

Wie Strategie Wirklichkeit wird

Effektives Roadmapping und Monitoring in der
Hightech Agenda Deutschland



© Bertelsmann Stiftung, Gütersloh

Januar 2026

Herausgeber

Bertelsmann Stiftung

Carl-Bertelsmann-Straße 256, 33311 Gütersloh

www.bertelsmann-stiftung.de

Verantwortlich

Daniel Posch

Autor:innen

Ewa Dönitz

Florian Wittmann

Sarah Seus

Andreas Hummler

Ralf Lindner

Daniel Posch

Zitationshinweis

Dönitz et. al. (2026). Wie Strategie Wirklichkeit wird: Roadmapping und Monitoring in der Hightech Agenda Deutschland. Bertelsmann Stiftung (Hrsg.). Gütersloh.

Layout

Paul Feldkamp

Bildnachweis

© zhao dongfang - stock.adobe.com

DOI 10.11586/2026004

ID_2931

Wie Strategie Wirklichkeit wird

Effektives Roadmapping und Monitoring in der
Hightech Agenda Deutschland

Einleitung

Mit der Verabschiedung der Hightech Agenda Deutschland (HAD) durch das Bundeskabinett im Sommer 2025 wurde die zentrale innovationspolitische Strategie der Bundesregierung, unter Federführung des BMFTR, auf den Weg gebracht (BMFTR 2025). Kern der ambitionierten Agenda ist die gezielte Förderung von sechs ausgewählten Schlüsseltechnologien bzw. Technologiefeldern.

Die Ausgestaltung der Fördermaßnahmen sowie deren Koordination und zeitliche Orchestrierung zwischen den Ressorts, politischen Systemebenen und zentralen Stakeholdern sollen über technologiespezifische Roadmapping-Prozesse erfolgen. Die Roadmaps und ihre Umsetzung sind dabei ausdrücklich als lernende Prozesse angelegt. Ergänzend ist der Aufbau eines begleitenden Monitoringsystems (360-Grad-Monitoring) vorgesehen, das die Umsetzung der einzelnen Schlüsseltechnologien unterstützt.

Damit greift die HTAD die seit längerem formulierte Forderung nach einer stärkeren Begleitung der Strategieumsetzung durch Monitoringstrukturen auf (EFI 2015, 2023). Zwar waren entsprechende Ansätze bereits in der Zukunftsstrategie angelegt, sie bezogen sich jedoch vor allem auf übergreifende Rahmenbedingungen, nicht aber die jeweiligen Missionsbereiche selbst.

In der Fachwelt gilt die grundlegende Konzeption des Roadmappings und des Monitorings, wie sie in der HTAD skizziert wird, als ambitioniert und grundsätzlich geeignet, einen wesentlichen Beitrag zur wirksamen Umsetzung der Agenda zu leisten. Unklar ist bislang jedoch, wie Roadmapping-Prozesse konkret ausgestaltet sein müssen, um das Potenzial der Hightech Agenda vollends zu realisieren. Insbesondere fehlt eine systematische Aufarbeitung der Erfolgsfaktoren, institutionellen Anforderungen und Governance-Fragen, die darüber entscheiden, ob Roadmapping und Monitoring in der Praxis zu einer wirksamen Steuerung und Weiterentwicklung der HTAD beitragen.

Das vorliegende Impulspapier setzt an dieser Lücke an. Es greift zentrale Fragestellungen zur Ausgestaltung von Roadmapping und Monitoring in der HTAD auf und arbeitet Erfolgsfaktoren, Gestaltungselemente und Gelingensbedingungen für ein wirksames Zusammenspiel beider Instrumente heraus. Die Autor:innen greifen dabei auf langjährige Erfahrung bei der Durchführung von Roadmapping-Prozessen, der Technologie-Vorausschau und des wirkungsorientierten Monitorings zurück.

Ziel ist es, praktische Orientierung für die Akteure zu bieten, die in die Steuerung und Umsetzung der HTAD eingebunden sind – insbesondere in Ministerien und nachgeordneten Behörden, aber auch bei Förderinstitutionen sowie beteiligten Akteuren aus Wissenschaft und Wirtschaft.

Vor diesem Hintergrund werden im nächsten Abschnitt zentrale Thesen für ein gelingendes Zusammenspiel von Roadmapping und Monitoring in der HTAD formuliert. Diese Thesen strukturieren zentrale Gestaltungs- und Umsetzungsfragen und bilden den analytischen Rahmen für die weiteren Kapitel. In den folgenden Abschnitten werden die Thesen systematisch vertieft und entlang zentraler Dimensionen des Roadmappings sowie der Ausgestaltung eines wirkungsorientierten Monitorings eingeordnet. Abschließend werden die zentralen Erkenntnisse gebündelt und daraus politische Implikationen für die Umsetzung der HTAD abgeleitet.

1. Zentrale Thesen zu Roadmapping und Monitoring in der Hightech Agenda“

Roadmapping und Monitoring: Mehrwert durch Integration

Die Entscheidung für einen Roadmapping-Prozess und ein 360-Grad-Monitoring stellt einen ambitionierten Schritt in der Umsetzung der HTAD dar und kann einen wichtigen Beitrag zu einer stärker wirkungsorientierten Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik leisten. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass Roadmapping und Monitoring nicht als getrennte Prozesse verstanden werden. Der Mehrwert entsteht durch die enge Verzahnung: Grundsätzlich definieren Roadmaps Ziele, Meilensteine und Maßnahmen, während Monitoring kontinuierlich überprüft, ob diese Schritte erreicht werden oder Anpassungen erfordern. Nur wenn beide Instrumente als lernendes System zusammengedacht werden, können sie belastbare Steuerungsinformationen liefern und die Umsetzung der HTAD dynamisch begleiten.

Rückkopplung von Roadmaps und Monitoring an Umsetzungsaktivitäten

Ein Monitoring, das sich ausschließlich auf Ergebnisindikatoren stützt oder den Fokus auf allgemeine Umfeldentwicklungen legt, greift zu kurz. Für einen tatsächlichen Mehrwert für die Steuerung und Weiterentwicklung der jeweiligen Schlüsseltechnologien müssen Roadmaps und Monitoring insbesondere die Beiträge der Agenda zur Zielerreichung in den Mittelpunkt stellen und nachvollziehbar machen. Gestaltungskraft entfalten beide Instrumente dann, wenn langfristige Zielsetzungen systematisch mit den eingesetzten Ressourcen und Aktivitäten verknüpft und überprüfbar gemacht werden. Das Monitoring sollte die jeweiligen Roadmaps zwar abbilden, zugleich aber einen klaren auf jene Aspekte legen, die durch die an der Umsetzung beteiligten Stakeholder (Ministerien, Industrie etc.) beeinflusst werden können. Da Wirkungen der HTAD in der Anfangsphase noch nicht messbar sind, kommt Prozessindikatoren eine zentrale Rolle

zu: Sie zeigen, ob die notwendigen Voraussetzungen geschaffen wurden, um mittel- und langfristige Ziele zu erreichen. So kann das Monitoring den Anspruch eines 360-Grad-Monitorings erfüllen und die Umsetzung der Strategie wirksam unterstützen.

Einheitlicher Rahmen: Synergien über Technologiefelder hinweg nutzen

Die sechs Technologiefelder der HTAD unterscheiden sich deutlich, dennoch ist ein gemeinsamer Rahmen für Roadmapping und Monitoring entscheidend. Einheitliche Grundlogiken und vergleichbare Indikatoren erleichtern die Aggregation von Daten, fördern das Lernen über Technologiefelder hinweg und machen Wechselwirkungen sichtbar. Für den Erfolg der HTAD als Ganzes sollte daher der Fokus nicht allein auf einzelnen Technologie-Roadmaps liegen, sondern auch technologiefeld-übergreifendes Lernen systematisch gefördert und die Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Technologiefeldern mitgedacht werden. So lassen sich Synergien, Abhängigkeiten und potenzielle Spannungsfelder frühzeitig identifizieren.

Ownership sichern: Umsetzungsverantwortliche aktiv einbinden

Roadmapping und Monitoring entfalten ihre volle Wirkung nur, wenn sie fest in die Arbeitsprozesse eingebettet sind und die Umsetzungsverantwortlichen auf Maßnahmenebene aktiv eingebunden werden. Ko-kreative Prozesse sind notwendig, um ein gemeinsames Verständnis der Wirkmechanismen (Theory of Change) zu entwickeln und sicherzustellen, dass Monitoringdaten für Politiklernen genutzt werden können. Diese Prozesse sind zeit- und ressourcenintensiv, aber unverzichtbar: Ohne Ownership droht Monitoring zur reinen Berichtspflicht zu werden, statt als Steuerungsinstrument zu wirken.

Ressourcen und institutionelle Verankerung als Voraussetzung für Wirksamkeit

Roadmapping und Monitoring sind strategische Instrumente, die nicht „on top“ zu bestehenden Aufgaben eingesetzt werden sollten. Damit sie wirksam sind, müssen sie von Beginn an institutionell verankert und mit klaren Verantwortlichkeiten sowie ausreichenden personellen und finanziellen Ressourcen ausgestattet

werden. Dies umfasst auch den Aufbau von Strukturen für Datenerhebung und -integration sowie die Sicherstellung kontinuierlicher, ressortübergreifender Kapazitäten in den beteiligten Ministerien. Ohne diese Voraussetzungen droht der Prozess zu fragmentieren und seine Steuerungsfunktion zu verlieren.

2. Roadmapping als Steuerungsinstrument der Hightech Agenda Deutschland

Roadmapping ist ein strategisches Instrument, das Zukunftsorientierung mit konkreter Planung verbindet. Es beschreibt keine Vorhersage, sondern eine strukturierte Vorgehensweise, um technologische Entwicklungen, Märkte und Akteure über die Zeit hinweg systematisch miteinander zu verknüpfen. Eine Technologie-Roadmap ist dabei mehr als eine grafische Darstellung: Sie ist ein lebendes Dokument, das regelmäßig überprüft, fortgeschrieben und angepasst wird.

Ihr besonderer Mehrwert liegt in der Fähigkeit, Orientierung zu geben, Zusammenhänge sichtbar zu machen und Maßnahmen in einen zeitlichen Kontext zu stellen. Gerade im Rahmen der HTAD bietet Roadmapping die Möglichkeit, die ambitionierten Ziele der Bundesregierung, von Quantentechnologien über Wasserstoff bis hin zu Künstlicher Intelligenz, systematisch zu steuern und schrittweise umzusetzen.

Roadmaps liefern Entscheiderinnen und Entscheidern aus Wirtschaft und Politik eine strukturierte Übersicht über Zusammenhänge, Bedingungen und Handlungsoptionen eines Veränderungsprozesses im Zeitverlauf. Durch eine intensive Auseinandersetzung mit zukünftigen Chancen und Risiken können die Akteure in Politik und Wirtschaft kommende Entwicklungsschritte und Verantwortlichkeiten spezifizieren. Der Roadmap-Prozess dient damit nicht nur der Strukturierung und Strategiefindung, sondern auch der Kommunikation über Entwicklungsziele und deren Rahmenbedingungen.

Die Tätigkeiten, die zum Erstellen und Aktualisieren einer solchen Roadmap anfallen, werden als Roadmapping bezeichnet (Isenmann, Möhrle 2008). In der Regel ist der Kern des Roadmappings ein interaktiver Prozess mit Akteuren der betroffenen Bereiche. Ein entscheidender Mehrwert des Roadmappings – im Vergleich zur reinen Planerstellung – ist die Verknüpfung verschiedener Aspekte, die sonst im Zeitverlauf oft nicht zusammen betrachtet werden. Dadurch können Widersprüche, Konflikte und Leerstellen identifiziert werden. Zudem werden die Akteure der verschiedenen Bereiche für diese Spannungen sensibilisiert und in die Lage versetzt ihre Strategien entsprechend anzupassen. In einem Roadmapping-Prozess werden die Umfeld- und die Innenperspektive verknüpft.

Dazu werden typischerweise folgende Leitfragen diskutiert:

- Warum müssen wir handeln? – Interne und externe Treiber (z. B. Klimaschutzziele)
- Welche Rahmenbedingungen sind zu erwarten? (z. B. gesellschaftliche Bedarfe)
- Wo stehen wir aktuell? – Analyse der gegenwärtigen Situation
- Wohin wollen wir? – Vision/Alternative Szenarien/ Strategische Ziele
- Wie kommen wir dahin? – Handlungsfelder (Regulierung, Investition, Kommunikation)

- Wie sollten wir es angehen? – Ressourcen, Technologien, Akteure
- Wann sind welche Schritte zu setzen? – Zeitfenster und Abhängigkeiten

Die Antworten auf diese Fragen werden in einer Roadmap in einem interaktiven Prozess gemeinsam mit den Akteuren aus den relevanten Bereichen zusammengeführt und verortet. Der Prozess ist dabei ebenso wichtig wie das Ergebnis: Roadmaps entstehen in partizipativen Prozessen, die Wissen bündeln, Akteure vernetzen und ein gemeinsames Problem- und Zielverständnis schaffen. Sie dienen als Kommunikationsinstrument, als Steuerungsgrundlage und als Lernsystem.

Erkenntnisse aus wissenschaftlicher Literatur und Praxis machen deutlich, dass Roadmapping sein volles Potenzial erst dann entfalten kann, wenn bestimmte Erfolgsfaktoren berücksichtigt werden. Diese lassen sich in acht zentrale Dimensionen gliedern:

1. Stakeholder-Einbindung

Die Qualität einer Roadmap hängt maßgeblich von der Beteiligung der „richtigen“ Akteure ab. Dazu gehören Fachpromotoren mit technologischem Know-how, Machtpromotoren mit Entscheidungskompetenz sowie Prozesspromotoren, die den Ablauf moderieren. Auch Unterstützer und potenzielle Gegner sollten frühzeitig eingebunden werden, um Akzeptanz zu sichern und Konflikte zu minimieren. Im Rahmen der HTAD zeigt sich dies beispielsweise bei der Roadmap für Quantentechnologien, in der Spitzenforschung, Industrie und Politik gemeinsam an einem strategischen Zielbild arbeiten sollten.

2. Roadmap- Architektur

Eine klare und nachvollziehbare Struktur ist unverzichtbar. Sie umfasst die Vision als Orientierung und/oder definierte Ziele am Ende der Roadmap, definierte Meilensteine als Zwischenschritte, konkrete Maßnahmen und Aktivitäten sowie eine eindeutige Zuordnung von Verantwortlichkeiten. Je nach Kontext kann die Roadmap normativ (zielorientiert) oder explorativ (szenarienbasiert) angelegt sein. Beispielsweise könnten in der Wasserstoff-Roadmap der HTAD-Maßnahmen

entlang der Ebenen „Produktion“, „Transport“ und „Anwendung“ strukturiert und mit Zeitachsen sowie Akteurszuordnungen versehen werden.

3. Integration bestehender Maßnahmen

Ein zentraler Erfolgsfaktor für wirksames Roadmapping ist die Fähigkeit, nicht nur neue Maßnahmen zu entwickeln, sondern auch bestehende Aktivitäten systematisch in die Roadmap zu integrieren. Dies schafft Transparenz über bereits laufende Initiativen und zeigt, dass die Strategie in vielen Bereichen bereits auf dem richtigen Weg ist. Gleichzeitig ermöglicht die Roadmap, Lücken („Gaps“) zu identifizieren, in denen zusätzliche Maßnahmen erforderlich sind. Die Kombination aus Bestandsaufnahme und gezielter Neuentwicklung verhindert Doppelarbeit, stärkt die Anschlussfähigkeit, erhöht die Effizienz und stärkt die Glaubwürdigkeit des Prozesses. So sollten beispielsweise in die Roadmap für Wasserstofftechnologien bestehende Förderprogramme etwa aus der „Nationalen Wasserstoffstrategie“ ebenso einbezogen bzw. aufgenommen werden wie laufende Projekte zur Elektrolyse-Technologie.

4. Roadmapping als Prozess

Der Weg zur Roadmap ist ein Lernprozess. Erfolgsfaktoren sind die Entwicklung eines gemeinsamen Verständnisses, die Sicherung von Commitment und die Etablierung einer gemeinsamen Sprache. Neutral moderierte Workshops und transparente Entscheidungswege sind hierfür von zentraler Bedeutung. Im Rahmen der KI-Roadmap der HTAD könnten beispielsweise mehrere strukturierte Stakeholder-Dialoge dazu beitragen, einen breiten Konsens über Prioritäten wie „vertrauenswürdige KI“ und „Anwendungsfelder in der Industrie“ zu erzielen.

5. Zeitliche Dimension

Die Zeitachse einer Roadmap muss realistisch und technologieadäquat ausgestaltet sein, auch unabhängig von Legislaturperioden. Unterschiedliche Technologiefelder erfordern unterschiedliche Zeithorizonte: Während KI-Anwendungen kurzfristig skalieren können, benötigen Quantentechnologien oder Fusionsfor-

sung Jahrzehnte. So kann eine Roadmap für Quantentechnologien Meilensteine bis 2035 vorsehen, während in der KI-Roadmap bereits bis 2028 konkrete Implementierungsschritte adressiert werden.

6. Kommunikation und Visualisierung

Roadmaps erfüllen auch eine wichtige Kommunikationsfunktion. Sie müssen komplexe Zusammenhänge klar, nachvollziehbar und adressatengerecht in unterschiedlichen Formaten verständlich darstellen. Neben grafischen Visualisierungen von Entwicklungspfaden sind hierfür ergänzende Hintergrundpapiere sinnvoll, die sowohl den Prozess als auch zentrale Inhalte transparent machen.

7. Ressourcen und institutionelle Verankerung

Roadmapping darf nicht als nachgelagerte Zusatzaufgabe betrachtet werden. Erforderlich sind klare Verantwortlichkeiten, ausreichende personelle und finanzielle Ressourcen sowie eine dauerhafte institutionelle Verankerung in den beteiligten Ministerien und Organisationen. Für die Umsetzung der Wasserstoff-Roadmap könnte beispielsweise eine eigene Koordinierungsstelle eingerichtet werden, die den Prozess steuert und die Verzahnung mit Förderprogrammen sicherstellt.

8. Politische Einbindung und Governance

Politische Akteure dürfen nicht nur als Informationsadressaten betrachtet werden, sondern müssen aktiv in die Entwicklung der Roadmap eingebunden sein - von der Vision über die Maßnahmenplanung bis zur Umsetzung. Eine enge politische Einbindung ist Voraussetzung dafür, regulatorische Anpassungen und Förderprogramme konsistent auf die Ziele der Roadmap auszurichten. So sollte beispielsweise eine Roadmap für Biotechnologie unter enger Beteiligung der zuständigen Ministerien entwickelt werden, um regulatorische Anpassungen und Förderprogramme frühzeitig auf die Roadmap-Ziele abzustimmen. Governance beschreibt die Art und Weise, wie politische Steuerung organisiert wird, insbesondere im Hinblick auf die Einbindung nichtstaatlicher Akteure in Entscheidungsprozesse und die Umsetzung politischer Aufgaben. Im Kontext der Forschungs- und Innovationspolitik bedeutet dies, dass Steuerung nicht allein von der Regierung ausgeht,

sondern als Mehrebenenprozess verstanden wird - von der europäischen über die nationale bis hin zur regionalen Ebene. Für die HTAD ist dieser Ansatz besonders relevant, da die Umsetzung der sechs Schlüsseltechnologien eine enge Koordination zwischen Bund, Ländern, Ressorts und einer Vielzahl von Stakeholdern erfordert.

Eine wirksame Governance-Struktur muss mehrere Anforderungen erfüllen:

- Koordination über Ebenen hinweg (vertikal) und zwischen Ressorts und Akteursgruppen (horizontal).
- Partizipation relevanter Akteure, von Ministerien über Unternehmen und Forschungseinrichtungen bis hin zu intermediären Organisationen.
- Reflexivität, d.h. die Fähigkeit, Ziele und Maßnahmen regelmäßig zu überprüfen und anzupassen.

Gerade die HTAD adressiert neben technologischen auch gesellschaftliche Herausforderungen wie Klimaneutralität oder digitale Souveränität. Dies erfordert eine Governance, die nicht ausschließlich wirtschaftliche Zielsetzungen verfolgt, sondern auch soziale und ökologische Aspekte integriert. Governance muss daher lernend und adaptiv ausgestaltet sein und Raum für experimentelle Ansätze sowie die Berücksichtigung von Zielkonflikten bieten. Ein Beispiel aus dem Bereich Wasserstoff verdeutlicht dies: Hier müssen regulatorische Fragen, Infrastrukturmaßnahmen und Marktanreize in einem abgestimmten Prozess entwickelt werden, der verschiedene Akteursgruppen einbindet. Im Rahmen der Governance ist die Fähigkeit zur reflexiven Steuerung ein entscheidender Erfolgsfaktor (Lindner et al. 2016). Die HTAD ist als dynamische Strategie angelegt, die sich an technologische Entwicklungen und gesellschaftliche Bedarfe anpassen muss. Dies bedeutet:

- Regelmäßige Überprüfung der Roadmaps und ihrer zugrundeliegenden Annahmen.
- Systematische Einbindung von Monitoring-Ergebnissen in die strategische Weiterentwicklung.
- Berücksichtigung alternativer Zukunftspfade und Unsicherheiten etwa durch Szenarien.

Reflexive Steuerung schafft die Grundlage für eine lernende Politik, die nicht starr an einmal gesetzten Zielen festhält, sondern gezielte Anpassungen ermöglicht.

Dies ist insbesondere in Technologiefeldern mit hoher Unsicherheit von Bedeutung, etwa in den Bereichen Quantentechnologien oder Biotechnologie. Hier können experimentelle Ansätze und Pilotprojekte wertvolle Erkenntnisse liefern, die in die Weiterentwicklung der HTAD einfließen.

Insgesamt zeigt sich:

Roadmapping ist kein einmaliges Projekt, sondern ein kontinuierlicher Prozess, der strategische Orientierung, Beteiligung und Anpassungsfähigkeit erfordert. Im Zusammenspiel mit Monitoring kann es zu einem zentralen Steuerungsinstrument für die HTAD werden.

3. Eckpunkte eines effektiven Monitorings

Um den ambitionierten Zielsetzungen eines 360-Grad-Monitorings gerecht zu werden, sind die folgenden Aspekte für ein effektives und gestaltungsorientiertes Monitoring zentral:

Umsetzung der Strategie in den Mittelpunkt stellen

Ein gestaltungsorientiertes Monitoring besteht nicht nur aus quantitativen Kennzahlen oder KPIs, die primär das Endergebnis abbilden. Die Betrachtung einzelner KPIs kann zwar Hinweise auf die Zielerreichung liefern, gibt jedoch keine Auskunft darüber, welche Stellschrauben im Sinne einer wirksamen Nachsteuerung adressiert werden müssen. Das Monitoring sollte sich daher nicht ausschließlich nur auf mittel- bzw. langfristige Zielwerte konzentrieren, sondern explizit in den Blick nehmen, wie und mit welchem Instrumentarium - etwa Förderprogramme oder Gesetzesinitiativen - diese Ziele erreicht werden.

Das gestaltungsorientierte Monitoring umfasst somit nicht nur die Definition der (Ergebnis)Indikatoren, sondern zeichnet zunächst die Wirkungspfade zu den intendierten Wirkungen auf Basis der Roadmaps nach. Zentrale Voraussetzung für die Darstellung der Wirkungspfade ist eine Rückkopplung der angestrebten Ziele an die eingesetzten Ressourcen und Aktivitäten. In der wissenschaftlichen Literatur finden sich hierzu Konzepte, etwa wie die Unterscheidung in eine Theory of Change (Beschreibung des Wirkmechanismen zur Erreichung angestrebter Veränderungen) vs. Theory of Action (Aktivitäten/Maßnahmen zur Zielerreichung) (Funnell/Rogers 2011) oder die Unterscheidung ver-

schiedener Einflussphären, die nur in abnehmendem Maße durch die jeweiligen Akteure kontrolliert oder beeinflusst werden können (Belcher et al. 2020).

Die systematische Erfassung von Kontextveränderungen und sich wandelnden Rahmenbedingungen im Rahmen eines 360-Grad-Monitorings kann zusätzliche Hinweise für die Weiterentwicklung und Steuerung der Roadmap geben. Gleichzeitig sollte der Fokus auf übergreifende Kennzahlen nicht von der konkreten Strategieumsetzung ablenken, sondern diese gezielt ergänzen und unterstützen. Das Monitoring ist daher primär als Begleitinstrument der Umsetzung zu verstehen.

Monitoring auf Steuerungsbedarfe statt auf langfristige Ziele ausrichten

Für die HTAD bedeutet dies insbesondere die Anforderung, die technologiespezifischen Roadmaps in ein geeignetes Monitoring zu übersetzen, welches bereits in der frühen Umsetzungsphase Hinweise darauf geben kann, inwiefern sich die Roadmap auf dem richtigen Weg befindet.

Veränderungen bei Technologien und Märkten erfordern längere Zeithorizonte, sodass in der Anfangsphase hier nur geringe Veränderung sichtbar werden. Dementsprechend ist insbesondere in den ersten Jahren der Strategieumsetzung eine höhere Frequenz sowie eine größere Bandbreite an Indikatoren erforderlich, um zu verstehen, ob die notwendigen Voraussetzungen geschaffen wurden, um mittel- bis längerfristige Technologieentwicklungen anzustoßen. Dies

bedeutet, dass sich das Monitoring nicht auf technologische Zielindikatoren fokussieren sollte, sondern insbesondere auch Inputs- und Prozessindikatoren berücksichtigen muss, also die Frage, wie Maßnahmen und Ressourcen zur Erreichung der Ziele mobilisiert und aufeinander abgestimmt werden.

Systematische Datengrundlage für ein umfassendes Monitoring schaffen

Monitoring erfordert eine systematisch und effizient erhobene Datengrundlage. Diese baut zentral auf Informationen zu den bereitgestellten Inputs auf, etwa zu eingesetzten Ressourcen, dem genutzten Instrumentarium - beispielsweise Fördermaßnahmen oder der Bereitstellung von Infrastruktur - sowie zu den geförderten Projekten und beteiligten Organisationen.

Wenngleich KI-gestützte Anwendungen zunehmend neue Ansätze für die Erhebung und Auswertung (unstrukturierter) Daten ermöglichen, ersetzen sie keine solide und gut strukturierte Datengrundlage in Form einer systematischen Zuordnung einzelner Förderprojekte und Maßnahmen zu den jeweiligen Schlüsseltechnologien. Eine unmittelbare Zuordnung ist sowohl aus Effizienzgründen als auch im Hinblick auf Plausibilität und Zurechenbarkeit einer nachträglichen KI-gestützten Zuordnung vorzuziehen.

Eine belastbare Datengrundlage bietet zudem weitere Vorteile:

- Systematische Auswertung und Analysen der verantwortlichen Inputs, etwa nach unterschiedlichen Schwerpunkten innerhalb einer Roadmap und damit eine Stärkung der Fähigkeit zur Rechenschaftslegung gegenüber Öffentlichkeit und beteiligten Akteuren.
- Vereinfachte Zuordnung weitergehender Effekte durch den Einsatz neuartiger KI-basierter und textanalytischer Verfahren.
- Grundlage für eine ausdifferenzierte Betrachtung und Auswertung, etwa im Hinblick auf steuerungsrelevante Informationen (z.B. erreichte Stakeholdergruppen, etc.) bzw. auch der systematischen Berücksichtigung bisher übersehener, nicht-intendierter Effekte.

Monitoring als ein Instrument zur Weiterentwicklung der HTAD als Ganzes einsetzen

Auch wenn die einzelnen Schlüsseltechnologien sich stark hinsichtlich Zielsetzung, Ausgangspunkt und Reifegrad unterscheiden, sollten nicht nur die Roadmaps, sondern auch das Monitoring möglichst im Rahmen einer einheitlichen Struktur gedacht werden und, wo möglich, auf einer gemeinsamen Grundlage aufbauen. Dies erfordert bereits im Roadmapping-Prozess, ähnliche Prozesslogiken zu berücksichtigen und diese im Monitoring fortzuschreiben. Dies bedeutet nicht, dass alle Indikatoren des Monitorings über sämtliche Schlüsseltechnologien einheitlich sein müssen, dort, wo dies sinnvoll und möglich ist, sollte jedoch auf gemeinsame Indikatoren gesetzt werden. Dieses Vorgehen bietet eine Reihe wichtiger Vorteile:

Eine effizientere und potenziell zentralisierte Erhebung wesentlicher Daten sowie eine damit verbundene Reduktion des Erhebungsaufwands.

Eine verbesserte Identifikation von Synergien und Schnittstellen zwischen den einzelnen Schlüsseltechnologien.

Die Möglichkeit zur Datenintegration bzw. Aggregation von Ergebnissen über einzelne Schlüsseltechnologien hinweg, sodass auch systematisch Aussagen auf Ebene der HTAD getroffen werden können.

Ressourcenaufwand und Verantwortlichkeiten von Anfang an mitdenken

Ein funktionierendes Monitoringsystem erfordert Ressourcen in der Umsetzung. Soll der Anspruch eines 360-Grad Monitorings ernst genommen werden, bedeutet dies, Monitoring nicht als Zusatzaufgabe zu betrachten oder sich auf die selektive Berichterstattung einzelner KPIs zu beschränken, sondern es bewusst mit den erforderlichen personellen und organisatorischen Ressourcen auszustatten. Dies erfordert von Anfang an eine Klärung sowie ein Mitdenken der Verantwortlichkeiten im Hinblick auf Datenerhebung und -auswertung.

Frühzeitig sollte geklärt werden:

- **Welche Daten wann erhoben werden müssen:** Je nach erwarteten Wirkmechanismen und Zeithorizonten, ergeben sich unterschiedliche Erhebungsfrequenzen und Bedarfe. Zudem können Datenverfügbarkeiten u.U. von internen Prozessen wie Erhebungszeitpunkten etc. abhängen.
- **Wer für die Datenerhebung verantwortlich ist:** Eine Abfrage bei einzelnen Projektverantwortlichen o.ä. kann sehr zeitintensiv sein und zu Verzögerungen in der Datenbereitstellung führen. Umso wichtiger ist eine möglichst standardisierte - und im Idealfall über verschiedene Schlüsseltechnologien hinweg nutzbare - zentrale Datenerhebung auf Basis relevanter Förderdaten, die zeitnah umfassende Informationen bereitstellen.
- **Wer eine Zusammenführung der Daten vornimmt:** Eine fragmentierte Bereitstellung einzelner Indikatoren erlaubt nur eine begrenzte Analysetiefe. Daher sollte von Anfang an eine zentrale Datenbank angestrebt werden, die vorhandene Daten systematisch zusammenführt und miteinander verknüpft.
- **Wer die Auswertung und Interpretation der Ergebnisse vornimmt:** Indikatorenwerte können je nach Technologiefeld stark variieren. Umso wichtiger ist es, frühzeitig zu klären, wie diese Werte analysiert und bewertet werden sollen, etwa im Hinblick auf Abbruchkriterien oder Schwellenwerte, bei deren Überschreitung eine verstärkte Aufmerksamkeit erforderlich ist. Die Einbindung der Expertise der Umsetzungsverantwortlichen sowie von Stakeholdern aus dem Roadmapping-Prozess kann hier wertvolle Ansatzpunkte liefern.
- **Wem welche Ergebnisse in welcher Form zur Verfügung gestellt werden:** Monitoring kann eine Vielzahl von verschiedenen Funktionen erfüllen. Daher sollte frühzeitig berücksichtigt werden, welchen Akteursgruppen – etwa Umsetzungsverantwortlichen, Beteiligten am Roadmapping-Prozess oder der interessierten Öffentlichkeit – welche Ergebnisse in welcher Form zur Verfügung gestellt werden. Während für eine breitere Öffentlichkeit vor allem langfristige Zielindikatoren von Interesse sind, benötigen insbesondere Steuerungsverantwortliche konkrete Hinweise aus dem Umsetzungsprozess und aus Zwischenschritten auf dem Weg zur Zielerreichung.

Monitoring als ein lernendes System begreifen

Zielsetzung des Monitorings sollte nicht nur sein, in regelmäßigen Abständen den Umsetzungsfortschritt zu erfassen, sondern vielmehr eine kontinuierliche Weiterentwicklung und Nachsteuerung der Roadmaps zu ermöglichen. Durch die Kombination von Input-, Prozess und ersten Ergebnisindikatoren kann das Monitoring Hinweise auf folgende Fragen liefern, die für die Weiterentwicklung der Roadmaps und der Umsetzung genutzt werden können:

- Welche Maßnahmen wurden bereits initiiert, wo gibt es Verzögerungen. bzw. Bedarfe für eine Nachsteuerung/Anpassung?
- In welchen Bereichen liegt die Roadmap im Plan und lässt eine Zielerreichung erwarten? Wo müssen Aktivitäten intensiviert oder ggf. auch abgebrochen werden?
- Ist es gelungen, die angestrebten Zielgruppen (Industrie, Forschung) etc. zu mobilisieren?
- Zeigen sich bereits erste Effekte der Maßnahmen? Weisen diese Effekte in die beabsichtigte Richtung bzw. wo gibt Abweichungen von den erwarteten Zielen bzw. erwarteten Effekten?

Erfolgreiches Lernen erfordert eine enge Rückkopplung des Monitorings mit den Verantwortlichen in den Ministerien – und gegebenenfalls weiteren Stakeholdern sowohl auf Ebene der Roadmaps als auch auf Ebene der HTAD insgesamt. Nur durch die frühzeitige und kontinuierliche Einbindung aller relevanten Beteiligten kann sichergestellt werden, dass die steuerungsrelevanten Informationen nicht nur erzeugt, sondern auch tatsächlich genutzt werden. Ohne regelmäßiges Feedback droht eine Entkopplung des Monitorings von der Umsetzung, wodurch die Datenerhebung zur reinen Selbstbeschäftigung oder zur der Außendarstellung wird.

4. Wie Strategie Wirklichkeit wird

Die vorangegangenen Kapitel haben zentrale Gestaltungsanforderungen für Roadmapping und Monitoring im Rahmen der Hightech Agenda Deutschland beschrieben. Die folgenden Kernbotschaften bündeln diese Aspekte und verdichten sie zu übergreifenden Gestaltungs- und Umsetzungsprinzipien, die für eine für eine wirksame Steuerung und Weiterentwicklung der HTAD entscheidend sind.

Ein wirksamer Roadmapping-Prozess sollte auf bestehenden Analysen sowie nationalen und internationalen Roadmaps aufbauen und durch strategische Vorausschau ergänzt werden, die die absehbaren technologischen, ökonomischen und politischen Rahmenbedingungen der späteren Umsetzung antizipiert. Dabei ist es zentral, Wechselwirkungen und Synergien zwischen den sechs Schlüsseltechnologien der HTAD (KI, Quanten, Mikroelektronik, BioTech, Fusion/Energie, Mobilität) zu berücksichtigen und eine enge Verzahnung mit EU-Initiativen, internationalen Partnern sowie den Ländern sicherzustellen. Für jedes Technologiefeld sollten klare Zielbilder, konkrete Meilensteine und Indikatoren definiert werden, die logische Entwicklungsphasen - von Forschung über Transfer und Anwendung bis hin zur Skalierung – abbilden. Diese sollten mit realistischen Zeitplänen, Budgetrahmen und geeigneten Förderinstrumenten verknüpft werden.

Darüber hinaus sollte ein integriertes 360°-Monitoring sicherstellen, dass Fortschritte kontinuierlich überprüft, Abweichungen frühzeitig erkannt und erforderliche Anpassungen koordiniert umgesetzt werden. Voraussetzung hierfür ist eine systematische, technologieübergreifend anschlussfähige Datengrundlage, die Vergleichbarkeit und Aktualität gewährleistet. Als lernendes System angelegt, muss das Monitoring zudem flexibel auf technologische, geopolitische und marktliche Entwicklungen reagieren können. Es ist daher nicht als reine Berichtspflicht, sondern als strategisches Instrument zur laufenden Steuerung und Weiterentwicklung der HTAD zu verstehen.

Der gesamte Prozess des Roadmappings und des Monitorings sollte iterativ, lernend und flexibel gegenüber technologischen, geopolitischen und marktlichen Veränderungen sein. Klare Mandate und Zuständigkeiten sind entscheidend: Der Bund übernimmt eine koordinierende Rolle, während Länder, Wissenschaft und Wirtschaft aktiv in die Ausgestaltung und Umsetzung eingebunden werden. Nur wenn Mandate, Verantwortlichkeiten und Entscheidungswege eindeutig geregelt sind, können Lernprozesse wirksam organisiert und politische Anpassungen rechtzeitig vorgenommen werden.

Quellen

BMBFTR (2025): Hightech Agenda Deutschland, Berlin

Belcher, B. M.; Davel, R.; Claus, R. (2020): A refined method for theory-based evaluation of the societal impacts of research. In: MethodsX, 7, 100788

Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) (Hrsg.) (2015): Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2015, EFI, Berlin

Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) (Hrsg.) (2023): Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2023, EFI, Berlin

Funnell, S. C., and Rogers, P. J. (2011) Purposeful Program Theory: Effective Use of Theories of Change and Logic Models, San Francisco

Isenmann, R. und Möhrle, M.G. (Hg.) (2008): Technologie-Roadmapping. Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen, 3. neu bearbeitete und erweiterte Auflage, Springer: Berlin, Heidelberg

Adresse | Kontakt

Bertelsmann Stiftung
Carl-Bertelsmann-Straße 256
33311 Gütersloh
Telefon +49 5241 81-0
www.bertelsmann-stiftung.de

Daniel Posch
Telefon +49 5241 81-81999
daniel.posch@bertelsmann-stiftung.de