



Fachbereich WD 5

**Grundlegende Konzepte des Technologie- und
Innovationsmanagements vor dem Hintergrund von
Zukunftstechnologien I**
Konzeptsteckbriefe zu Technologiebegriffen und -typen

**Grundlegende Konzepte des Technologie- und
Innovationsmanagements vor dem Hintergrund von
Zukunftstechnologien I**

Konzeptsteckbriefe zu Technologiebegriffen und -typen

Aktenzeichen: WD 5 - 3000 - 037/26
Abschluss der Arbeit: 7. September 2026
Fachbereich: WD 5: Wirtschaft, Energie und Klima

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	5
2.	Schlüsseltechnologien (Key Enabling Technologies)	6
2.1.	Alternative Bezeichnungen	6
2.2.	Verwendungskontext	6
2.3.	Kerngedanke	6
2.4.	Beschreibung	7
2.5.	Schlüsselbegriffe	8
2.6.	Quellen / Literatur	9
3.	Zukunftstechnologien	9
3.1.	Alternative Bezeichnungen	9
3.2.	Verwendungskontext	9
3.3.	Kerngedanke	10
3.4.	Beschreibung	10
3.5.	Schlüsselbegriffe	10
3.6.	Quellen / Literatur	11
4.	Emerging Technologies	11
4.1.	Alternative Bezeichnungen	11
4.2.	Verwendungskontext	11
4.3.	Kerngedanke	12
4.4.	Beschreibung	12
4.5.	Schlüsselbegriffe	12
4.6.	Quellen / Literatur	13
5.	Deep Tech	13
5.1.	Alternative Bezeichnungen	13
5.2.	Verwendungskontext	13
5.3.	Kerngedanke	13
5.4.	Beschreibung	14
5.5.	Schlüsselbegriffe	14
5.6.	Quellen / Literatur	14
6.	General Purpose Technologies (GPT)	15
6.1.	Alternative Bezeichnungen	15
6.2.	Verwendungskontext	15
6.3.	Kerngedanke	15
6.4.	Beschreibung	16
6.5.	Schlüsselbegriffe	16
6.6.	Quellen / Literatur	16
7.	Dual Use Technologies	17
7.1.	Alternative Bezeichnungen	17

7.2.	Verwendungskontext	17
7.3.	Kerngedanke	17
7.4.	Beschreibung	17
7.5.	Schlüsselbegriffe	18
7.6.	Quellen / Literatur	18

1. Einleitung

Zukunft- und Schlüsseltechnologien¹ haben eine hohe strategische Bedeutung für Wettbewerbsfähigkeit, technologische Souveränität, Transformation und gesellschaftliche Problemlösungsfähigkeit. Vor diesem Hintergrund behandelt eine Publikationsreihe der Wissenschaftlichen Dienste in sieben Arbeiten unterschiedliche Aspekte wichtiger Zukunfts- und Schlüsseltechnologien.

Die ersten vier Arbeiten sind als Dokumentationen angelegt und schaffen eine begriffliche und konzeptionelle Grundlage. Sie bereiten zentrale Konzepte, Theorien, Modelle und Ansätze auf, auf die Leserinnen und Leser bei der Auseinandersetzung mit Zukunfts- und Schlüsseltechnologien regelmäßig stoßen. Diese vier Dokumentationen stehen unter dem übergreifenden Titel „Grundlegende Konzepte des Technologie- und Innovationsmanagements vor dem Hintergrund von Zukunftstechnologien“.

Die **vier Konzeptdokumentationen** setzen unterschiedliche Schwerpunkte:

- Die erste Arbeit behandelt grundlegende Technologiebegriffe und Technologietypen und dient insbesondere der begrifflichen Klärung (WD 5-037/26).
- Die zweite Arbeit stellt Konzepte zu Technologiereifegraden, Technologieentstehung und Diffusion dar (WD 5-097/26).
- Die dritte Arbeit widmet sich Innovationsarten und ihren Wirkungslogiken (WD 5-098/26).
- Die vierte Arbeit behandelt organisationale Fähigkeiten, Strategien und Geschäftsmodelle, die für den Umgang mit technologischer Veränderung und innovationsgetriebener Transformation bedeutsam sind (WD 5-099/26).

Darauf aufbauend untersuchen **drei weitere Arbeiten**, die detaillierter Methoden und Ergebnisse von Identifikations- und Priorisierungsprozessen bei Zukunfts- und Schlüsseltechnologien untersuchen:

- Die erste dieser Arbeiten gibt einen Überblick darüber, wie Zukunfts- und Schlüsseltechnologien durch Methoden der strategischen Vorausschau (Foresight) erkannt werden können (WD 5-100/26).
- Die zweite Arbeit untersucht, wie Zukunfts- und Schlüsseltechnologien anhand unterschiedlicher Bewertungsansätze priorisiert werden (WD 5-101/26).

¹ Im Folgenden werden Begriffe wie Zukunftstechnologien, Schlüsseltechnologien oder Emerging Technologies – wie auch in der breiten politischen und wirtschaftlichen Debatte – weitgehend synonym verwendet. Für eine **kompakte Beschreibung** der einzelnen Fachbegriffe siehe Wissenschaftliche Dienste (2026), Grundlegende Konzepte des Technologie- und Innovationsmanagements vor dem Hintergrund von Zukunftstechnologien I – Konzeptsteckbriefe zu Technologiebegriffen und -typen, WD 5-037/26. Für eine **Analyse der Verwendung** der Technologiebegriffe siehe Wissenschaftliche Dienste (2026), Zukunftstechnologien identifizieren und priorisieren II – Strukturierung und Kategorisierung von Technologiefeldern, WD 5-102/26.

-
- Die dritte Arbeit leitet empirisch aus 16 Studien und Berichten ab, wie Prioritätenlisten von Zukunfts- und Schlüsseltechnologien strukturiert und kategorisiert werden (WD 5-102/26).

Die **vier genannten Dokumentationen** beinhalten eine Vielzahl standardisiert aufgebauter Konzeptsteckbriefe. Diese erläutern jeweils Kerngedanke, Verwendungskontext, zentrale Elemente, Erklärungskraft und einschlägige Literatur relevanter Technologiekonzepte. Sie dienen nicht der abschließenden Diskussion einzelner Forschungsstränge, sondern der kompakten Einordnung grundlegender Konzepte für Technologie- und Innovationsmanagement, Technologietransfer, Innovationspolitik, Unternehmensstrategie und Kommerzialisierung.

Die **hier vorliegende Dokumentation** behandelt **grundlegende Technologiebegriffe und Technologietypen**. Im Mittelpunkt stehen Konzepte, mit denen Technologien nach strategischer Bedeutung, Anwendungsoffenheit, technologischem Charakter oder sicherheitsrelevanter Mehrfachverwendbarkeit beschrieben werden. Dazu zählen etwa Schlüsseltechnologien, Zukunftstechnologien, General Purpose Technologies sowie Dual Use Technologies.

2. Schlüsseltechnologien (Key Enabling Technologies)

2.1. Alternative Bezeichnungen

- Key Technologies
- Enabling Technologies
- Kritische Technologien
- Strategische Technologien
- Zukunftstechnologien

2.2. Verwendungskontext

- Unternehmensberatung
- Innovations- und Wirtschaftspolitik
- Technologiemanagement & -transfer

2.3. Kerngedanke

Schlüsseltechnologien sind strategisch bedeutsame Technologien, deren Bedeutung je nach Perspektive aus Wettbewerbsfähigkeit, technologischer Souveränität, systemischer Transformation oder ihrer ermöglichenden Wirkung für weitere Innovationen abgeleitet wird.

2.4. Beschreibung

Das Konzept der Schlüsseltechnologien beschreibt Technologien, denen eine besondere strategische Bedeutung für Innovation, Wertschöpfung und gesellschaftlich-technische² Entwicklung zugeschrieben wird. Der Begriff ist jedoch nicht eindeutig festgelegt. Er wird im Technologiemanagement, in der Wirtschafts- und Innovationspolitik sowie in aktuellen Souveränitätsdebatten verwendet. Gemeinsam ist diesen Verständnissen, dass Schlüsseltechnologien nicht nur als einzelne technische Lösungen verstanden werden, sondern als Technologien mit Hebelwirkung: Sie ermöglichen neue Produkte, Prozesse, Dienstleistungen, Infrastrukturen oder Wertschöpfungsketten und beeinflussen damit mehr als ein eng begrenztes Anwendungsfeld, was wiederum eine Nähe zum Begriff der Querschnittstechnologien herstellt.

Im klassischen technologiemanagementbezogenen Verständnis steht der Begriff der Schlüsseltechnologien zwischen Schrittmacher- und Basistechnologien, wo die Begriffe drei Ausprägungen eines Reifegrads darstellen.³ Teilweise beziehen sich heute noch Autoren auf dieses Modell, obwohl sich die Bedeutung von Schlüsseltechnologien geändert hat.

In der jüngeren innovationspolitischen Verwendung ist das Begriffsverständnis breiter geworden. Schlüsseltechnologien werden nicht mehr nur nach ihrem Beitrag zu Produkt- oder Prozessdifferenzierung bewertet. Hinzu treten Fragen technologischer Souveränität, resilienter Wertschöpfung, kritischer Infrastrukturen und nachhaltiger Transformation. Damit verschiebt sich der Blick von der einzelnen Wettbewerbsposition auf Innovationssysteme, Produktionskapazitäten, Abhängigkeiten und gesellschaftliche Zielsetzungen. Eine Auswahl von Schlüsseltechnologien kann deshalb unterschiedlich begründet sein: aus Sicht von Unternehmen durch Wettbewerbsfähigkeit, aus Sicht von Staaten oder Regionen durch Souveränität und aus Sicht gesellschaftlicher Transformationsprozesse durch Beiträge zu Nachhaltigkeit, Sicherheit oder Versorgung.

Der Begriff Schlüsseltechnologien wird im EU-Kontext auch mit *Key Enabling Technologies* (KET) übersetzt (bspw. Mitteilungen der EU-Kommission in 2009 oder 2012). KETs wurden in der europäischen Forschungs-, Technologie- und Innovationspolitik als wissensintensive Technologien mit hoher F&E-Intensität, schnellen Innovationszyklen, hohem Kapitalbedarf und hoher Qualifikationsintensität beschrieben. Sie ermöglichen Innovationen in Prozessen, Gütern und Dienstleistungen über die gesamte Wirtschaft hinweg, sind multidisziplinär und tendieren zur Konvergenz und Integration. Im EU-Kontext wird der KET-Begriff stärker auf die ermöglichende Querschnittsfunktion bestimmter Technologien ausgerichtet, während „Schlüsseltechnologien“ in der heutigen Diskussion vor allem Technologien betreffen, die wegen Souveränität, kritischer Anwendungen, Produktionskapazitäten oder Transformationsbeiträgen als strategisch gelten.

2 Auch soziotechnisch genannt; Entwicklungen, die insbesondere auch sowohl das Zusammenwirken von Menschen, Organisationen und Technologie als auch deren Wechselwirkungen beleuchten.

3 Siehe hierzu Wissenschaftliche Dienste (2026), Grundlegende Konzepte des Technologie- und Innovationsmanagements II – Konzeptsteckbriefe zu Technologiereifegraden, -entstehung und -diffusion, WD 5-097/26, Kap. 2.4.

Aktuelle politische Programme zeigen diese Bedeutungsverschiebung. Z. B. fokussiert sich die Hightech Agenda Deutschland (HTAD)⁴ zunächst auf sechs Schlüsseltechnologien: Künstliche Intelligenz, Quantentechnologien, Mikroelektronik, Biotechnologie, Fusion und klimaneutrale Energieerzeugung sowie Technologien für klimaneutrale Mobilität. Die Bundesregierung verbindet diese Auswahl mit Wertschöpfung, Wettbewerbsfähigkeit und technologischer Souveränität; zugleich werden Roadmapping-Prozesse, Partnerdialoge und Umsetzungshebel genutzt, um Forschung, Transfer und Skalierung stärker zu verbinden. Zugleich werden in der sprachlichen Verwendung „Schlüsseltechnologien“ mit „Zukunftstechnologien“ gleichgesetzt.⁵

Die Erklärungskraft des Konzepts liegt vorrangig in einer Bewertungslogik und erst darauf aufbauend in einer festen Liste einzelner Technologien. Als Schlüsseltechnologie gilt eine Technologie, wenn ihr in einem bestimmten Kontext eine überdurchschnittliche strategische Wirkung zugeschrieben wird. Diese Wirkung kann aus Markt- und Wettbewerbsdifferenzierung, aus der Ermöglichung anderer Innovationen, aus systemischer Bedeutung für Infrastrukturen oder aus politisch definierten Transformationszielen entstehen. Das Konzept ist daher stark erklärungs- und abgrenzungsbedürftig.

2.5. Schlüsselbegriffe

- Technologische Hebelwirkung
- Querschnittstechnologie
- Key Enabling Technologies
- Technologische Souveränität
- Systemische Bedeutung

4 <https://hightech-agenda-deutschland.de/>.

5 Z. B. FAQ Schlüsseltechnologien: „Was sind **Schlüsseltechnologien**? – **Zukunftstechnologien** sind von zentraler Bedeutung für die volkswirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands. Es handelt sich um forschungsintensive, innovative Technologien mit hohem Potenzial, die langfristig zukunftsfähig und in branchenübergreifend von großem Nutzen sind.“ (https://www.bmfr.bund.de/DE/Forschung/Schlueseltechnologien/schlueseltechnologien_node.html#:~:text=Weiterf%C3%BChrende%20Informationen) (Hervorhebungen durch den Autor, Stand 23.06.2026)

(Anmerkung: Mittlerweile wurde der Webseitentext überarbeitet. Dieser lautet nun: „Was sind **Schlüsseltechnologien**? – **Schlüsseltechnologien** sind von zentraler Bedeutung für die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Volkswirtschaft. Es handelt sich um forschungsintensive, innovative Technologien mit hohen Anwendungspotenzialen, die branchenübergreifend von großem Nutzen sind und die nicht einfach durch andere Technologien ersetzt werden können.“)

2.6. Quellen / Literatur

1. Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR), (2025), Hightech Agenda Deutschland, https://www.bmftr.bund.de/DE/Technologie/HightechAgenda/HightechAgenda_node.html.
2. Thielmann, A. (2025), Zur Bedeutung von Schlüsseltechnologien für die Wertschöpfung der Zukunft. Ein Bewertungsrahmen zur „Technologieevaluation“, Fraunhofer ISI Karlsruhe, <https://publica-rest.fraunhofer.de/server/api/core/bitstreams/e797bb6b-5e10-499f-b0c6-e3eb05556146/content>.
3. Frantz, F., Warta, K. (2025), Entwicklung von Kriterien zur Definition und Auswahl von Schlüsseltechnologien, Endbericht, Technopolis Forschungs- und Beratungsgesellschaft im Auftrag von für das Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, https://repository.fteval.at/id/eprint/736/1/Schl%C3%BCsseltechnologien_Endbericht_BMK.pdf.
4. Commission of the European Communities (2009), Preparing for our Future: Developing a Common Strategy for Key Enabling Technologies in the EU, COM(2009) 512 final, <https://www.kowi.de/Portaldata/2/Resources/fp/com-2009-key-enabling-technologies.pdf>
5. European Commission (2012), A European Strategy for Key Enabling Technologies – A Bridge to Growth and Jobs, COM(2012) 341 final, <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM%3A2012%3A0341%3AFIN%3AEN%3APDF>.

3. Zukunftstechnologien

3.1. Alternative Bezeichnungen

- Future Technologies
- Zukunftsweisende Technologien
- Zukunftsfelder
- Future and Emerging Technologies
- Neu aufkommende Schlüsseltechnologien

3.2. Verwendungskontext

- Startup- und Venture-Capital-Umfeld
- Unternehmensberatung
- Innovations- und Wirtschaftspolitik

-
- Technologiemanagement & -transfer

3.3. Kerngedanke

Zukunftstechnologien bezeichnen Technologien mit erwartetem wirtschaftlichem, gesellschaftlichem oder strategischem Potenzial, deren künftige Schlüsselrolle noch unsicher ist und deshalb systematisch beobachtet werden muss.

3.4. Beschreibung

Der Begriff Zukunftstechnologien ist kein klar standardisiertes wissenschaftliches Konzept, sondern ein strategischer Sammelbegriff, der oft inkonsistent z. B. synonym zu Schlüsseltechnologien genutzt wird.⁶ Er markiert Technologien, die für künftige Wertschöpfung, Wettbewerbsfähigkeit oder gesellschaftliche Transformation als besonders relevant gelten. Anders als „Emerging Technologies“ beschreibt der Begriff nicht zwingend den frühen Entstehungszustand einer Technologie; auch bekannte, aber noch nicht breit skalierte Technologien können als Zukunftstechnologien gelten.

Die EFI-Kommission ordnet Zukunftstechnologien als neu aufkommende Schlüsseltechnologien ein. Während etablierte Schlüsseltechnologien vergleichsweise präzise identifiziert werden können, ist dies bei Zukunftstechnologien anspruchsvoller, weil sie die typischen Merkmale von Schlüsseltechnologien oft noch nicht oder nur ansatzweise aufweisen. Ihr Potenzial liegt gerade darin, dass wirtschaftliche Chancen durch frühes Engagement in Forschung, Entwicklung und Nutzung erschlossen werden können.

Charakteristisch ist die Verbindung aus Zukunftserwartung, technologischem Reifegrad und möglichem Wirkpotenzial. Die Auswahl ist daher perspektivenabhängig: Für Unternehmen stehen Marktchancen und Wettbewerbspositionen im Vordergrund, für Politik und Verwaltung häufiger Souveränität, Resilienz, Transferfähigkeit und Transformationsbeiträge.

Die Unschärfe des Begriffs verlangt ein strukturiertes Vorgehen. Foresight- und Monitoring-Instrumente helfen, technologische Reifegrade sowie wirtschaftliche und gesellschaftliche Wirkpotenziale fortlaufend zu erfassen. Zugleich verringern nachvollziehbare Kriterien das Risiko, dass einzelne Technologien oder Branchen vor allem aus partikularen Interessen als förderwürdige Technologien dargestellt werden.

3.5. Schlüsselbegriffe

- Zukunftserwartung
- Technologiefrüherkennung

6 Z. B. FAQ Schlüsseltechnologien: “Was sind Schlüsseltechnologien? – Zukunftstechnologien sind von zentraler Bedeutung für die volkswirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands. Es handelt sich um forschungsin-
tensive, innovative Technologien mit hohem Potenzial, die langfristig zukunftsfähig und in branchenübergreif-
end von großem Nutzen sind.“ (https://www.bmfr.bund.de/DE/Forschung/Schlueseltechnologien/schlueseltechnologien_node.html#:~:text=Weiterf%C3%BChrende%20Informationen)

- Foresight und Monitoring
- Transformationspotenzial
- Technologische Souveränität

3.6. Quellen / Literatur

1. Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI) (2026), Gutachten zu Forschung, Innovation und technologischer Leistungsfähigkeit Deutschlands 2026, Kapitel A 1 „Umsetzung der Hightech Agenda Deutschland“, https://www.e-fi.de/fileadmin/Assets/Themenverzeichnis/Inhaltskapitel_2026/EFI_Jahresgutachten-2026_A1.pdf.
2. Frantz, F.; Warta, K. (2025), Entwicklung von Kriterien zur Definition und Auswahl von Schlüsseltechnologien, Endbericht, Technopolis Forschungs- und Beratungsgesellschaft im Auftrag des Bundesministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, https://repository.fteval.at/736/1/Schl%C3%BCsseltechnologien_Endbericht_BMK.pdf.
3. Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt (BMFTR) (2025), Hightech Agenda Deutschland, https://www.bmftr.bund.de/DE/Technologie/HightechAgenda/HightechAgenda_node.html.

4. Emerging Technologies

4.1. Alternative Bezeichnungen

- Aufkommende Technologien
- Technologische Emergenz
- Zukunftstechnologien

4.2. Verwendungskontext

- Managementforschung
- Startup- und Venture-Capital-Umfeld
- Unternehmensberatung
- Innovations- und Wirtschaftspolitik
- Technologiemanagement & -transfer

4.3. Kerngedanke

Emerging Technologies sind neu entstehende, dynamisch wachsende Technologien mit hohem Anwendungspotenzial, deren technische Leistungsfähigkeit, Marktfolgen und gesellschaftliche Wirkungen noch unsicher und noch im Herausbildungsprozess sind, aber strategisch bedeutsam sind.

4.4. Beschreibung

Das Konzept beschreibt Technologien, die sich in einer frühen Entwicklungs- oder Diffusionsphase befinden und deren zukünftige Bedeutung noch nicht vollständig absehbar ist. Es adressiert damit ein zentrales Problem des Technologie- und Innovationsmanagements: Wie lassen sich Technologien erkennen, beobachten und bewerten, bevor ihre Einsatzfelder, Märkte, Standards und Wirkungen stabil ausgeprägt sind?

Charakteristisch sind mehrere Merkmale: relative Neuartigkeit, dynamisches Wachstum, zunehmende thematische Kohärenz, ein erwartetes hohes Wirkungs- oder Veränderungspotenzial sowie erhebliche Unsicherheit. Emerging Technologies sind daher nicht nur „neue Technologien“. Sie zeichnen sich dadurch aus, dass sie bestehende technische Pfade, Wertschöpfungsstrukturen, Geschäftsmodelle oder institutionelle Rahmenbedingungen verändern können, ohne dass Richtung, Geschwindigkeit und Ausmaß dieser Veränderungen bereits klar bestimmbar sind. Teilweise wird jedoch Emerging Technologies mit Schlüsseltechnologien übersetzt.⁷

Mit dem Konzept lässt sich erklären, warum technologische Entwicklungen in frühen Phasen schwer zu bewerten sind: Technische Leistungsdaten, Marktbedarf, regulatorische Bedingungen, komplementäre Infrastrukturen und gesellschaftliche Akzeptanz entwickeln sich parallel und beeinflussen sich gegenseitig. Dadurch entstehen Such-, Lern- und Bewertungsprozesse, in denen Organisationen zwischen Beobachtung, Experimentieren, Investition und strategischer Positionierung abwägen müssen.

Das Konzept lenkt die Aufmerksamkeit auf frühe Signale technologischer Veränderung. Zugleich macht es deutlich, dass frühe technologische Potenziale nicht automatisch zu marktfähigen Innovationen führen, sondern durch Kompetenzen, Ökosysteme, Standards, Regulierung und Skalierungsfähigkeit geprägt werden.

4.5. Schlüsselbegriffe

- Technologische Emergenz
- Unsicherheit
- Technologiefrüherkennung
- Foresight

7 https://www.bmfr.bund.de/EN/Research/EmergingTechnologies/emergingtechnologies_node.html.

-
- Diffusion

4.6. Quellen / Literatur

1. Rotolo, D.; Hicks, D.; Martin, B. R. (2015), What Is an Emerging Technology?, Research Policy, 44(10), S. 1827–1843.
2. Cozzens, S.; Gatchair, S.; Kang, J.; Kim, K. S.; Lee, H. J.; Ordóñez, G.; Porter, A. (2010), Emerging Technologies: Quantitative Identification and Measurement, Technology Analysis & Strategic Management, 22(3), S. 361–376.
3. World Economic Forum & Frontiers (2025), Top 10 Emerging Technologies of 2025, <https://www.weforum.org/publications/top-10-emerging-technologies-of-2025/in-full/>.
4. Porter, A. L.; Roper, A. T.; Mason, T. W.; Rossini, F. A.; Banks, J. (1991), Forecasting and Management of Technology, Wiley.

5. Deep Tech

5.1. Alternative Bezeichnungen

- Deep Technology
- Deep-Tech-Innovation
- Deep-Tech-Venture
- Wissenschaftsbasierte Ausgründung
- Science-based Venture

5.2. Verwendungskontext

- Startup- und Venture-Capital-Umfeld
- Innovations- und Wirtschaftspolitik
- Technologiemanagement & -transfer

5.3. Kerngedanke

Deep Tech (Innovationen) umfasst im Wesentlichen die Kommerzialisierung von komplexen Technologien durch wissenschaftsgetriebene Ausgründungen und Ventures, deren Kern in anspruchsvollen, schwer imitierbaren Technologien liegt und deren Entwicklung besondere Transfer-, Finanzierungs- und Skalierungsbedingungen erfordert.

5.4. Beschreibung

Deep Tech ist der wohl am klarsten abgrenzbare Technologiebegriff und zeichnet eine Form wissenschaftsgetriebener Innovation, die häufig aus Hochschulen, außeruniversitären Forschungseinrichtungen oder forschungsnahen Entwicklungsumgebungen hervorgeht. Im Mittelpunkt stehen Ausgründungen und Ventures, deren Wertversprechen nicht primär auf einem digitalen Geschäftsmodell, sondern auf neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen, substanzieller Ingenieurleistung oder schwer imitierbaren technologischen Lösungen beruht. Der Stifterverband fasst unter Deep Tech entsprechend als forschungsintensive Entwicklungen mit hohem Technologieanteil und erheblichen Wachstumspotenzialen zusammen.

Charakteristisch sind lange Entwicklungszyklen, technologische Tiefe, hohe Unsicherheit und erheblicher Kapitalbedarf. Deep-Tech-Vorhaben müssen technische Machbarkeit, Schutzrechte, regulatorische Anforderungen, Pilotierung und industrielle Skalierung oft klären, bevor stabile Märkte entstehen. Damit unterscheiden sie sich von vielen software- oder plattformbasierten Startups: Der Engpass liegt nicht nur im Marktzugang, sondern im Übergang von Forschungsergebnissen zu belastbaren Produkten, Produktionsprozessen und Wertschöpfungsstrukturen.

Das Konzept ist besonders im Startup- und Investmentbereich verankert, weil es eine spezifische Form von Venture-Entwicklung beschreibt. Deep-Tech-Startups benötigen geduldiges Kapital, spezialisierte Investoren, Zugang zu Laboren und Testumgebungen sowie Kooperationen mit Industrie, Hochschulen und Transferakteuren. Für Deutschland wird diese Frage zunehmend innovationspolitisch gerahmt: Deep Tech soll dazu beitragen, wissenschaftliche Stärke stärker in wirtschaftliche Dynamik, neue Märkte, technologische Souveränität und industrielle Erneuerung zu übersetzen.

Deep Tech überschneidet sich mit Schlüsseltechnologien und Emerging Technologies, bleibt aber abgrenzbar. Emerging Technologies betonen den frühen und unsicheren Entstehungszustand, Schlüsseltechnologien die strategische Bedeutung und beide die Querschnittsfunktion. Deep Tech richtet den Blick vorrangig auf wissenschaftsbasierte Ausgründung und die damit verbundenen Transferhürden, Kapitalintensität und die Skalierung komplexer Technologien.

5.5. Schlüsselbegriffe

- Wissenschaftsbasierte Ausgründung
- Technologietransfer
- Technologisches Risiko
- Patient Capital
- Industrielle Skalierung

5.6. Quellen / Literatur

1. Stifterverband (2025), Deep Tech: Wertschöpfungspotenziale für die deutsche Innovationswirtschaft heben, Impulspapier zur Bundestagswahl 2025.

https://www.stifterverband.org/sites/default/files/2025-02/deep_tech_wertschoepfungspotenziale_fuer_die_deutsche_innovationswirtschaft_heben.pdf.

2. Stifterverband (2025), Deep Tech: Wertschöpfungspotenziale für die deutsche Innovationswirtschaft, <https://www.stifterverband.org/medien/deep-tech>.
3. Véricourt, F. d. (o.D.), The foundation of deep-tech innovation What is deep-tech innovation and why we should care?, European School of Management and Technology, https://esmt.berlin/sites/default/files/2024-11/the_foundation_of_deep-tech_innovation-francis_de_vericourt.pdf.
4. Boston Consulting Group; Hello Tomorrow (2017), From Tech to Deep Tech: Fostering Collaboration between Corporates and Startups, https://web-assets.bcg.com/img-src/BCG-What-Deep-Tech-Startups-Want-from-Corporate-Partners-Apr-2017_tcm9-150440.pdf.
5. Boston Consulting Group; Hello Tomorrow (2021), Deep Tech: The Great Wave of Innovation, https://hello-tomorrow.org/wp-content/uploads/2021/01/BCG_Hello_Tomorrow_Great-Wave.pdf.

6. General Purpose Technologies (GPT)

6.1. Alternative Bezeichnungen

- Querschnittstechnologien
- Basistechnologien
- Universaltechnologien
- Transformative Technologien

6.2. Verwendungskontext

- Managementforschung
- Innovations- und Wirtschaftspolitik
- Technologiemanagement & -transfer

6.3. Kerngedanke

General Purpose Technologies sind breit einsetzbare Basistechnologien, die durch kontinuierliche Verbesserung, vielfältige Anwendungsmöglichkeiten und komplementäre Innovationen langfristig Produktivität, Organisationsformen, Märkte und technologische Entwicklungspfade in vielen Sektoren verändern.

6.4. Beschreibung

Das Konzept beschreibt Technologien, deren Wirkung nicht auf eine einzelne Anwendung, Branche oder Produktkategorie begrenzt ist. Ausgangspunkt ist die Beobachtung, dass bestimmte Technologien über längere Zeiträume hinweg als „Motoren“ wirtschaftlicher und technologischer Entwicklung wirken können. Klassische Beispiele sind Dampfmaschine, Elektrizität, Verbrennungsmotor, Halbleiter, Computertechnologie oder digitale Netzwerke. Im Mittelpunkt steht nicht nur die technische Erfindung selbst, sondern ihre breite Nutzbarkeit in vielen Anwendungsfeldern.

Charakteristisch für General Purpose Technologies sind drei Elemente: Breite Anwendbarkeit, technologische Verbesserungsdynamik und Komplementarität. Eine GPT kann in vielen Sektoren eingesetzt werden, verbessert sich im Zeitverlauf erheblich und entfaltet ihre Wirkung vor allem durch ergänzende Innovationen: neue Prozesse, Produkte, Geschäftsmodelle, Infrastrukturen, Standards, Kompetenzen und Organisationsformen. Deshalb entstehen Produktivitäts- und Wachstumseffekte oft nicht sofort. Zwischen Einführung, Diffusion, Anpassung komplementärer Systeme und messbarer Wirkung kann eine längere Übergangsphase liegen.

Mit dem Konzept lässt sich erklären, warum manche Technologien ganze Innovationswellen, Investitionszyklen und Strukturveränderungen auslösen. Für Technologie- und Innovationsmanagement ist es relevant, weil GPTs nicht wie isolierte Einzeltechnologien bewertet werden können. Entscheidend sind Anwendungspotenziale, Ökosysteme, komplementäre Assets, Standardisierung, Kompetenzaufbau und sektorübergreifende Diffusion. Die Nähe zum Begriff Schlüsseltechnologie liegt in der strategischen Bedeutung; GPTs sind jedoch enger durch ihre breite Einsetzbarkeit, Verbesserungsfähigkeit und komplementäre Innovationswirkung definiert.

6.5. Schlüsselbegriffe

- Breite Anwendbarkeit
- Komplementäre Innovationen
- Technologische Verbesserungsdynamik
- Produktivitätseffekte
- Querschnittstechnologie
- Langfristiges Wirtschaftswachstum

6.6. Quellen / Literatur

1. Bresnahan, T. F. & Trajtenberg, M. (1995), General Purpose Technologies ‘Engines of Growth’?, *Journal of Econometrics*, 65(1), S. 83–108.
2. Coccia, M. (2018), The Fishbone diagram to identify, systematize and analyze the sources of general purpose Technologies. *Journal of social and administrative sciences*, 4(4), 291–303.

3. Helpman, E. & Trajtenberg, M. (1996), Diffusion of General Purpose Technologies, NBER Working Paper No. 5773.
4. Goldfarb, A., Taska, B., & Teodoridis, F. (2023), Could machine learning be a general purpose technology? A comparison of emerging technologies using data from online job postings, Research Policy, 52(1), 104653.
5. Petralia, S. (2020), Mapping general purpose technologies with patent data, Research Policy, 49(7), 104013.

7. Dual Use Technologies

7.1. Alternative Bezeichnungen

- Zivil-militärische Technologien
- Mehrzwecktechnologien

7.2. Verwendungskontext

- Innovations- und Wirtschaftspolitik
- Technologiemanagement & -transfer

7.3. Kerngedanke

Dual Use Technologies beschreiben Technologien, Güter, Software oder Wissen, die sowohl für zivile als auch für militärische, sicherheitsrelevante oder potenziell schädliche Zwecke genutzt werden können und daher Innovationschancen, Transferpotenziale, Governance-Fragen und Missbrauchsrisiken zugleich erzeugen.

7.4. Beschreibung

Das Konzept beschreibt Technologien nicht primär nach ihrem technischen Neuheitsgrad, sondern nach ihrer Mehrfachverwendbarkeit in unterschiedlichen Nutzungskontexten, vorwiegend im militärischen Kontext. Ausgangspunkt ist die Beobachtung, dass viele Technologien weder eindeutig zivil noch eindeutig militärisch sind. Sensorik, Satellitentechnik, KI, Robotik, Halbleiter, Quanten- und Biotechnologien, Drohnen, Verschlüsselung, Hochleistungsrechnen oder bestimmte Materialien können zivile Innovationen ermöglichen, zugleich aber militärische Fähigkeiten, Überwachung, Cyberangriffe oder andere sicherheitsrelevante Anwendungen unterstützen.

Im Mittelpunkt steht die Kopplung von technologischer Offenheit, Anwendungskontext und Governance. Eine Dual-Use-Technologie ist nicht per se problematisch; ihre Bedeutung entsteht durch mögliche Nutzungspfade, Akteurskonstellationen, Kontrollierbarkeit, Skalierbarkeit und Missbrauchspotenzial. Im engen regulatorischen Sinn bezeichnen „dual-use items“ Güter,

Software und Technologien, die sowohl zivil als auch militärisch verwendet werden können. Die Europäische Kommission verwendet diese Definition ausdrücklich für Exportkontrollen. In einem breiteren innovationspolitischen Sinn umfasst Dual Use auch Forschung, Technologien und Artefakte, bei denen zivile, militärische, sicherheitsrelevante und potenziell illegitime Anwendungen ineinandergreifen.

Mit dem Konzept lässt sich erklären, warum Technologieentwicklung, Technologietransfer und Kommerzialisierung in sicherheitsrelevanten Feldern besondere Bewertungsmaßstäbe benötigen. Dual Use kann zivile Märkte und Verteidigungsanwendungen gegenseitig beschleunigen, etwa durch gemeinsame Basistechnologien, Beschaffung, Skaleneffekte oder Spillover. Gleichzeitig entstehen Zielkonflikte zwischen Offenheit und Kontrolle, wirtschaftlicher Verwertung und Sicherheit, internationaler Kooperation und strategischer Autonomie. Für Technologie- und Innovationsmanagement ist das Konzept relevant, weil es Innovationsportfolios, Partnerschaften, IP-Strategien, Exportkontrolle, Investorenkommunikation, Responsible Innovation und Risikomanagement miteinander verbindet. Gerade bei Querschnittstechnologien wie KI oder Quantentechnologien verschwimmen zivile und sicherheitsrelevante Anwendungspfade zunehmend, was neue Anforderungen an Governance, Compliance und strategische Technologiebewertung stellt.

7.5. Schlüsselbegriffe

- Zivile Nutzung
- Militärische Nutzung
- Sicherheitsrelevante Anwendung
- Exportkontrolle
- Technologietransfer

7.6. Quellen / Literatur

1. Molas-Gallart, J. (1997), Which way to go? Defence technology and the diversity of ‘dual-use’ technology transfer, *Research policy*, 26(3), 367-385.
2. Forge, J. (2010), A Note on the Definition of ‘Dual Use’, *Science and Engineering Ethics*, 16, S. 111–118.
3. Molas-Gallart, J., & Sinclair, T. (1999), From technology generation to technology transfer: The concept and reality of the “Dual-Use Technology Centres”, *Technovation*, 19(11), 661-671.
4. European Commission (o. J.), Exporting dual-use items, https://policy.trade.ec.europa.eu/help-exporters-and-importers/exporting-dual-use-items_en.