KONRAD ADENAUER STIFTUNG

Kann Dual-Use-fähige Forschung einen positiven Beitrag zur Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands leisten?

Jakob Edler
Henning Kroll
Torben Schubert
Rainer Walz



kas.de

Kann Dual-Use-fähige Forschung einen positiven Beitrag zur Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands leisten?

Auf einen Blick

- Durch militärisch motivierte Forschung können auch die Anreize für zivile Forschung und Entwicklung gestärkt und die Basis für Wertschöpfung verbreitert werden.
- Deutschland hat eine Reihe von Technologiebereichen, die für Dual-Use-Forschung hohes Potenzial versprechen.
- Volkswirtschaftliche Dual-Use-Effekte sind dann am wahrscheinlichsten, wenn bei der Forschungsplanung von Technologie die Nutzung in beiden Bereichen initial mitgedacht wird.
- Eine unzureichende Definition und Abstimmung des Bedarfs erschweren sowohl die Nutzung von Dual-Use-Potenzialen in öffentlich finanzierter Forschung als auch den Zugang von Unternehmen mit zivilen Technologien für militärische und sicherheitspolitische Anwendungen.
- Förderprogramme und Institutionen sollen systematisch für Dual-Use-Forschung geöffnet und zivile, militärische sowie sicherheitsrelevante Forschungsbedarfe unter Wahrung der Wissenschaftsfreiheit besser miteinander verknüpft werden.
- Forschung mit Dual-Use-Potenzial sollte verstärkt industriepolitisch unterstützt werden, um Wertschöpfungspotenziale zu heben.
- Zur Unterstützung der strategischen Nutzung und politischen Unterstützung von Dual-Use-Forschung sind gezielte Analysen zur Identifizierung von konkreten Potenzialen und bestehenden Hemmnissen notwendig.

Inhalt

7 — 1. Einleitung

8 — 2. Dual-Use-Forschung – Grundverständnis

11 — 3. Das Potenzial Dual-Use-fähiger Forschung für Innovation und Wettbewerbsfähigkeit

11 — 3.1 Erster Kanal: zivile Verwertung militärisch motivierter Forschung

12 — 3.2 Zweiter Kanal: militärisch-sicherheitspolitische Nutzung ziviler Forschung

13 — 3.3 Zwischenfazit

14 — 4. Welche Felder bergen besonders großes Potenzial?

20 — 5. Welche Rahmenbedingungen fördern oder hemmen diese Potenziale?

22 — 6. Welche Zielkonflikte bestehen etwaig im Hinblick auf Ethik, Forschungssicherheit und Governance?

24 — 7. Welche Schlussfolgerungen ergeben sich für die Forschungs- und Innovationspolitik?

26 — 8. Fazit

28 — Literatur

1. Einleitung

Deutschland sieht sich einer doppelten Herausforderung gegenüber. Zum einen gilt es, die wirtschaftliche Stagnation zu überwinden und neue Wertschöpfungsdynamiken zu entwickeln, zum anderen muss das Land seine Kapazitäten und Fähigkeiten in Bezug auf militärische und zivile Sicherheit umfassend modernisieren und ausbauen. Für beide Herausforderungen sind technologische Innovationen zentral. Es stellt sich deshalb drängender denn je die Frage, ob und gegebenenfalls wie technologische Forschung und Innovation so ausgerichtet und unterstützt werden können, dass sie sowohl zivilen wie auch militärischen Zwecken dienen (Dual-Use) und signifikant zu Wertschöpfung und Wettbewerbsfähigkeit beitragen.

Diese Publikation geht dieser Frage nach. Sie erläutert zunächst das Konzept von Dual-Use-Forschung und fasst wissenschaftliche Erkenntnisse zum ökonomischen Potenzial zusammen. Auf dieser Basis werden anschließend Technologiefelder vorgestellt, die Dual-Use-Potenzial haben und für die im deutschen Kontext von positiven ökonomischen Effekten ausgegangen werden kann. Daran schließt sich eine Diskussion von Rahmenbedingungen und Zielkonflikten an, die das Bewusstsein für die Herausforderungen von Dual-Use-Forschung schärft. Den Abschluss bilden Überlegungen zu innovations- und forschungspolitischen Maßnahmen, die geeignet sind, Dual-Use-Forschung in Deutschland effektiver und effizienter zu befördern. Der Fokus liegt auf Deutschland; die für eine effektive Dual-Use-Politik des Landes unabdingbaren europäischen Rahmenbedingungen können hier nicht näher behandelt werden.

2. Dual-Use-Forschung – Grundverständnis

Die Begriffe Dual-Use und entsprechend auch Dual-Use-fähige Forschung werden unterschiedlich definiert. In einer Interpretation steht die „doppelte Verwendungsmöglichkeit von Forschungsergebnissen sowohl zu nützlichen als auch zu schädlichen Zwecken“ (Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina; Deutsche Forschungsgemeinschaft 2022, S. 10) im Zentrum der Dual-Use-Problematik. Dies findet seinen Niederschlag in der Diskussion um die Sicherheitsanforderungen an Forschung oder Exportkontrollen. In einer anderen Definition wird von Dual-Use-Forschung dann gesprochen, wenn die Forschung und die daraus resultierende Anwendung von Innovationen sowohl militärisch/sicherheitspolitische als auch zivile Wirkungspotenziale haben (vgl. ESIR 2025 und Wissenschaftsrat 2025).

In dieser Publikation beschäftigen wir uns mit den möglichen Auswirkungen einer Steigerung Dual-Use-fähiger Forschung auf Innovationen und Wettbewerbsfähigkeit. Entsprechend betrachten wir Dual-Use im Sinne der zweiten oben skizzierten Definition. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass eine entsprechende Steigerung des Dual-Use-Charakters sowohl von der militärischen Forschung in Richtung ziviler Anwendung als auch umgekehrt erfolgen kann. Dual-Use kann ferner entweder bereits ex ante strategisch geplant werden oder sich ex post infolge eines Spillovers einer ursprünglich für einen Bereich entwickelten Innovation in den jeweils anderen Bereich ergeben.

Eine genauere Bestimmung dessen, was unter Dual-Use-fähige Forschung fällt, muss vor der Logik des Forschungsprozesses und der Entstehung von Innovationen erfolgen. In der Grundlagenforschung ist der Anwendungsbezug des Forschungsoutputs noch weitgehend unspezifisch. Mit zunehmender technologischer und marktlicher Reife einer beforschten Technologie gewinnt die Anwendungsperspektive dann aber an Bedeutung. Aus der strategischen Forschungsplanung werden (zivile oder militärische) Forschungsprogramme oder strategische Ziele für Forschungsinstitutionen abgeleitet. Dabei sind unterschiedliche Phasen des Forschungs- und Innovationsprozesses zu unterscheiden (vgl. Abbildung 1). Der aus den entsprechenden Forschungsaktivitäten resultierende Forschungsoutput wird dann in die Anwendung transferiert, und es kommt zum Einsatz neuer Prozesse und Produkte sowie der Diffusion von Innovationen im Markt. Allerdings resultiert die Generierung von Innovationen typischerweise aus einer (Re-)Kombination von bestehendem mit neuem Wissen. Entsprechend sind der Forschungsprozess und die Generierung und Diffusion von Innovationen keine linearen Prozesse, sondern durch vielfältige Rückkopplungen geprägt, bei denen auch Wissen aus der Anwendung bestehender Innovationen und den Nutzungserfahrungen mit den jeweiligen Gütern in die eigentlichen Forschungsaktivitäten rückgekoppelt wird.

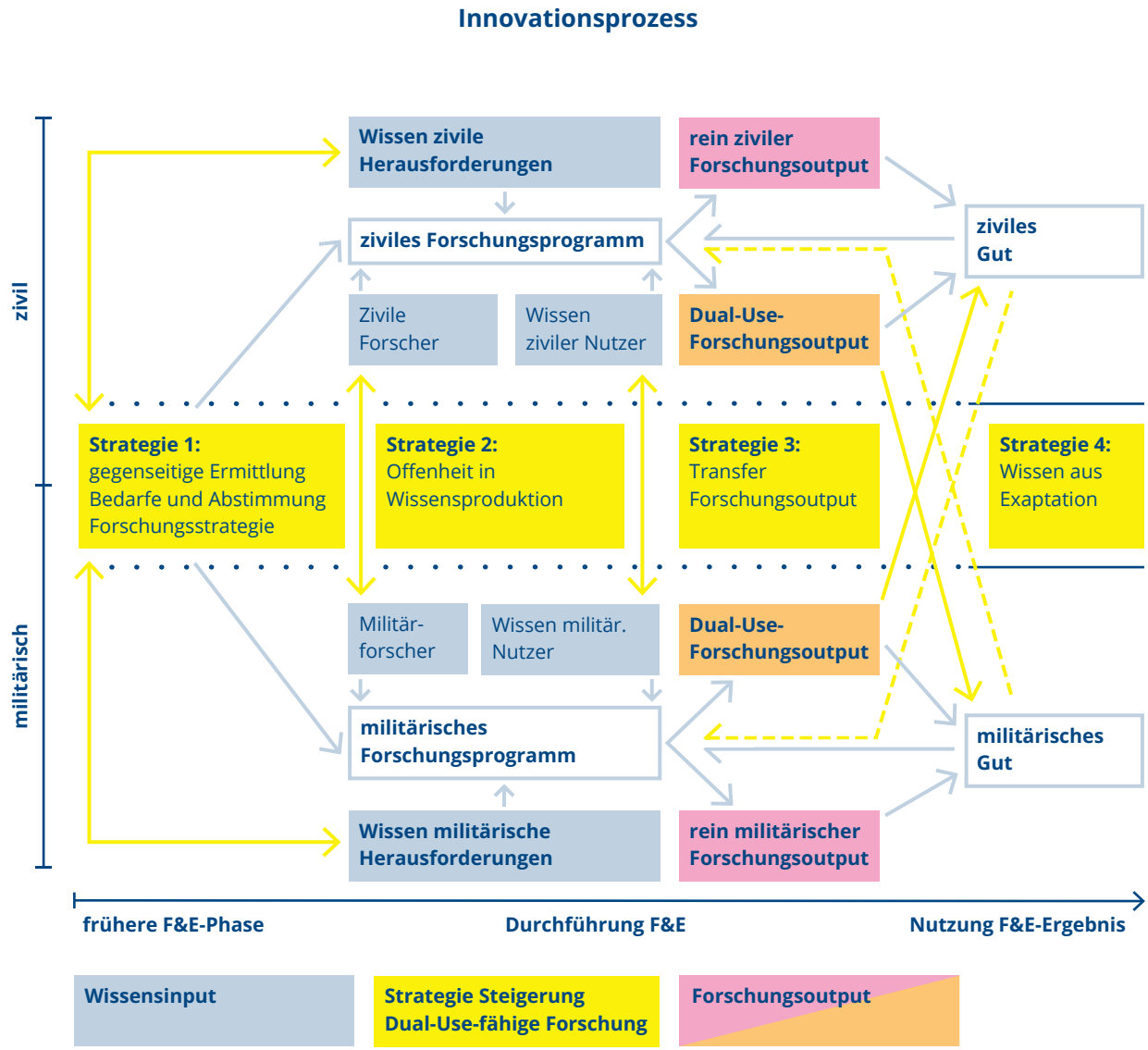
Diese Vielschichtigkeit des Forschungs- und Innovationsprozesses führt auch dazu, dass eine Steigerung der Dual-Use-Fähigkeit auf vier Ebenen erfolgen kann:

- *Koordinierter Demand Pull: Frühzeitige gegenseitige Abstimmung der Forschungsstrategien* (Strategie 1 in Abbildung 1). Dies beinhaltet auch die Signale hinsichtlich des zukünftigen Bedarfs an Forschung zwischen militärischen und zivilen Kontexten; gemeinsame Bedarfsermittlung mit Blick auf Dual-Use-Potenziale ist dann als „Dual-Use by Design“ zu bezeichnen. Durch eine wechselseitige strategische Ausrichtung können zum einen Effizienzgewinne erzielt werden, indem über die Sektoren bedarfsgerechter geforscht werden kann, und es können Synergien zwischen zivilen und militärisch-sicherheitspolitischen Ziel-

setzungen realisiert werden. Ein Beispiel hierfür könnte die Abstimmung der von Rheinmetall vorangetriebenen F&E-Strategie zur dezentralen Erzeugung von E-Fuels für die Verteidigung mit Innovationsanstrengungen für eine stärker dezentral ausgerichtete Energiewende sein (vgl. ESIR 2025 sowie Wissenschaftsrat 2025).

- *Ko-Generation von Innovationen: Gegenseitige Offenheit und Durchdringung bei zivilen und militärischen Forschungsaktivitäten* (Strategie 2 in Abbildung 1). Durch das Zusammenbringen eines breiteren Akteurspektrums über zivile und militärische Kontexte hinweg werden Wissensbasis und Rekombinationsmöglichkeiten von bestehendem mit neuem Wissen deutlich erhöht (ESIR 2025). Entsprechend ist ein Mehr an Dual-Use-fähigem Forschungsoutput zu erwarten, als es der Summe aus isolierter ziviler und militärischer Forschung entsprechen würde.
- *Systematischer Technology Push: Transfer des Forschungsoutputs ziviler Forschung in militärische Güter beziehungsweise des militärischen Forschungsoutputs in zivile Güter* (Strategie 3 in Abbildung 1). Hierzu ist eine Intensivierung der gegenseitigen Beobachtung und Analyse des jeweiligen Forschungsoutputs erforderlich (vgl. ESIR 2025 sowie Wissenschaftsrat 2025).
- *Rückkopplungen: Erfahrungen mit zivilen Gütern in die Militärforschung beziehungsweise von Militärgütern in die zivile Forschung* (Strategie 4 in Abbildung 1). Für eine systematische Erschließung derartiger Wissenspotenziale wird der Begriff Exaptation verwendet (vgl. ESIR 2025).

Abbildung 1: Einbettung von Dual-Use-fähiger Forschung in den Forschungsprozess und die Diffusion von Innovationen



Quelle: in Anlehnung an ESIR 2025[1]

1 https://op.europa.eu/en/web/eu-law-and-publications/publication-detail/-/publication/9d84f730-516c-11f0-a9d0-01aa75ed71a1/language-en (letzter Abruf: 19.10.2026).

3. Das Potenzial Dual-Use-fähiger Forschung für Innovation und Wettbewerbsfähigkeit

Aufbauend auf der konzeptionellen Klärung im vorstehenden Abschnitt stellt sich die Frage, ob und wie bedeutend die konzeptionell erwartbaren Synergien zwischen ziviler und militärischer Forschung und Anwendung praktisch sind. Dies ist im Kern eine empirische Frage, für deren Beantwortung es allerdings nur in Teilen belastbare und eindeutige Befunde gibt.

Dabei ist eine Abgrenzung entscheidend. Ob zusätzliche militärisch-sicherheitspolitische Ausgaben als solche der wirtschaftlichen Entwicklung nutzen, ist eine eigene und in der Literatur umstrittene Frage (vgl. Ilzetzki 2025; Greus et al. 2026; von Boemcken und Bolaños Suárez 2026; Ferraz 2026). Die Befunde sind uneinheitlich und hängen unter anderem davon ab, ob die zusätzlichen Ausgaben über Verschuldung, höhere Steuern oder Umschichtungen innerhalb des Haushalts finanziert werden, denn dies bestimmt, ob sie private Investitionen ergänzen oder verdrängen. Wo positive Wirkungen gefunden werden, laufen sie überwiegend über den Forschungsanteil dieser Ausgaben: Antolin-Diaz und Surico (2025) sowie Ben Zeev, Pappa und Scola Gagliardi (2025) führen ihre positiven Ergebnisse darauf zurück, dass Militärausgaben die Staatsausgaben in Richtung F&E verschieben. Für die hier interessierende Frage ist deshalb weniger die Höhe der Ausgaben entscheidend als die zivile Anschlussfähigkeit der Forschung, die daraus finanziert wird. Genau diese Anschlussfähigkeit ist die Größe, die eine auf die effektive Nutzung von Dual-Use gerichtete Politik gestalten kann.

Dabei sind zwei Kanäle zu unterscheiden:

- erstens die zivile Verwertung ursprünglich militärisch motivierter Forschung;
- zweitens die militärisch-sicherheitspolitische Nutzung ursprünglich ziviler Forschung.[2]

3.1 Erster Kanal: zivile Verwertung militärisch motivierter Forschung

Wenn militärische Forschung zivil genutzt werden kann, mithin also Synergien zwischen zivilen und militärischen Technologien bestehen, dann ist zu erwarten, dass private Innovationsprozesse sowohl auf einer Input- als auch der Output-Seite positiv beeinflusst werden. Auf der Inputseite werden durch ausgeprägte Synergien insbesondere die Anreize der Unternehmen gestärkt, in F&E zu investieren. In der Tat stützt die Literatur einen solchen Crowding-in-Effekt bei ziviler F&E durch erhöhte militärische F&E. Die derzeit empirisch belastbarste Analyse in Bezug auf die Reaktion privater F&E auf eine Steigerung militärischer F&E liefern Moretti et al. (2025). Sie verbinden Branchendaten für 26 OECD-Länder über 23 Jahre mit französischen Firmendaten und instrumentieren die staatlich finanzierte F&E mit prognostizierten Verteidigungs-F&E-Ausgaben. Identifiziert wird damit der Effekt jenes Teils der öffentlichen Forschungsmittel, der auf Verteidigungs-

2 Eine Verknüpfung gehen diese beiden Kanäle dann ein, wenn F&E-Bedarfe von ziviler und militärisch-sicherheitspolitischer Seite gemeinsam konzipiert werden. Dieser Mechanismus ist in der Literatur empirisch gänzlich unerforscht, wird aber in Zukunft eine größere Rolle spielen müssen.

variation zurückgeht. Als Hauptergebnis zeigt sich ein deutlicher Crowding-in-Effekt auf private F&E: Ein so identifizierter Anstieg der öffentlichen F&E-Mittel erhöht die privat finanzierte F&E im Folgejahr signifikant. Auf Firmenebene in Frankreich bedeutet das bei den Mittelwerten der Daten je Euro öffentlicher Mittel zusätzliche private Forschungsausgaben von 0,85 Euro. Ruttan (2006) unterstützt diese Sicht und rekonstruiert für sechs Basistechnologien, dass sie sich ohne militärische Beschaffung langsamer entwickelt hätten. Noch grundsätzlicher argumentiert Mazzucato, die nicht nur die gemeinsame Nutzung generischer Technologien betont, sondern hervorhebt, dass strategische, also gerichtete Grundlagenforschung, die ursprünglich mit Blick auf militärische Nutzung finanziert worden ist, historisch für viele dieser generischen Dual-Use-Technologien die Basis gelegt hat (Mazzucato 2015). Das bekannteste Beispiel ist die Entwicklung des Internets (ARPANET).

Auf der Output-Seite des Innovationsprozesses sollten sich Synergien in Form einer erhöhten gesamtwirtschaftlichen Produktivität zeigen. Hier ist die Evidenzlage etwas uneinheitlicher, im Mittel aber positiv. Moretti et al. (2025) schätzen, dass ein Anstieg der prognostizierten Verteidigungs-F&E im Verhältnis zur Wertschöpfung um einen Prozentpunkt die jährliche Wachstumsrate der totalen Faktorproduktivität, also jenes Teils des Produktivitätswachstums, der nicht auf zusätzlichem Kapital- und Arbeitseinsatz beruht, um gut acht Prozent erhöht. Zurückhaltender sind Fieldhouse und Mertens (im Erscheinen), die belastbare Produktivitätseffekte nur für die zivilen Forschungsbudgets nachweisen und dies unter anderem mit einem Diffusionsverlauf begründen, der über ihren Beobachtungshorizont von 15 Jahren hinausreichen dürfte. Dafür spricht auch, dass Gross und Sampat (2023) für das Forschungsprogramm des Zweiten Weltkriegs Effekte auf Patentierung, Gründungen und Beschäftigung finden, die bis mindestens in die 1970er Jahre reichen. Kurzfristig sind die direkten Produktivitätswirkungen also weniger stark ausgeprägt und auf einzelne Sektoren und Technologiecluster konzentriert. Einzelne Indizien sprechen aber dafür, dass sie langfristig größer ausfallen, selbst wenn die Evidenzlage hier ausgebaut werden muss.

Während diese Untersuchungen im Wesentlichen die positiven Effekte militärischer Forschung für die zivile Nutzung betrachten, verweist Mowery (2010) auf eine Flussrichtung, die sich seiner Ansicht nach seit den 1980er Jahren zunehmend umgekehrt hat, nämlich von zivilen zu militärischen Anwendungen. Damit verweist er bereits auf den zweiten Kanal, der im nächsten Kapitel beleuchtet werden soll.

3.2 Zweiter Kanal: militärisch-sicherheitspolitische Nutzung ziviler Forschung

Die wenigen empirischen Ergebnisse, die für diesen Kanal vorliegen, beruhen im Wesentlichen auf Mowery (2010). Sein Befund stützt sich dabei nicht auf eine ökonometrische Schätzung, sondern auf ein Strukturargument auf Basis zweier Beobachtungen: Erstens nehmen seit den 1960er Jahren die Anteile der Verteidigungsforschung an der gesamten Forschung und des Militärs an den Absatzmärkten der Schlüsselindustrien parallel ab. Zweitens bevorzugten die Beschaffungsreformen der 1990er Jahre kommerzielle Standardtechnik ausdrücklich, weil militärspezifische Entwicklungen zu langsam und zu teuer geworden waren. Fallstudien zu Halbleitern, Computern und Luftfahrt, insbesondere zur Mikroelektronik, zeigen, dass zu Beginn der 1960er Jahre das Militär praktisch der einzige Abnehmer integrierter Schaltkreise war und binnen zweier Jahrzehnte zum Nischenkunden wurde. Mowery folgert, dass die Bedingungen, unter denen der erste Kanal historisch getragen hat, erodiert sind und sich die Flussrichtung entsprechend umkehrt. Unklar bleibt in diesem Argument aber, wie viel eigenständige militärische Forschung durch zivile Vorleistungen ersetzt wird und welcher Produktivitätseffekt daraus folgt.

Innerhalb dieses zweiten Kanals entstehen Produktivitätseffekte vor allen Dingen dadurch, dass es zu einer Steigerung des Forschungsoutputs kommt, der für militärisch-sicherheitspolitische Zwecke erforderlich ist. Damit muss dieser Forschungsoutput nicht mehr durch rein militärische Forschung bereitgestellt werden. Allerdings tritt dieser Effekt nicht automatisch in vollem Umfang ein. Die Effizienzgewinne sind umso größer, je weniger Dual-Use-Charakter die militärische Forschung hatte, die ersetzt wird. In dem Ausmaß, in dem die vermiedene militärische Forschung keinen Dual-Use-Charakter aufweist, kommt es damit zu einer Substitution von militärischer Forschung mit keiner oder gerin-

ger produktiver Wirkung durch zivile Forschung mit produktiver und gleichzeitiger sicherheitspolitischer Wirkung. Durch diesen Substitutionseffekt führt eine Steigerung des Dual-Use-Charakters der zivilen Forschung damit auch zu einer Steigerung der Produktivitätsentwicklung und damit positiven Wirkungen auf Wettbewerbsfähigkeit und Innovationen.

Ein weiterer Wirkungsweg liegt auf der Nachfrageseite und kommt ohne zusätzliche öffentliche Forschungsmittel aus. Wird der Industrie glaubhaft signalisiert, dass der ohnehin angestrebte zivile Markt durch militärische Bedarfe ergänzt wird, steigen die erwarteten Erträge privater Forschung und marginale Projekte werden tragfähig. Dieser Wirkungsweg ist der Kern der Literatur zur nachfrageorientierten Innovationspolitik, die öffentliche Beschaffung als eigenständiges Innovationsinstrument versteht: Nicht die Förderung der Forschung, sondern die glaubhafte Aussicht auf Absatz senkt das Marktrisiko und verschiebt private Investitionsentscheidungen (Edler und Georghiou 2007). Slavtchev und Wiederhold (2016) zeigen zudem, dass es dabei auf die Zusammensetzung der Nachfrage ankommt: Erst ein hoher technologischer Gehalt der beschafften Güter erhöht die private Forschungstätigkeit, während Nachfrage nach technologisch anspruchslosen Gütern ohne Innovationswirkung bleibt.

Voraussetzungslos ist dieser Effekt allerdings nicht. Die Erfahrungen mit innovationsorientierter Beschaffung zeigen, dass staatliche Nachfrage ihre Innovationswirkung regelmäßig verfehlt, wenn Anforderungen zu detailliert vorgegeben werden, Beschaffungsstellen Risiken scheuen und der Austausch mit potenziellen Anbietern fehlt (Uyarra et al. 2014). Für militärische Bedarfe, die traditionell über enge Spezifikationen definiert werden, ist das eine ernste Einschränkung. Geraten ursprünglich offene zivile Forschungslinien unter Geheimhaltungs- oder Forschungssicherheitsauflagen, sinkt ihre zivile Diffusion, und gerade diese trägt die langfristigen Wirkungen. Die Erschließung des zweiten Kanals ist deshalb in erster Linie eine Aufgabe des wechselseitigen Bedarfsabgleichs und der strategischen Intelligenz und erst in zweiter Linie eine der Forschungsfinanzierung.

Bisher gibt es nach Kenntnis der Autoren keine ökonometrischen Studien, die die volkswirtschaftlichen Effekte von ziviler Dual-Use-Forschung durch diesen produktiven Substitutionseffekt analysieren. Hierfür wäre es erforderlich, eine entsprechende Datenbasis zu schaffen, die die sicherheitspolitische Wirkung von ziviler Forschung mit messbaren Indikatoren unterlegt. In Anbetracht der zunehmenden Bedeutung dieses Wirkungsmechanismus sehen die Autoren daher die Notwendigkeit zukünftiger methodischer Arbeiten, um die Voraussetzungen für derartige Analysen zu verbessern.

3.3 Zwischenfazit

Für den ersten Kanal, Dual-Use durch militärisch motivierte Forschung, sind die volkswirtschaftlichen Effekte grosso modo belegt. Insbesondere werden die Anreize für zivile F&E gestärkt. Das Ausmaß der Produktivitätseffekte hängt hingegen vom Umfang der zivilen Verwertbarkeit ab. Außerdem stellen sich die Effekte häufig erst langfristig und mittelbar ein und sind im Einzelnen nicht zielgenau planbar. Für den zweiten Kanal, die militärisch-sicherheitspolitische Nutzung zivil motivierter Forschung, fehlen tragfähige Untersuchungen, die den Substitutionseffekt gegenüber rein militärischer Forschung einbeziehen. Konzeptionell spricht jedoch einiges dafür, dass gerade hier ein großes Potenzial für Effizienzgewinne liegt. Die bisherigen konzeptionellen Überlegungen und empirischen Belege führen zum Zwischenfazit, dass die volkswirtschaftlichen Dual-Use-Effekte dann am wahrscheinlichsten sind, wenn bei der Forschungsplanung von Technologien die Nutzung in beiden Bereichen initial mitgedacht wird.

Aus diesem Grund betrachten wir im Folgenden die Dual-Use-Potenziale einzelner Technologieklassen, um deren Bedeutung sowohl für sicherheitspolitische als auch wettbewerbsrelevante Dimensionen aufzuzeigen.

4. Welche Felder bergen besonders großes Potenzial?

Für die Identifizierung von Dual-Use-Technologien, deren Erforschung gleichzeitig hohes Wertschöpfungspotenzial hat, kann auf die vorstehende Systematik zurückgegriffen werden.

- Eine Technologie muss funktional militärische Bedarfe decken (mit hinreichenden Beschaffungs- und Absorptionskapazitäten im Militär) und ziviles Marktpotenzial haben; sie muss also militärisch beziehungsweise sicherheitspolitisch funktional und zivil „produktiv" sein.

- Der initiale Impuls zur Forschung und ihre initiale Verortung können im militärischen oder zivilen Bereich verortet sein. Wichtig ist lediglich im Sinne der Strategien in Abbildung 1, dass für die gewählten Technologien Abstimmungen zwischen militärischem und zivilem Bedarf und Forschungsprogramm systematisch ermöglicht werden können.

- Das Wertschöpfungspotenzial muss im Land gehoben werden können. Es müssen erstens hinreichende Forschungskompetenzen und -kapazitäten vorhanden sein oder mobilisiert werden können für die Dual-Use-fähige Forschung, ohne kontraproduktive Crowding-out-Effekte hinsichtlich der Forschung für alternative Technologien zu induzieren. Zweitens sind hinreichende und wettbewerbsfähige eigene Produktionskapazitäten notwendig für die Skalierung. Allerdings ist nicht nur das kurzfristige Potenzial von Bedeutung. Bei Technologien, in denen Deutschland aktuell noch zurückliegt oder die global noch junge technologische Nischen darstellen, ist auch das kurzfristige Wertschöpfungspotenzial notwendigerweise beschränkt. Ihr grundsätzliches Potenzial kann aber dessen ungeachtet sehr hoch sein, sei es bereits andernorts manifest (wie im Bereich KI) oder noch latent (wie im Bereich Quanten und Raumfahrt). Eine Investition in diese Bereiche, um sie langfristig zu deutschen Stärkenfeldern auszubauen beziehungsweise zumindest bestehende Rückstände teilweise aufzuholen, lohnt sich daher ungeachtet der kurzfristig begrenzten Potenziale.

- Nebenbedingungen für Auswahlentscheidungen von Technologien sind ferner

  - die strategische Notwendigkeit, technologische Anschlüsse und Souveränität nicht zu verlieren. Förderung in solchen Fällen folgt dann nicht einer Wertschöpfungslogik, sondern einer Souveränitätslogik.

  - eine aus sicherheitspolitischen Überlegungen heraus notwendige Geheimhaltung, die eine schnelle Streuung in zivile Anwendungen erschweren kann.

Unter Berücksichtigung dieser genannten Aspekte lassen sich vor allem folgende Technologien identifizieren, die aufgrund ihres Dual-Use-Potenzials sowie der in Deutschland bestehenden Forschungs- und Produktionskontexte mit Blick auf Bedarfe und Wertschöpfungspotenziale besonders förderfähig sind.

Wasserstoff- und Energiespeichertechnologien

Die zivile Bedeutung dieser Technologien liegt in ihrem Beitrag zu Energiewende und Dekarbonisierung, eine starke Sicherheitsrelevanz ergibt sich vor allem im Hinblick auf die Resilienz der nationalen Energieversorgung im Krisenfall (zum Beispiel für militärische Logistik und den Betrieb kritischer Systeme ohne fossile Abhängigkeit). Dezentrale Speicherkapazitäten erhöhen zudem die Fähigkeit von Netzen, lokale Ausfälle nach Sabotage oder Angriffen auf zentrale Erzeugungs- oder Über-

tragungsanlagen abzupuffern. Entsprechende Ergebnisse im Bereich der Grundlagenforschung werden international breit publiziert, und die beschriebenen wirtschaftlichen und sicherheitspolitischen Beiträge ergeben sich vor allem strukturell aus dem breiten Einsatz entsprechender Technologien im Wertschöpfungssystem, ohne dass es dazu ihrer Geheimhaltung bedürfte. Wettbewerbsvorteile ergeben sich im Bereich der industriellen Umsetzung und Skalierung von entsprechenden Technologien.

Deutschland verfügt über eine solide industrielle und wissenschaftliche Ausgangsposition (Anlagenbau, Chemie, Energieversorger), das Land nimmt mit über 1.000 Wasserstoff-Patentanmeldungen pro Jahr international eine Spitzenposition ein (Platz 2 bis 3 hinter Japan). Das wird gestützt durch starke Anlagenbauer und Chemieunternehmen, auch wenn bei der Skalierung der Elektrolyseurproduktion noch Aufholbedarf gegenüber internationalen Wettbewerbern besteht. Der Wertschöpfungshebel ist enorm, da die Technologie direkt in zentrale deutsche Zukunftssektoren – Energiewende, Chemieindustrie, Schwerlastmobilität – hineinwirkt und deren Wettbewerbsfähigkeit strukturell absichert.

Advanced Materials

Materialforschung kann als grundlegende Schlüsseltechnologie angesehen werden, da sie potenziell am Ursprung aller physischer Lieferketten ansetzt. Nanoskalige Strukturen erschließen neue Materialeigenschaften und Designmöglichkeiten (zum Beispiel in der Halbleitertechnologie), erlauben die gezielte Steuerung von Oberflächeneigenschaften (zum Beispiel Katalyse für Elektrolyse und Brennstoffzelle) und das gezielte Design komplexer, anwendungsoptimierter Komposite (zum Beispiel Thermalschilde für Raumfahrt/ICBM, Radarsignaturen/Stealth). Primär militärisch motivierte Technologien können hier natürlich mit Geheimhaltung belegt werden, Dual-Use-Aspekte primär zivil motivierter Forschung liegen aber selbst für Expertinnen und Experten nicht immer auf der Hand.

Deutschland ist im Bereich der Materialforschung traditionell gut positioniert, gestützt durch eine breite Basis aus Chemie-, Maschinenbau- und Fraunhofer-Kompetenz. Das Land liegt bei Materialpatenten mit circa 8.000 bis 10.000 Anmeldungen jährlich weltweit auf Platz 3 bis 4, hinter China und den USA, aber vor den meisten europäischen Nachbarn. Der Wertschöpfungshebel ist hoch, da Materialinnovationen quer durch nahezu alle industriellen Wertschöpfungsketten wirken und damit die bestehende Sektorstruktur Deutschlands unmittelbar stärken.

Netzleittechnik und Smart-Grid-Resilienztechnologien

Digitale Netzleitsysteme, dezentrale Steuerungsarchitekturen und selbstheilende Netztopologien (*self-healing grids*) sind im zivilen Bereich hoch relevant für die effiziente Integration erneuerbarer Energien in das bestehende System der Energieversorgung. Gleichzeitig bilden sie einen zentralen Angriffspunkt kritischer Infrastruktur (Elektrizität, Wasser, Verkehrsleitsysteme, Bahnnetze) gegenüber physischer und cyberbasierter feindlicher Einwirkung. Die technologischen Grundlagen (IoT-Sensorik, verteilte Steuerungsalgorithmen) sind international bereits weit verbreitet und Gegenstand offener Normungsprozesse (IEC, IEEE). Angesichts der wachsenden hybriden Bedrohungslage (Sabotage an Umspannwerken, Unterseekabeln, Bahnstromversorgung) ist eine industriepolitische Förderung hier von unmittelbarer sicherheitspolitischer Dringlichkeit – nicht nur zur Wertschöpfung, sondern zur Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit des Staates im Krisenfall.

Deutschland und Europa sind bei Normung und Ausrüstung von Netzleittechnik (Siemens Energy, ABB) gut positioniert und mitgestaltend tätig. Das Land zählt mit rund 500 bis 1.000 einschlägigen Patentfamilien jährlich (Platz 3 bis 5 weltweit) zu den führenden Nationen in der Netzleittechnik, getragen von Unternehmen wie Siemens Energy und ABB. Der Wertschöpfungshebel ist beträchtlich, da die Technologie unmittelbar die Energiewende absichert und zugleich die Resilienz kritischer Infrastruktur stärkt, auf die die gesamte deutsche Wirtschaft angewiesen ist.

Halbleiter- und Mikroelektronik (inklusive Leistungselektronik, Chip-Design)

Moderne Halbleiter sind die Basis fast aller modernen zivilen Wertschöpfungsprozesse (Automobil, Kommunikation) und zugleich eine kritische Komponente für Verteidigungssysteme, Sensorik und Resilienz der Versorgungsketten. Leistungselektronik ist außerdem Kernbestandteil von Netzstabilisierungstechnik (HGÜ-Konverter, Umrichter, Schutztechnik), deren Verfügbarkeit über die Widerstandsfähigkeit von Strom- und Verkehrsnetzen gegenüber feindlicher Einwirkung entscheidet. Aus deutscher und europäischer Sicht bestehen potenzielle Engpässe vor allem bei Fertigungstechnologien und -kapazitäten. Die entsprechenden Prozesse sind hochkomplex und international vor allem in den USA, Taiwan und zunehmend auch China konzentriert. Eine Förderung müsste daher zunächst auf einer Verbesserung der Lieferkettenresilienz abstellen, mit dem mittel- und langfristigen Ziel, auch im Bereich Prozess- und Fertigungstechnologie wieder aufzuholen.

Deutschland hält in Teilbereichen wie Leistungselektronik und Fertigungsausrüstung (Zeiss, Trumpf) starke Nischenpositionen, ist bei fortschrittlicher Chipfertigung jedoch strukturell abhängig von Taiwan und den USA. Der Wertschöpfungshebel ist außerordentlich hoch, da Halbleiter die Grundlage nahezu aller zukünftigen deutschen Schlüsselindustrien – Automobil, Maschinenbau, Energietechnik – bilden. Bei Leistungselektronik-Patenten liegt Deutschland mit circa 2.000 Anmeldungen jährlich weltweit auf Platz 3, bei fortschrittlicher Logik-Chipfertigung jedoch nur auf Rang 8 bis 10 mit einem globalen Fertigungsanteil von unter ein Prozent.

Quantentechnologien (Quantencomputing, Quantenkommunikation)

Quantencomputing verspricht zivile Durchbrüche (Materialdesign, Pharma, Optimierung) und bedroht zugleich klassische Kryptografie – mit direkter Relevanz für nationale Sicherheit und Resilienz kritischer Infrastruktur (Kommunikationsnetze, Finanzsysteme, Leitsysteme von Energieversorgern). Das Feld hat einen unmittelbaren Bezug zur zukünftigen Resilienz von Netzleittechnik und Versorgungsnetzen. Die physikalischen Grundlagen sind international offen erforscht, eine Sorge um die ungewollte Diffusion von Erkenntnissen damit unbegründet. Deutschland beziehungsweise Europa sollte hier aktiv mitentwickeln, um bei quantensicherer Kryptografie (Post-Quantum, QKD) nicht von externen Akteuren abhängig zu werden.

Deutschland verfügt über eine anerkannte Forschungslandschaft und aufstrebende Unternehmen (IQM und andere). Das Land verzeichnet rund 300 bis 500 Quanten-Patentanmeldungen jährlich, womit es weltweit auf Platz 4 bis 5 und damit vor den meisten anderen europäischen Ländern liegt. Allerdings liegt es bei Patenten und insbesondere auch bei der Skalierung deutlich hinter den USA und China zurück. Der Wertschöpfungshebel ist mittelfristig hoch, da Quantentechnologien zunehmend Schlüsselbranchen wie Pharma, Chemie und Finanzsektor sowie die IT-Sicherheitsarchitektur durchdringen werden.

Biotechnologie (synthetische Biologie, Genom-Editierung)

Die zivilen Anwendungspotenziale moderner Biotechnologie in Medizin und Landwirtschaft sind enorm, gleichzeitig besteht ein manifestes Missbrauchspotenzial im Bereich Biowaffen, einem in Europa überwiegend nicht (mehr) verfolgten Zweig militärischer Entwicklungen. Allerdings sind die methodischen Grundlagen potenziell zu missbrauchender Entwicklungen (CRISPR etc.) längst offen publiziert und weltweit an Universitäten verfügbar. Geheimhaltung ist faktisch unmöglich; Deutschland beziehungsweise Europa profitiert daher von aktiver Förderung, gekoppelt mit Kontrollmechanismen (Biosafety-Standards), um sowohl medizinische Innovationskraft als auch Detektions- und Abwehrfähigkeiten (Pandemieresilienz) zu sichern. Sicherheitspolitisch besteht die Notwendigkeit, Kapazitäten zur Abwehr biologischer Angriffe aufrechtzuerhalten, auch wenn europäische Länder diese selbst als Mittel der Kriegführung ausschließen.

Deutschland verfügt mit einer starken Pharma- und Wissenschaftsbasis (unter anderem BioNTech) über eine gute, aber im internationalen Vergleich nicht führende Position. Der Wertschöpfungshebel ist hoch, da biotechnologische Innovationen zentrale deutsche Zukunftsbranchen wie Gesundheitswirtschaft und

Agrartechnik unmittelbar stärken. Deutschland meldet jährlich etwa 1.500 bis 2.000 Biotech-Patente an und belegt damit weltweit Rang 4 bis 5, mit BioNTech als international sichtbarem Leuchtturm.

Künstliche Intelligenz (Machine Learning, autonome Systeme)

KI-Grundlagenforschung wird weltweit offen publiziert, Trainingsmethoden und Modellarchitekturen sind kaum geheimhaltbar. Das zivile Wertschöpfungspotenzial dieser Technologien ist enorm (Industrie 4.0, Medizin, Mobilität). Gleichzeitig sind KI-Kompetenzen zentral für Aufklärung, Entscheidungsunterstützung, Cyberabwehr und autonome Systeme. KI-basierte Lastprognosen und Anomalie-Erkennung sind zudem zunehmend unverzichtbar für die Stabilität von Stromnetzen und Verkehrssteuerungssystemen unter hybriden Bedrohungslagen (Sabotage, Cyberangriffe auf Leitsysteme). Da führende Akteure (USA, China) hier bereits Standards setzen, würde deutsche Zurückhaltung nur die technologische Abhängigkeit vertiefen. Förderung ist strukturell geboten, um sowohl zivile Souveränität als auch sicherheitsrelevante Handlungsfähigkeit zu erhalten. Militärische Anwendungen entstehen in diesem Bereich ohnehin; die Frage ist nur, von wem getrieben und wessen ethische Standards dabei gesetzt werden. Ohne eigene Kompetenz verliert Europa die Gestaltungshoheit über KI-Anwendungen und KI-Normen.

Deutschland und Europa liegen bei Grundlagenmodellen und Skalierung deutlich hinter den USA und China zurück, und mit rund 1.000 KI-Patenten jährlich liegt das Land nur auf Platz 6 bis 7 weltweit, weit abgeschlagen hinter China (über 60.000) und den USA (über 15.000) und ohne eigene führende Grundlagenmodell-Entwickler. Deutschland verfügt jedoch über Stärken in industrieller KI-Anwendung. Der Wertschöpfungshebel ist deshalb im Prinzip außerordentlich hoch, da KI als Querschnittstechnologie praktisch alle bestehenden und zukünftigen deutschen Leitindustrien durchdringen wird.

Cybersicherheit und Kryptografie

Verschlüsselungs- und Abwehrtechnologien sind Kern ziviler digitaler Wertschöpfung (E-Commerce, Datenschutz) und zugleich fundamental für Deutschlands nationale Sicherheit und den Schutz kritischer Infrastruktur vor Cyberangriffen. Gerade Netzleitsysteme (SCADA/ICS) in Energieversorgung, Wasserwirtschaft und Verkehrsleittechnik sind bevorzugte Ziele hybrider Angriffe – ihre Absicherung ist eine unmittelbare Voraussetzung für Netzstabilität unter feindlicher Einwirkung. Kryptografische Verfahren werden traditionell in offener wissenschaftlicher Community entwickelt und geprüft („Kerckhoffs' Prinzip" – Sicherheit soll nicht auf Geheimhaltung des Algorithmus beruhen). Die politische Förderung deutscher und europäischer Beiträge in diesem Bereich, in dem Sicherheit gerade durch Offenheit und Verbreitung entsteht, ist daher besonders alternativlos.

Deutschland verzeichnet jährlich etwa 800 bis 1.200 Patentanmeldungen im Bereich der Cybersicherheit und nimmt damit weltweit eine Position unter den führenden fünf bis sechs Ländern ein. Diese Stellung wird durch das BSI und eine aktive Fachcommunity unterstützt, wobei im internationalen Vergleich bislang globale Marktführer, wie sie insbesondere in den USA und Israel vertreten sind, weniger stark ausgeprägt sind. Der Wertschöpfungshebel ist moderat bis hoch, da Cybersicherheit primär als Enabler bestehender Sektoren wirkt, selbst aber ein vergleichsweise kleineres eigenständiges Wertschöpfungssegment darstellt.

Unbemannte Systeme (Drohnen, autonome Fahrzeuge zu Land/ Wasser/Luft)

Im Bereich unbemannter Systeme sind zivile Anwendungen (Logistik, Landwirtschaft, Inspektion) und militärische Nutzung (Aufklärung, Wirkmittel) aufs Engste verzahnt. Unbemannte Systeme eignen sich zur Überwachung und Instandhaltung linearer Infrastrukturen (Stromleitungen, Pipelines, Bahnstrecken) und können aktiv zur Früherkennung von Sabotageakten an Energie-, Versorgungs- und Verkehrsnetzen beitragen. Die Basistechnologien (Flugsteuerung, Sensorik, Batterien) sind global verbreitet und kommerziell verfügbar – nicht zuletzt der ukrainische und russische Drohnenkrieg zeigt, dass diese Technologie

demokratisiert ist, sodass sich zusätzliche Akteure ungeachtet ihrer nationalen Verortung jederzeit in einen offenen Entwicklungsprozess einbringen könnten. Für Deutschland ist Förderung dringlich, weil sonst nicht nur zivile Marktanteile, sondern auch die Fähigkeit zur Landes- und Bündnisverteidigung sowie zum Schutz kritischer Infrastruktur verloren gehen.

Deutschland und Europa sind im internationalen Vergleich – etwa gegenüber USA, Israel oder China – bislang nur schwach positioniert, trotz vereinzelter vielversprechender Start-ups. Deutschland meldet nur rund 100 bis 200 einschlägige Patente jährlich an und liegt damit weltweit lediglich auf Platz 8 bis 10, weit hinter den USA, China und Israel. Der Wertschöpfungshebel ist beachtlich, da unbemannte Systeme zunehmend zivile Logistik- und Infrastruktursektoren sowie die Verteidigungsindustrie prägen werden.

Satellitenkommunikation und New-Space-Technologien

Kleinsatelliten-Konstellationen und Trägertechnologien haben ziviles Potenzial (Breitband, Erdbeobachtung, Klimamonitoring) und sind zugleich essenziell für Kommunikationsresilienz, Frühwarnsysteme und militärische Aufklärung. Sie bieten redundante Kommunikationswege für Netzleitstellen und Verkehrsinfrastruktur, falls terrestrische Netze durch feindliche Einwirkung ausfallen. Die Grundlagen (Miniaturisierung, Startdienstleistungen) sind durch private Anbieter (SpaceX, OneWeb) bereits global zugänglich; eine europäische Zurückhaltung würde strategische Abhängigkeiten von nicht-europäischen Anbietern (zum Beispiel bei Starlink) nur verschärfen. Förderung stärkt technologische Souveränität in einem Bereich mit direktem Resilienzbezug für kritische Infrastruktur.

Deutschland und Europa sind gegenüber dominanten Anbietern wie SpaceX strukturell im Rückstand und weitgehend auf Nischenakteure wie OHB beschränkt. Mit rund 200 bis 250 New-Space-Patenten jährlich belegt das Land weltweit nur Rang 8 bis 9, mit OHB als nahezu einzigem sichtbarem Akteur, während SpaceX allein bereits über 5.000 Satelliten im Orbit betreibt. Der Wertschöpfungshebel ist moderat, da die Technologie zwar wichtige Resilienzfunktionen für Kommunikation und Infrastruktur erfüllt, aber im Vergleich zu anderen Technologien einen kleineren Anteil an der deutschen Sektorstruktur ausmacht.

Tabelle 1: Einordnung ausgewählter Dual-Use-Technologien

Technologie	Aktuelle Positionierung Deutschlands	Wertschöpfungs-potenzial/-hebel
Wasserstoff- und Energiespeichertechnologien	■■■■□	■■■■■
Advanced Materials	■■■■□	■■■■□
Netzleittechnik/ Smart-Grid-Resilienztechnologien	■■■■□	■■■■□
Halbleiter- und Mikroelektronik	■■■□□	■■■■■
Quantentechnologien	■■■□□	■■■■□
Biotechnologie	■■■□□	■■■■□
Künstliche Intelligenz	■■□□□	■■■■■
Cybersicherheit und Kryptografie	■■■□□	■■■□□
Unbemannte Systeme	■■□□□	■■■■□
Satellitenkommunikation/ New-Space-Technologien	■■□□□	■■■□□

5. Welche Rahmenbedingungen fördern oder hemmen diese Potenziale?

Grundsätzlich gelten für Dual-Use-Forschung und ihre Umsetzung in Wertschöpfung in Deutschland dieselben Anforderungen an Rahmenbedingungen wie für alle F&E, die in Deutschland betrieben werden und die ökonomisch, gesellschaftlich und sicherheitspolitisch zur Wirkung kommen sollen. Wir konzentrieren uns auf die Rahmenbedingungen, die speziell für die Anforderungen produktiver Dual-Use-Forschung in Deutschland gelten. Die Einschätzung, ob und wie Rahmenbedingungen hemmend oder förderlich auf die Steigerung von produktiver Dual-Use-Forschung sind, leitet sich auch aus den vorstehenden konzeptionellen Überlegungen und den daraus erwachsenen Anforderungen ab. Dabei muss festgehalten werden, dass Rahmenbedingungen nicht per se schlecht oder gut sind, sondern dass durch eine Hinwendung zu mehr Dual-Use-Forschung und -Innovation auch neue Spannungsfelder entstehen. Anpassungen von Rahmenbedingungen müssen deshalb immer vor dem Hintergrund ihres etablierten Wertes für das System und die Gesellschaft betrachtet werden.

Aus diesen Überlegungen folgt als generelle Leitlinie, dass alle Strukturen, Anreizmechanismen und Prozesse, die zu mehr oder weniger hermetisch abgeriegelten Silos geführt haben, für Dual-Use-Forschung und ihre Nutzung hinderlich sind. Dies trifft sowohl auf die traditionell ausgeprägte Abgrenzung von militärischen und nichtmilitärischen (forschungs-) politischen Strukturen zu als auch auf die Trennung von militärisch orientierten Forschungseinrichtungen – mit ihren eigenen Sicherheitsvorkehrungen – und nichtmilitärisch ausgerichteten Instituten. Wenngleich Differenzierung und Spezialisierung in vielerlei Hinsicht funktional sind, so ist unmittelbar einsichtig, dass diese Trennungen für Dual-Use-Forschung und ihre Steigerung hinderlich sind. Jüngere Entwicklungen (siehe unten) deuten auf eine langsame Öffnung dieser Silos hin.

In Deutschland mangelt es an umfassenden und expliziten sicherheitsrelevanten F&E-Bedarfsanalysen (EFI 2026); Strukturen und Prozesse zu Abstimmungen zwischen militärisch-sicherheitspolitischer und ziviler Forschungsplanung fehlen gänzlich (Wissenschaftsrat 2025). Dies ist hinderlich sowohl für die bedarfsinduzierte, strategische Dual-Use-Forschung und ihre Förderung (Demand Pull) wie auch für die Realisierung von Möglichkeiten, die technologische Neuerungen bieten (Technology Push). Mangelnde Bedarfsdefinition und deren Abstimmung behindern sowohl die Identifizierung und Hebung von Dual-Use-Potenzialen in öffentlich finanzierter Forschung wie auch den Zugang von Firmen, deren zivile Technologien für militärische und sicherheitspolitische Funktionen verwendbar wären oder welche Dual-Use-Potenziale identifizieren könnten. Die Strukturen, die es ermöglichen, gegenseitig informierte und in Überschneidungen abgestimmte Forschungsbedarfe zu formulieren (Demand Pull, strategischer Dual-Use), sind gleichzeitig geeignet, die Möglichkeiten zu identifizieren, die sich aus neuen Technologien in beiden Bereichen ergeben können, für zivile oder sicherheitsrelevante Anwendungen (Technology Push, emergenter Dual-Use). In Erweiterung dieser Forderung müssen, wie vielfach gefordert, die Beschaffungsprozesse und -richtlinien der öffentlichen Hand als Ankerkunde generell innovationsfreundlicher und reagibler werden.

Des Weiteren ist die militärische beziehungsweise sicherheitsrelevante Forschung aus gutem Grund häufig nicht transparent und unterliegt besonderen Sicherheitsvorkehrungen und bürokratischen Anforderungen. In Bezug auf Dual-Use-Forschung hat das eine zweifach hemmende Wirkung: Zum einen

stellt dies Zugangshürden dar für Forschungsakteure mit traditionell ziviler Ausrichtung. Zum anderen stehen insbesondere die Sicherheitsvorkehrungen einer besseren Verschränkung ziviler und militärisch-sicherheitspolitischer Forschungsaktivitäten zum Gewinn von Synergien und zur Emergenz und Realisierung von Dual-Use-Potenzialen entgegen. Funktional wären Strukturen, die es ermöglichen, Dual-Use-relevante zivile und militärische Forschung zu bündeln und zu verzahnen bei flexiblen und kontextangepassten Sicherheitsvorkehrungen.

Eine letzte Rahmenbedingung ist der Zugang zu Wachstumskapital. Der Draghi-Bericht führt die Finanzierungsschwierigkeiten europäischer Verteidigungsunternehmen ausdrücklich darauf zurück, wie Finanzinstitute die EU-Regeln für nachhaltige Finanzierung auslegen (Draghi 2024). Merler (2025) zeigt, dass die Regeln selbst wenig restriktiv sind, weil sie nur Beteiligungen an sogenannten kontroversen Waffen betreffen, an denen europäische Unternehmen kaum beteiligt sind, dass aber die selbst auferlegten Ausschlusskriterien der Finanzmarktakteure deutlich weiter reichen: 2021 unterlag 14 Prozent des in Europa verwalteten Publikumsvermögens einer waffenbezogenen Anlagebeschränkung, und von den 27 EU-Banken im EURO STOXX Banks Index schließen alle (bis auf drei) die Finanzierung entsprechender Unternehmen aus. Für Unternehmen mit Dual-Use-fähigen Technologien verengt das den Finanzierungsspielraum genau in der Phase, in der Forschungsergebnisse skaliert werden müssen, und wirkt damit dem Wertschöpfungsziel entgegen. Die öffentlichen Institutionen haben nachgezogen: Die Europäische Investitionsbank hat im Mai 2024 die Anforderung aufgegeben, dass Dual-Use-Vorhaben mehr als die Hälfte ihrer erwarteten Erlöse aus zivilen Anwendungen erzielen müssen, und der Europäische Investitionsfonds adressiert mit der Defence Equity Facility seit 2024 erstmals gezielt Wagniskapitalfonds mit Dual-Use-Fokus (EIF 2024). Deren Volumen von 175 Millionen Euro verweist allerdings auch auf die Größenordnung des Problems.

6. Welche Zielkonflikte bestehen etwaig im Hinblick auf Ethik, Forschungssicherheit und Governance?

Eine systematische Steigerung von Dual-Use-Forschung birgt eine Reihe von Spannungsfeldern, die hier nur skizziert werden können:

Sicherheits- und ökonomisches Interesse: Wenn militärische oder sicherheitspolitische Nachfrage der Wertschöpfung in Deutschland dienlich sein soll, können selbst bei großem Dual-Use-Potenzial militärische, sicherheits- und industriepolitische Prioritäten der Maximierung von Wertschöpfung auseinanderfallen. So kann der Aufbau heimischer Produktionskapazitäten, die langfristige Wertschöpfungspotenziale heben könnten (wie es zurzeit durch die Umrüstung traditioneller ziviler Kapazitäten versucht wird), dem dringlichen Bedarf des Militärs oder von Sicherheitsbehörden entgegenstehen. Dies gilt insbesondere dann, wenn schnelle und funktionale Entwicklung und Beschaffung von forschungsintensiven Technologien von Anbietern aus vertrauensvollen Partnerländern mit den notwendigen technologischen und Produktionskapazitäten verfügbar sind.

Geheimhaltung/Forschungssicherheit und breite zivile Nutzung: Forschung, die sensitiven militärischen und sicherheitspolitischen Zwecken dient, bedarf der Geheimhaltung und unterliegt der Exportkontrolle. Geheimhaltung aber kann die notwendige Kooperation und Offenheit im Forschungsprozess massiv behindern, insbesondere mit Blick auf ausländische Partner in Bereichen mit hohem Wertschöpfungspotenzial.

Wissenschaftsfreiheit und Dual-Use-Strategien: Dual-Use-Potenziale insbesondere aus der öffentlich finanzierten Forschung benötigen eine Offenheit aller Forschungsakteure für sicherheits- und militärpolitische Bedarfe. Eine solche Offenheit macht unweigerlich ein Spannungsfeld auf. Auch wenn eine Mehrheit von Hochschulen sicherheitsrelevante Forschung betreibt, so hatten 2025 noch 25 Prozent aller deutschen Hochschulen die Zivilklausel, die zwar sicherheitsrelevante Forschung nicht verbietet, aber doch besonders begründungspflichtig macht (Stifterverband 2025). Wenngleich ethische Bedenken bei einzelnen öffentlich finanzierten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern schon allein angesichts der Wissenschaftsfreiheit respektiert werden müssen, so sind institutionell auferlegte „kulturelle Hürden“ für sicherheitsrelevante Forschung an Hochschulen besonders abträglich.

Top-down versus Bottom-up: Eine signifikante Steigerung der Dual-Use-Forschung bedarf, wie dargestellt, stärkerer Planung und komplexer Abstimmung von Forschungsprogrammen. Dieser starke planerische Top-down-Anspruch steht in einer gewissen Spannung zu den oft nicht planbaren Möglichkeiten, die sich aus Bottom-up-Dynamiken und ungeplanten Verbindungen ergeben. Den zu Recht geforderten Bottom-up-Dynamiken (ESIR 2025) muss innerhalb der Leitplanken strategischer Dual-Use-Programme Raum eingeräumt werden.

Innovation versus Verlässlichkeit: Militärische und sicherheitspolitische Bedarfe müssen schnell und verlässlich befriedigt werden. Gleichzeitig haben häufig Start-ups besonders kreative Lösungen, aber weder können sie für die öffentliche Beschaffung ausreichend Markterfahrung und einen ausreichenden Track Record nachweisen, noch haben sie hinreichende Produktionskapazitäten für eine schnelle Produktion.

Internationale Offenheit und Schutz vor unerwünschtem Wissenstransfer: Die Leistungsfähigkeit des deutschen Forschungssystems beruht wesentlich auf internationaler Kooperation, auch mit Partnern in Staaten, deren sicherheitspolitische Interessen von den deutschen abweichen. Je stärker zivile Forschung auf sicherheitsrelevante Bedarfe hin ausgerichtet wird, desto größer wird der Zielkonflikt zwischen dieser Offenheit und dem Schutz sensitiven Wissens. Er lässt sich nicht auflösen, sondern nur durch differenzierte Verfahren auf Vorhabenebene bearbeiten (Wissenschaftsrat 2025).

Wertschöpfungslogik und ethisch kontroverse Anwendungen: Mehrere der hier als besonders aussichtsreich identifizierten Felder, namentlich Künstliche Intelligenz und autonome Systeme sowie die Biotechnologie, führen unmittelbar in ethisch kontroverse Anwendungsbereiche. Eine Politik, die Dual-Use-Potenziale nach Wertschöpfungs- und Bedarfskriterien priorisiert, trifft damit implizit Entscheidungen, die eine eigene ethische Begründung erfordern. Die etablierten Verfahren zum Umgang mit sicherheitsrelevanter Forschung tragen diese Abwägung nicht. Sie beruhen auf der eingangs skizzierten ersten Dual-Use-Definition und zielen auf die Vermeidung von Missbrauch (Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina; Deutsche Forschungsgemeinschaft 2022), also auf Zurückhaltung im Einzelfall. Eine Priorisierung nach Bedarfs- und Wertschöpfungskriterien verlangt die umgekehrte Abwägung, nämlich sicherheitspolitischen Nutzen gegen ethische Kosten, und zwar auf Programmebene. Dafür ist bislang kein Verfahren vorgesehen.

7. Welche Schlussfolgerungen ergeben sich für die Forschungs- und Innovationspolitik?

Die Forschungs- und Innovationspolitik auf europäischer und deutscher Ebene hat in den letzten drei bis vier Jahren die Dual-Use-Dimension stärker in den Fokus genommen. Die Defence Mini-Omnibus Regulation (Regulation (EU) 2025/2653) hat existierende Förderlinien für militärische und Dual-Use-Forschung geöffnet und bürokratische Verfahren vereinfacht, die Kommission hat darauf aufbauend stärkere Dual-Use-Aspekte im kommenden Rahmenprogramm vorgeschlagen, der European Innovation Council hat über strukturelle Anpassungen Start-ups mit Dual-Use-fähigen Technologien förderfähig gemacht, die deutsche Hightech-Agenda hat eine eigene Förderlinie für Sicherheits- und Verteidigungsforschung, die explizit Dual-Use-Forschung in den Mittelpunkt stellt und konkrete Förderinitiativen ankündigt, und sie beabsichtigt ferner, die Zusammenarbeit ziviler und militärischer Forschung generell zu befördern; sowohl die Cyberagentur als auch die SPRIND (seit 2023) können ebenfalls Dual-Use-fähige Projekte fördern.

Mit diesen Ansätzen ist zwar ein weitgehend programmatischer Schritt in Richtung der Steigerung des Umfangs von Dual-Use beschritten worden. Es bedarf aber einer Reihe weiterer, auch struktureller politischer Maßnahmen zur Beförderung von Dual-Use-Forschung, die zu wirtschaftlicher Wertschöpfung beiträgt und sich aus den konzeptionellen Überlegungen sowie den genannten Rahmenbedingungen und Zielkonflikten ableiten lässt:

1. *Förderprogramme und -institutionen systematisch und bedarfsgerecht für Dual-Use-Forschung öffnen und bereichsübergreifende Opportunitäten schaffen:* Neben einer Linie für Verteidigungs- und Sicherheitsforschung zielt die Hightech-Strategie auf eine Reihe von Technologien ab, die großes Dual-Use-Potenzial haben. Um dieses Potenzial zu heben, ist nicht nur die Öffnung für sicherheitsrelevante Forschung wichtig, sondern auch ein Abgleich mit den jeweiligen Bedarfen (Demand Pull) beziehungsweise ein Monitoring von Forschungsergebnissen aus militärisch-sicherheitspolitischer Perspektive (Technology Push). So lassen sich sicherheitspolitische Bedarfsanalysen (siehe oben) mit den Förderlinien der Hightech-Agenda verknüpfen und Dual-Use wahrscheinlicher machen. Desgleichen sollte die militärisch und sicherheitspolitisch induzierte Forschung, etwa in Ressortforschungseinrichtungen oder in spezialisierten öffentlichen Einrichtungen, systematisch auf Dual-Use-Potenziale untersucht werden. Sinnvoll nutzbar als Scharniere können die Institutionen sein, die schon jetzt intensiv Forschung für das Militär betreiben, aber auch in das zivile Forschungssystem eingebettet sind.

2. *Mutig priorisieren:* Es gilt, nach klaren Kriterien und einem systematischen Prozess folgend, Dual-Use-Potenziale zu priorisieren. Eine solche Priorisierung für Dual-Use fußt auf der Schnittmenge zwischen den Bedarfen einer fortlaufenden Risikoanalyse und den daraus abgeleiteten Bedarfen einerseits und den innovations- und industriepolitischen Strategien andererseits.

3. *Silo-Strukturen der Governance reduzieren und neue Strukturen konstruktiv nutzen:* Die Herausforderungen, die sich bei der Umsetzung der Hightech-Strategie und der darin angelegten ressortübergreifenden Missionsorientierung gezeigt haben (Roth et al. 2022), machen es umso dringlicher, dass die Abstimmung von Bedarfen und die gemeinsame Identifizierung von Möglichkeiten zwischen dem zivilen und dem militärischen politischen Raum ganz gezielt in Angriff genommen und als politische Chefsache verstanden werden. Governance-Vorschläge dazu sind vielfach formuliert worden (Wittmann et al. 2025). Vor diesem Hintergrund ist die Tatsache, dass die Bundesforschungs-

ministerin nicht im Nationalen Sicherheitsrat vertreten ist, misslich. Zu begrüßen wäre ferner ein Gremium wie das vom Wissenschaftsrat vorgeschlagene Strategische Dialogforum, das einschlägige Ministerien und unterschiedliche Stakeholder-Communities zusammenbringt und Dual-Use-Potenziale auch im Diskurs mit der Industrie identifizieren könnte (Wissenschaftsrat 2025).

4. *Die Bündelung von Kräften in sicherer Umgebung unterstützen:* Technologische Innovation ist in der Regel auch ein Ergebnis von Rekombinationen, vom Zusammenspiel unterschiedlicher Kompetenzen. Forschende, die bislang ausschließlich im zivilen Bereich tätig waren, brauchen niedrigschwellige Möglichkeiten zum Austausch und zur Zusammenarbeit mit Forschenden aus dem Bereich der Militärforschung. Hierzu könnten Zentren eingerichtet werden, in denen – auf Zeit – gemeinsame Kooperationen unter notwendigen Sicherheitsvorkehrungen durchgeführt werden können. Die in der Hightech-Agenda genannten Innovation Hubs für Sicherheit und Verteidigung, von denen bislang (September 2026) vier verabschiedet worden sind, sowie die im Aufbau befindlichen Innovationszentren der Bundeswehr (Erding und Kiel (geplant)) sind hierfür wichtige institutionelle Neuerungen.

5. *Anreizstrukturen und Forschungskulturen der öffentlichen Forschung anpassen:* Forschende in der öffentlichen Forschung werden in der Regel über Publikationen bewertet. Dual-Use-Forschung steht häufig Publikationen im Weg; Bewertungsmaßstäbe müssten angepasst werden. Zudem sollten die Leitungen von Hochschulen und Forschungsinstitutionen interne Prozesse des Kulturwandels bezüglich sicherheitsrelevanter Forschung, der Aufklärung, aber auch der Toleranz gegenüber ethischen Bedenken systematisch verankern. Desgleichen sollten Einrichtungen der militärischen Forschung ebenso offen für die kulturellen Unterschiede zu Einrichtungen der zivilen Forschung sein. In einer institutionalisierten Form könnten die auch vom Wissenschaftsrat geforderten Synthesezentren die Integration der sicherheits- und Dual-Use-relevanten Forschung befördern (Wissenschaftsrat 2025). All dies könnte Synergien heben und kontraproduktive Antagonismen in der Forschungslandschaft abbauen. Zusätzlich müssen Forschende in Bezug auf Fragen der Forschungssicherheit institutionell unterstützt werden (ebd.).

6. *Dual-Use-Forschung industriepolitisch einbetten:* Um die Wertschöpfungspotenziale von Dual-Use-Forschung zu heben, ist schließlich ein politischer Abgleich notwendig mit den sektoralen oder technologischen Schwerpunkten, die für die Skalierung, Wachstumsdynamik und Technologiesouveränität des Landes in den Blick genommen werden.

7. *Finanzierungsseite adressieren:* Die Öffnung von Förderprogrammen bleibt wirkungslos, wenn Unternehmen mit Dual-Use-fähigen Technologien in der Skalierungsphase kein Wachstumskapital finden. Neben öffentlichen Instrumenten geht es dabei vor allem darum, gegenüber institutionellen Investoren Klarheit über die Zulässigkeit sicherheitsnaher Anlagen zu schaffen (Merler 2025).

8. *Wissensbasis aufbauen:* Bisher ist die Wissensbasis zu den ökonomischen Auswirkungen von Dual-Use auf eine Handvoll internationaler Studien beschränkt. Dies betrifft nicht nur den ersten und zweiten Kanal, wie in Kapitel 3 diskutiert, sondern auch eine weitergehende Analyse gewollter und ungewollter Wirkungen sowie die Fähigkeit zu fundierten Technologiepotenzialanalysen. Ohne Indikatoren und eine geeignete Datenbasis lässt sich weder priorisieren noch evaluieren, ob die eingeleiteten Öffnungsschritte wirken. Der Aufbau einer solchen Wissensbasis sollte Teil der Programmgestaltung sein und nicht ihr nachlaufen.

8. Fazit

Kann Dual-Use-fähige Forschung einen positiven Beitrag zur Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit leisten? Diese Frage kann mit einem „Ja, wenn“ beantwortet werden. Konzeptionell gibt es gute Begründungen für einen positiven Beitrag. Empirisch sind die Belege in der Tendenz positiv, unterliegen aber einer Reihe von systemischen Bedingungen, sowohl im Bereich der Forschung und Produktion als auch im Bereich von Politik und Governance. Zudem ist die Nutzung ziviler Technologien für militärisch-sicherheitspolitische Zwecke empirisch wenig untersucht. Angesichts der Verbindung von wirtschaftlichen und militärisch-sicherheitspolitischen Herausforderungen in Deutschland und Europa ist eine systematische Gestaltung und Ermöglichung produktiver Dual-Use-Forschung und damit die Hebung von Synergieeffekten unbedingt anzuraten.

Deutschland hat eine Reihe von Technologiebereichen, die für Dual-Use-Forschung hohes Potenzial versprechen, und in dieser Publikation wurden solche genannt, die in der Verbindung von sicherheitsrelevanter Funktionalität und Wertschöpfungspotenzialen im Land besonders vielversprechend erscheinen. Erschöpfend ist diese Aufzählung dabei keineswegs. Ermutigend ist ferner, dass der forschungs- und innovationspolitische Diskurs im Land dem Aspekt der Dual-Use-Forschung eine neue Aufmerksamkeit geschenkt hat. Die Politik hat auf europäischer und auf deutscher Ebene zahlreiche erste Schritte unternommen, um Institutionen und Förderbedingungen in Richtung Dual-Use zu öffnen. Angesichts der aufgezeigten Rahmenbedingungen und Spannungsfelder für breitere Dual-Use-Forschung ist die Realisierung der Potenziale aber bei Weitem kein Selbstläufer. Es gilt also, unter Wahrung der Wissenschaftsfreiheit und Berücksichtigung ethischer Bedenken der beteiligten Akteure die hinderlichen Rahmenbedingungen in Europa und in Deutschland abzubauen und weitere politisch notwendige Schritte konsequent zu gehen.

Literatur

Antolin-Diaz, J.; Surico, P. (2025): The long-run effects of government spending. In: American Economic Review, 115 (7), S. 2376–2413.

Ben Zeev, N.; Pappa, E.; Scola Gagliardi, E. (2025): The offensive power of defense news in Europe (CEPR Discussion Paper No. 20637). Centre for Economic Policy Research.

Draghi, M. (2024): The future of European competitiveness. Part B: In-depth analysis and recommendations. Brüssel: Europäische Kommission.

Edler, J.; Georghiou, L. (2007): Public procurement and innovation: Resurrecting the demand side. In: Research Policy, 36 (7), S. 949–963.

EFI – Expertenkommission Forschung und Innovation (2026): Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2026. Berlin: EFI.

EIF – Europäischer Investitionsfonds (2024): Defence Equity Facility. Luxemburg: EIF.

ESIR (2025): Making the most of EU research and innovation investments. Rethinking Dual Use. Policy Brief der EU-High Level Expert Group on Economic and Social Impacts of Research (ESIR). Luxemburg: Publications Office of the European Union. https://data.europa.eu/doi/10.2777/6637451 (letzter Abruf: 15.10.2026).

Europäische Union (2025): Verordnung (EU) 2025/2653 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. Dezember 2025 zur Änderung der Verordnungen (EU) 2021/694, (EU) 2021/695, (EU) 2021/697, (EU) 2021/1153 und (EU) 2024/795 im Hinblick auf die Förderung verteidigungsbezogener Investitionen im Rahmen des Unionshaushalts zur Umsetzung des Plans „ReArm Europe“. Amtsblatt der Europäischen Union, L 2025/2653, 22.12.2025.

Ferraz, R. (2026): Is military spending really related to growth? New evidence from NATO allies. In: Defence and Peace Economics. DOI: 10.1080/10242694.2026.2622024.

Fieldhouse, A. J.; Mertens, K. (im Erscheinen): The returns to government R&D: Evidence from U.S. appropriations shocks. In: American Economic Review.

Greus, C. et al. (2026): Geopolitisches Risiko, Verteidigungsausgaben und ökonomische Konsequenzen: Einschätzungen von Expertinnen und Experten in aller Welt. In: Perspektiven der Wirtschaftspolitik, 27 (1), S. 92–99.

Gross, D. P.; Sampat, B. N. (2023): America, jump-started: World War II R&D and the takeoff of the US innovation system. In: American Economic Review, 113 (12), S. 3323–3356.

Ilzetzki, E. (2025): Guns and Growth: The Economic Consequences of Defense Buildups. Kiel Report No. 2. Kiel: Institut für Weltwirtschaft.

Mazzucato, M. (2015): Building the entrepreneurial state: A new framework for envisioning and evaluating a mission-oriented public sector. Working Paper No. 824.

Merler, S. (2025): Sustainability rules are not a block on EU defence financing, but reputational fears are. Analysis 12/2025. Brüssel: Bruegel.

Moretti, E.; Steinwender, C.; Van Reenen, J. (2025): The intellectual spoils of war? Defense R&D, productivity, and international spillovers. In: The Review of Economics and Statistics, 107 (1), S. 14–27.

Mowery, D. C. (2010): Military R&D and innovation. In: Hall, B. H.; Rosenberg, N. (Hrsg.): Handbook of the economics of innovation. Bd. 2, S. 1219–1256. Elsevier.

Nationale Akademie der Wissenschaften Leopoldina; Deutsche Forschungsgemeinschaft (2022): Wissenschaftsfreiheit und Wissenschaftsverantwortung – Empfehlungen zum Umgang mit sicherheitsrelevanter Forschung. 2., aktualisierte Auflage. Halle (Saale), 48 Seiten. Verfügbar unter: https://www.dfg.de/resource/blob/349944/dual-use-empfehlungen-de-en.pdf (letzter Abruf: 15.10.2026).

Roth, F.; Wittmann, F.; Hufnagl, M.; Lindner, R. (2022): Putting Mission-Oriented Innovation Policies to Work: A case study of the German High-Tech Strategy 2025 (Fraunhofer ISI Discussion Papers Innovation Systems and Policy Analysis Nr. 75). Karlsruhe: Fraunhofer ISI.

Ruttan, V. W. (2006): Is war necessary for economic growth? Military procurement and technology development. Oxford University Press.

Slavtchev, V.; Wiederhold, S. (2016): Does the technological content of government demand matter for private R&D? Evidence from US States. In: American Economic Journal: Macroeconomics, 8 (2), S. 45–84.

Stifterverband (2025): Hochschulbarometer. Essen: Stifterverband.

Uyarra, E.; Edler, J.; Garcia-Estevez, J.; Georghiou, L.; Yeow, J. (2014): Barriers to innovation through public procurement: A supplier perspective. In: Technovation, 34 (10), S. 631–645.

von Boemcken, M.; Bolaños Suárez, R. (2026): A good investment in sustainable development? A literature review on the economic and social effects of military spending. In: Defence and Peace Economics, 37 (3), S. 287–314. DOI: 10.1080/10242694.2025.2533766.

Wissenschaftsrat (2025): Wissenschaft und Sicherheit in Zeiten weltpolitischer Umbrüche. Positionspapier. Köln: Wissenschaftsrat.

Wittmann, F.; Hummler, A.; Posch, D.; Lindner, R. (2025): Mission Possible: Ansätze für eine effektive Steuerung transformativer Politik in Deutschland. Karlsruhe.

Die Autoren

Prof. Dr. Jakob Edler ist geschäftsführender Institutsleiter des Fraunhofer-Instituts für System- und Innovationsforschung (ISI) und Professor für Innovationspolitik und -strategie. Seine Forschungsschwerpunkte liegen insbesondere auf Innovationspolitik, technologischer Souveränität und der Rolle des Staates bei gesellschaftlichen Transformationen.

Dr. Henning Kroll ist Wissenschaftler am Fraunhofer ISI und forscht zu Innovationssystemen, regionaler Entwicklung und der internationalen Wettbewerbsfähigkeit von Forschungs- und Innovationsstandorten. Ein weiterer Schwerpunkt seiner Arbeit liegt auf der Analyse von Wissenschafts- und Innovationspolitik.

Prof. Dr. Torben Schubert ist stellvertretender Leiter der Abteilung Innovations- und Wissensökonomie am Fraunhofer ISI und Associate Professor an der Universität Lund. Zu seinen Forschungsschwerpunkten zählen innovationsbasierte Wettbewerbsvorteile, das strategische Management von Innovationsprozessen und die Ökonomie der Wissenschaft.

Prof. Dr. Rainer Walz ist stellvertretender Institutsleiter des Fraunhofer ISI und forscht insbesondere zu Innovationssystemen, nachhaltiger Entwicklung sowie Energie- und Umweltinnovationen. Ein weiterer Schwerpunkt seiner Arbeit liegt auf der Analyse und Gestaltung von Innovationspolitik.

Impressum

Herausgeberin: Konrad-Adenauer-Stiftung e. V., 2026, Berlin

Kontakt:
Christina Thelen
Wissenschafts- und Forschungspolitik
Analyse und Beratung
Christina.Thelen@kas.de
Tel. +49 30 26996-3839

Gestaltung und Satz: KALUZA+SCHMID Studio GmbH

Hergestellt mit finanzieller Unterstützung der Bundesrepublik Deutschland.

Diese Veröffentlichung der Konrad-Adenauer-Stiftung e. V. dient ausschließlich der Information. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbenden oder -helfenden zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament.



Der Text dieses Werkes ist lizenziert unter den Bedingungen von „Creative Commons Namensnennung-Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 international“, CC BY-SA 4.0 (abrufbar unter: https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de).

ISBN 978-3-98574-377-3

Die Studie analysiert die Innovations- und Produktivitätseffekte von Dual-Use-fähiger Forschung, identifiziert besonders vielversprechende Technologiefelder und beleuchtet die institutionellen Voraussetzungen für ihren Erfolg. Im Mittelpunkt stehen dabei die Chancen für technologische Spitzenleistungen, industrielle Wertschöpfung, Unternehmensgründungen und die Stärkung des Innovationsstandorts Deutschland. Die Publikation zeigt, wie eine strategisch ausgerichtete Forschungs- und Innovationspolitik dazu beitragen kann, wissenschaftliche Exzellenz, technologische Souveränität und wirtschaftliche Dynamik gleichermaßen zu fördern. Ein Plädoyer für einen zukunftsorientierten Umgang mit Forschung an den Schnittstellen von Innovation, Wettbewerbsfähigkeit und gesellschaftlicher Resilienz.

Konrad-Adenauer-Stiftung e. V.