternehmen beteiligen, um Schlüsseltechnologien schnell in die Anwendung zu überführen.

Ein **klarer Rechtsrahmen** schafft darüber hinaus Planungssicherheit. Die geplante explizite Erwähnung der Fusion im Strahlenschutzgesetz gibt Investoren die notwendige Rechtssicherheit für deren Investitionssicherheit. Gleichzeitig gewährleistet das Strahlenschutzgesetz den Schutz von Mensch und Umwelt, ohne die Innovationsdynamik zu hemmen.

Auf europäischer Ebene bietet das Instrument **IPCEI (Important Projects of Common European Interest) einen leistungsfähigen Hebel**, um grenzüberschreitende Forschungs- und Entwicklungsprojekte zu finanzieren. Durch die Prüfung und Nutzung von Beteiligungs- und Gestaltungsmöglichkeiten im Rahmen von IPCEI können deutsche Akteure Zugang zu zusätzlichen EU-Mitteln erhalten, die über nationale Förderungen hinausgehen, Synergien mit internationalen Partnern nutzen und so Skaleneffekte sowie Wissensaustausch maximieren. Gemeinsame Standards und technische Schnittstellen, die im Rahmen von IPCEI definiert werden, öffnen langfristig den europäischen Markt für Fusionsenergie.

Insgesamt bildet die **Kombination aus gut ausgestatteten Hubs, flexiblen Förderverfahren, einem klaren Rechtsrahmen und der strategischen Einbindung europäischer Förderinstrumente** das Fundament, das die Fusionsforschung von der Grundlagen- zur Anwendungsphase führt. Durch diese Katalysatoren wird nicht nur die technische Machbarkeit beschleunigt, sondern auch die wirtschaftliche Attraktivität und die gesellschaftliche Akzeptanz einer CO₂-neutralen, grundlastfähigen Energiequelle nachhaltig gestärkt.

Marktpotenzial und ausgewählte Anwendungsfelder

Deutschland muss den wachsenden Strombedarf sicher, klimafreundlich und bezahlbar decken – dabei eröffnet neben dem Ausbau erneuerbarer Energien auch die Fusion ein breites Marktpotenzial für innovative Technologien und Dienstleistungen. Insbesondere die Fusionsenergie als saubere, grundlastfähige und ressourcenschonende Energiequelle könnte als Gamechanger langfristig die Stromversorgung sichern sowie Zukunftsmärkte für die deutsche Hochtechnologie-Wirtschaft eröffnen. Sauberer Strom kann in Wasserstoff und seinen Folgeprodukten gespeichert und transportiert werden. Damit können Industrieprozesse und Verkehr klimaneutral gestaltet werden.²

Marktpotenziale

648 Mrd.

US-Dollar geschätztes globales Marktvolumen der Fusionsenergie im Jahr 2035⁴

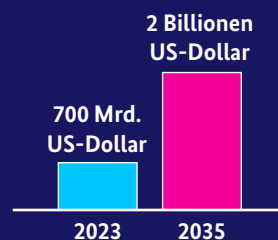
10 Mrd.

Euro geschätzter Markt für Elektrolyseurausrüstung in Europa bis 2030.³

2,4 Mrd.

Investitionssumme der Bundesregierung für die Fusionsenergie bis 2029 (in der laufenden Legislaturperiode)

Weltmarkt für erneuerbare Energietechnologien³



Die EU investiert 330 Mio. Euro

um die Fusionsenergie voranzutreiben und Nukleartechnologien sowie Fachkräfte in diesem Bereich zu fördern.⁵

Wasserstoff und PtX

In Wasserstoff lässt sich Strom speichern, transportieren und in verschiedenen Sektoren nutzen.

- Klimaneutrale Erzeugung mittels Elektrolyse und CO₂-freiem Strom
- Einsatz als Langzeitspeicher und Flexibilisierungsoption im Energiesystem
- Ersatz für Kohle bei der Stahlherstellung und Grundstoff für die Chemieindustrie
- Einsatz im Verkehr und Ausgangsstoff für E-Fuels (PtX)

Fusion – Basistechnologien für Strom und Wärme

Auf dem Weg zum ersten Fusionskraftwerk in Deutschland mit Fortschritten in Basistechnologien der Magnet- und Laserfusion.

- Fusionskraftwerke als grundlastfähige Ergänzung zu Wind und Solar zur sicheren, bezahlbaren und CO₂-armen Stromversorgung
- Industrielle Dekarbonisierung durch Hochtemperatur-Prozesswärme für energieintensive Branchen (z. B. Stahl, Chemie und weitere Prozessindustrien)

Hochtechnologische Querschnittsanwendungen (Spin-offs)

Neue Märkte entstehen in der Magnet- und Supraleitertechnik sowie in fusionsnahen Querschnittstechnologien.

- Hochfeldmagnete und Hochtemperatur-Supraleiter für Medizintechnik, Spezialmaschinenbau, Luft- und Raumfahrt sowie hocheffiziente Übertragungsnetze
- Hochleistungslaser, optische Materialien und Beschichtungen für Halbleiterfertigung, Materialbearbeitung, Diagnostik und Grundlagenforschung
- Neue Diagnostik- und Neutronenquellen u. a. für Materialforschung

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Forschung,
Technologie und Raumfahrt (BMFTR)
Stabsstelle Hightech Agenda Deutschland
11055 Berlin

Stand

Mai 2026

Text

BMFTR

Gestaltung und Druck

BMFTR

Bildnachweis

Titel: neues handeln AG

Diese Publikation wird als Fachinformation des Bundesministeriums für Forschung, Technologie und Raumfahrt kostenlos herausgegeben. Sie ist nicht zum Verkauf bestimmt und darf nicht zur Wahlwerbung politischer Parteien oder Gruppen eingesetzt werden.

 @bmftr_bund

 @bmftr_bund

 @bmftr.de

 @bmftr_bund

 @Bundesministerium für
Forschung, Technologie
und Raumfahrt

Zukunft made in Germany.

Die Hightech Agenda Deutschland ist die neue Innovationsoffensive der Bundesregierung. Für mehr Wettbewerbsfähigkeit, Wertschöpfung und Souveränität durch Forschung und neue Technologien.

Mehr zur Hightech Agenda
Deutschland und zur Roadmap
Fusion



hightech-agenda-deutschland.de

