

ELISABETH EPPINGER, ANDREAS TAUBER, VIKTOR JAROTSCHKIN

EIN PRAXISLEITFADEN

TECHNOLOGIEENTWICKLUNGEN ERKENNEN UND STEUERN

TEIL 1: INDIKATOREN ZUR TECHNOLOGIEERKENNUNG UND -BEWERTUNG



Dieses Werk ist lizenziert unter einer [Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Elisabeth Eppinger, Andreas Tauber, Viktor Jarotschkin

Berlin, 2017

ISBN: 978-3-96110-059-0



Dieses Werk ist lizenziert unter [einer Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz.](#)

Dieser Leitfaden ist mit der Creative Commons Lizenz CC BY Namensnennung veröffentlicht. Diese Lizenz erlaubt es allen, das Werk zu verbreiten, zu verbessern und darauf aufzubauen, solange die Urheber*innen genannt werden.

Der Leitfaden ist im Pdf-Format unter folgender Adresse abrufbar:

http://edocs.fu-berlin.de/docs/receive/FUDOCS_document_00000028670

Kontakt: Elisabeth.Eppinger(AT)FU-Berlin.de

Freie Universität Berlin, Fachbereich Wirtschaftswissenschaft

Professur für Innovationsmanagement

Thielallee 73

14195 Berlin

Inhaltsverzeichnis

I. Einleitung	1
II. Ziele der Technologiebewertung	2
III. Vorgehen zur Technologiebewertung	3
1. Ziel formulieren:.....	3
2. Suchraum eingrenzen:	3
3. Wahl der Indikatoren und Datenbeschaffung:.....	4
4. Informationsaufbereitung:.....	4
5. Informationsbewertung:	4
6. Handlungsoptionen definieren:.....	4
7. Ziel erfüllen:	5
IV. Indikatoren zur Bewertung von Technologieentwicklungen.....	5
1. Forschungs- und Entwicklungsindikatoren – Ressourcenindikatoren.....	9
1.1 F&E-Projekte	10
1.2 F&E-Kooperationen	12
1.3 F&E-Ausgaben und Investitionen in Infrastruktur.....	14
1.4 F&E-Personal und Ausbildung	17
1.5 Informationsbeschaffung	19
2. Forschungs- und Entwicklungsindikatoren – Ertragsindikatoren	20
2.1 Patente	20
2.2 Publikationen: Wissenschaftliche, praxisorientierte Veröffentlichungen und Massenmedien	30
2.3. Konferenzen und Tagungen.....	35
2.4 Messen	37
3. Technologieindikatoren	38
4. Branchenstruktur und Wertschöpfungsketten	41
4.1 Machtverhältnisse und Komplexität der Wertschöpfungsstrukturen	42
4.2 Verankerung der Technologie in der Wertschöpfungskette	43
4.3 Hersteller, Wettbewerber und Neugründungen.....	44
4.4 Insolvenzen und Konsolidierungen, Fusionen und Übernahmen	46
4.5 Kooperationen und Joint Ventures	47
4.6 Zulieferer, Ausrüster und Anbieter komplementärer Dienstleistungen	48
4.7 Outsourcing und Offshoring.....	49

4.8 Nachhaltigkeitswirkung für Hersteller und Zulieferer.....	50
4.9 Verbände, Interessengruppen, Standardisierungsorganisationen.....	51
5. Marktindikatoren	53
5.1 Produkte, Pilotprojekte, Use Cases.....	54
5.2 Marktgröße, Marktdurchdringung, Marktsättigung und Eigenschaften der Nutzergruppen	56
5.3 Marketingmaßnahmen und Marken	58
5.4 Nachhaltigkeitswirkung und Nachhaltigkeitspotenzial für Kund*innen.....	60
6. Regulierung und Standards.....	61
V. Konzepte zur Informationsstrukturierung und -bewertung.....	63
Lebenszyklusmodelle und Technologieverbreitungskurven.....	64
Reifegradbestimmung	68
Technologie-Roadmapping	70
Portfoliokonzepte	72
Literatur.....	77

I. Einleitung

Auf die richtige Technologie zu setzen, die sinnvollsten Anwendungsfelder zu wählen und Technologieentwicklungen in die richtige Richtung mit passenden Eigenschaften zu steuern ist ausschlaggebend für den nachhaltigen Erfolg von Technologieunternehmen. Durch die weltweite Zunahme und Beschleunigung der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten sowie die steigende Verflechtung von Wertschöpfungsketten wird es jedoch zunehmend schwieriger, Technologieentwicklungen richtig einzuschätzen. Gleichzeitig hat sich durch das Internet der Zugang zu Daten und Informationen drastisch verbessert. Durch leistungsstarke Informations- und Telekommunikationsgeräte und Software sind große Datensätze einfacher zu erschließen und komplexe Datenanalysen auch mit neuartigen Indikatoren möglich. So haben sich auch für kleine und mittelständige Unternehmen die Möglichkeiten der indikatorengestützten Technologiebewertung verbessert.

Dieser Praxisleitfaden richtet sich an Organisationen wie Unternehmen und Forschungsinstitute, die Technologien entwickeln, in ihren Produkten anwenden oder für sonstige Zwecke analysieren. Er beinhaltet einen Überblick über unterschiedliche Indikatoren zur Bewertung und Einstufung von Technologien sowie ihrer Chancen und Grenzen. Zudem bietet dieser Leitfaden eine kurze Einführung in gängige Methoden der Informationsaufbereitung und der Technologiebewertung.

Dieses Handbuch wurde im Rahmen des Forschungsprojekts „TIMETECH – Harmonisierung der Timingstrategien von Technologien, F&E und Produktentwicklung zur Erarbeitung und Implementierung einer nachhaltigen Strategie für ein erfolgreiches Technologiemanagement“ verfasst. TIMETECH ist ein Projekt des Konsortiums „Advanced UV for Life“, welches an der Professur für Innovationsmanagement am Fachbereich Wirtschaftswissenschaft der Freien Universität Berlin durchgeführt wird. „Advanced UV for Life“ wird gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen des Programmes „Zwanzig20 – Partnerschaft für Innovation“. Projektträger ist der Projektträger Jülich, Forschungszentrum Jülich GmbH.



II. Ziele der Technologiebewertung

Im Allgemeinen geht es bei der Technologiebewertung um eine Entscheidungsfindung zur operativen Steuerung von Technologie-, Produkt-, und Entwicklungsportfolios. Die Entwicklung, Entwicklungsmöglichkeiten und Eigenschaften von Technologien werden aus unterschiedlichen Gründen bewertet, häufig mit den folgenden Zielen:

- **Technologiestrategie:** Technologiefrüherkennung, Einstufen von Entwicklungstrends, Einschätzen des Zeitpunkts der Verfügbarkeit (Reifegradbestimmung), der Akzeptanz, Entwicklung der Leistungsfähigkeit
- **Technologieportfoliomanagement:** Auswahl und Steuerung von Technologien, Forschungs- und Entwicklungsportfolio, Investitions- und De-investitionsentscheidungen, Entscheidungen über Akquise oder Eigenentwicklung, Art der Technologieverwendung und -verwertung
- **Auswahl und Steuerung von Technologieeigenschaften:** Operative Technologieentwicklung, Steuerung der Entwicklungsrichtung im Projektmanagement
- **Identifizieren von geeigneten Anwendungsfeldern:** Einsatz von Technologien in bestimmten Produkten und dem damit verbundenen Marktpotenzial der Technologie, Identifizieren von geeigneten Anwendungsfällen um die Vorteile der Technologie deutlich zu zeigen und die Adoption der Technologie zu verbessern, entsprechende Strategieentwicklung zur Markteinführung und Verbreitung von Technologien

Streng genommen ist das Portfoliomanagement von Technologien eine übergeordnete Kategorie, die der Auswahl und Steuerung der Technologieeigenschaften, dem Identifizieren von Anwendungsfeldern und dem Ermitteln der Verfügbarkeit dient. Beim Verfolgen der oben genannten Ziele helfen quantitative Kennzahlen und qualitative Merkmalsausprägungen, die den Entwicklungsverlauf von Technologien und die komplexen Prozesse von der Idee bis zur Marktreife transparenter gestalten. Diese Indikatoren stehen stellvertretend für Sachverhalte, die aufgrund ihrer Komplexität nicht direkt gemessen werden können. Sie helfen Zielvorgaben möglichst realistisch zu setzen und langfristig einzuhalten sowie nicht intendierten Effekten entgegenzusteuern.

Abhängig vom Ziel eignen sich unterschiedliche Indikatoren, Methoden der Informationsstrukturierung und der Bewertung. Beispielsweise wird für das operative Projektmanagement ein kürzerer Zeithorizont benötigt, um konkrete Leistungsparameter festzulegen, anders als für die Technologiestrategie, welche auf langfristige Entwicklungstrends gestützt wird. Je nach Ziel der Technologiebewertung sind daher andere Suchräume relevant, andere Zeithorizonte und entsprechend auch andere Methoden zur Informationsstrukturierung und -bewertung. Entsprechend sind die verschiedenen Indikatoren zum Erfassen von Technologieentwicklungen auch unterschiedlich geeignet für die verschiedenen Fragestellungen.

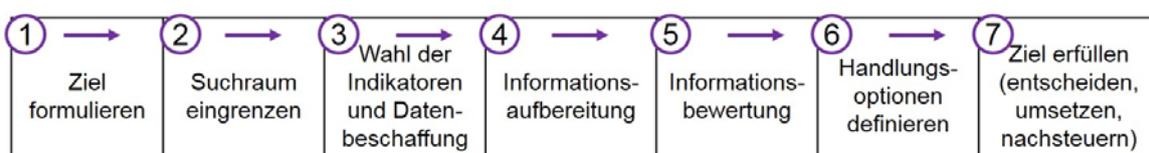
III. Vorgehen zur Technologiebewertung

Das Vorgehen zur Technologiebewertung kann in sieben Schritte unterteilt werden. Dabei sind die ersten fünf Schritte: 1. Ziel formulieren, 2. Suchraum eingrenzen, 3. Wahl der Indikatoren und Datenbeschaffung, 4. Informationsaufbereitung sowie 5. Informationsbewertung die Kernprozesse im Rahmen der Technologieanalysen. Die Schritte 6. Handlungsoptionen definieren und 7. Ziel erfüllen nachgelagerte Schritte, die allerdings im Rahmen der Technologiebewertung relevant sind da sich hier entscheidet, ob und wann der Prozess der Bewertung mit welchen Indikatoren erneut erfolgen wird. Denn abhängig von den Handlungen und deren Umsetzung werden neue Kennwerte definiert, welche zur Kontrolle eingesetzt werden können, um zu prüfen, ob die Ziele noch sinnvoll und realistisch sind, ob unerwartete Verzögerungen oder Barrieren auftauchen, oder sich sonstige Entwicklungen abzeichnen, welche zu einer Neubewertung der Informationen führen bzw. eine erneute Analyse notwendig werden lassen.

1. Ziel formulieren: Das Ziel einer Technologiebewertung ist ausschlaggebend für die Eingrenzung des Suchraums, die Wahl der Indikatoren und der Methoden zur Informationsaufbereitung und -bewertung. So werden für die Technologiefrüherkennung weichere Signale erfasst als für eine Definition von konkreten Technologieparametern in der Produktentwicklung. Teil der Zieldefinition ist auch die Eingrenzung der Technologie. Handelt es sich um breite Technologiebündel wie erneuerbare Energien oder enger gefasste Technologien wie die Photovoltaik, bei denen allgemeine Lebensphasen und die Entwicklungsbedarfe festgestellt werden sollen? Geht es um konkretere Produktgruppen wie Faserverbundwerkstoffe, hergestellt aus unterschiedlichen Materialien auf verschiedene Weisen, um deren erzielbare Leistungen in unterschiedlichen Produkten zu bestimmen? Oder sollen neue Einsatzgebiete für spezifische Verfahren wie Presshärten erschlossen werden? Diese Technologieeingrenzung ist ebenfalls für die Wahl der Indikatoren wichtig.

2. Suchraum eingrenzen: Grundsätzlich gilt für den Suchraum, je weiter er sich in die Zukunft erstreckt, umso geringer ist die Aussagekraft quantitativer Indikatoren, welche sich auf vergangenheitsbezogene Verläufe stützen und umso wichtiger werden Aussagen von Expert*innen. Der Suchraum definiert neben dem Zeithorizont auch die Vielfalt an möglichen Alternativen, d.h. den Entwicklungsraum der Technologien und ihrer Anwendungsfelder. Je nach Technologieart und -reifegrad variiert die mögliche Anzahl der Richtungen in diesem Raum von zwei bekannten Entwicklungspfaden bis hin zu n unbekanntem. Vom Ziel der Bewertung hängt auch die Referenz ab, mit der die Technologie verglichen wird. Dieses kann die gleiche Technologie im aktuellen Entwicklungsstadium sein, eine etablierte oder eine andere, sich in der Entwicklung befindende Wettbewerbstechnologien. Bei der Betrachtung konkurrierender Technologien sollte zwischen

Vorgehen zur Technologiebewertung



dem Substitutionswettkampf, also dem Verdrängen der herkömmlichen Technologie durch eine neue, und

der Konkurrenzsituation zwischen verschiedenen neuen Technologien, die alle auf dasselbe Anwendungsfeld abzielen, unterschieden werden. Die Konkurrenzsituation zwischen neuen Technologien ist in der Regel schwieriger abzuschätzen, wenn sie sich noch in der Entwicklungsphase befinden. Dieses wird zusätzlich erschwert, wenn die Konkurrenztechnologie auf einer anderen Wissensbasis und Wertschöpfungskette basiert, über die die Bewertenden nur geringe Kenntnisse haben.

3. Wahl der Indikatoren und Datenbeschaffung: Die Wahl des Indikatorensets zur Technologiebewertung sowie die Methoden der Aufbereitung und Auswertung hängen auch von den Ressourcen ab, die eine Organisation zur Verfügung hat. Der Aufwand der Datenbeschaffung und -aufbereitung muss sich für viele Untersuchungen in Grenzen halten. Entsprechend gilt es, bei den Indikatoren den Aufwand der Beschaffung und Aufbereitung in Relation zu der jeweiligen Aussagekraft zu setzen. Zudem müssen als Entscheidungshilfe für einen Indikator nicht alle Daten erfasst werden, wenn exemplarisch diejenigen erfasst werden, die stellvertretend für andere Unternehmen, Regionen, Zeitpunkte, Anwendungsfelder, etc. stehen. Mit relevanten Ausschnitten von Daten können Schlussfolgerungen bezüglich der anderen Datenverläufe gezogen werden. Zudem müssen die Daten möglichst aktuell sein. Zur Datenerhebung steht eine Vielzahl an Webcrawlern, Softwareagenten und Newsfeeds zur Verfügung, die teilweise Open Source-basiert und gebührenfrei verfügbar sind.

4. Informationsaufbereitung: Die Daten und Informationen müssen so aufbereitet werden, dass sie für die jeweilige Fragestellung Einschätzungen ermöglichen. Einige Datenbanken wie Publikationsdatenbanken, oder kommerzielle Angebote zu Branchen- und Marktkennzahlen bieten Templates zur Aufbereitung an. Andere Daten müssen systematisiert werden. Beispielsweise können Ontologien genutzt werden, um die Daten und Informationen strukturiert aufzubereiten. Die einfachsten Formen, die Daten strukturiert darzustellen, sind Trendverläufe, Scoreboards und Rangfolgen, um Entwicklungsverläufe, Bedeutung oder Verfügbarkeiten abzubilden. Bei Scoreboards und Rangfolgen müssen bereits die Informationen bewertet werden. Entsprechend fließend ist der Übergang zu Schritt 5 der Technologiebewertung, der Informationsbewertung.

5. Informationsbewertung: Die wohl größte Herausforderung bei Technologieanalysen ist die Bewertung der Informationen. Beispielsweise die Verortung einer Technologie im Lebenszyklus oder die Prognose, ob die Bedeutung steigen oder fallen wird sowie die Bedeutung der Ergebnisse für die eigene Organisation gestalten sich oft schwierig. Vorteilhaft ist daher die Informationsbewertung mit einer Gruppe anstatt von Einzelpersonen vorzunehmen oder zumindest nach Vorbereitung von einzelnen die Ergebnisse mit anderen zu diskutieren. Dieses kann im Rahmen einer Gruppendiskussion oder iterativ und virtuell erfolgen, beispielsweise in Form von einer Delphi-Studie, bei der die Eintrittswahrscheinlichkeit von Aussagen durch Expert*innen anonym bewertet werden.

6. Handlungsoptionen definieren: Die Handlungsoptionen können direkt von der Bewertung abgeleitet werden. Muss die Entwicklung beschleunigt werden? Dann kann beispielsweise geprüft werden, ob mehr Ressourcen für Eigenentwicklungen zur Verfügung gestellt werden sollten oder ob es sinnvoller ist, Aufträge für diesen Zweck zu vergeben. Marktbarrieren können durch entsprechende Maßnahmen abgebaut werden, je nachdem, in welchem Bereich die Hürden liegen. Aufklärungs- und Marketingkampagnen sowie

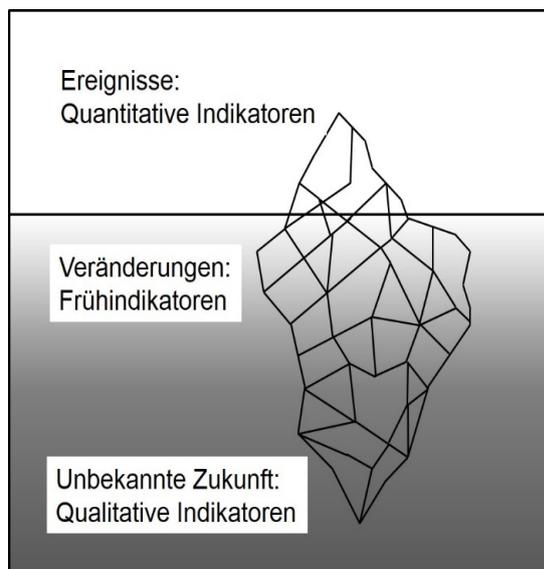
wissenschaftliche Studien unterstützen den Bekanntheitsgrad und helfen, gesellschaftliche Vorurteile und Unbehagen zu entkräften. Kooperationen und neue Geschäftsmodelle können Vorbehalte von Akteuren in der Lieferkette mildern, indem sie in die Wertschöpfung besser eingebunden werden, der Mehrwert der Technologie besser demonstriert werden kann und es ihnen möglich wird, mit der Technologie zu verdienen.

7. Ziel erfüllen: Als letztes folgt die Entscheidung für eine Handlung und deren Umsetzung. Hier empfiehlt es sich, klare Ziele sowie Risiken und Rahmenbedingungen zu definieren. So können die Aspekte und entsprechenden Indikatoren mit spezifischen Ausprägungen und Schwellenwerten identifiziert werden, die regelmäßig zu prüfen sind. Mit diesem Kontrollprozess können rechtzeitig Maßnahmen ergriffen werden und beispielsweise erneute Barrieren aus dem Weg zu räumen sowie unerwünschten Entwicklungen entgegen zu steuern. Wie häufig diese Aspekte überprüft werden sollten, hängt wiederum von den Zielen der Technologiebewertung sowie dem Stand und der Geschwindigkeit der Technologieentwicklung ab.

IV. Indikatoren zur Bewertung von Technologieentwicklungen

Indikatoren sollten aussagekräftig, transparent im Hinblick des Grundgedankens bezüglich der Reichweite und Genauigkeit ihrer Aussagekraft, reproduzierbar und zugänglich sein. Insbesondere in Bezug auf ihre Aussagekraft und den Zugang unterscheiden sich Indikatoren deutlich. So geben beispielsweise Verkaufszahlen, Umsätze mit Technologien und Lizenzen eine genaue Auskunft über die Verbreitung und den Wert von Technologien. Allerdings sind diese Informationen Unternehmensgeheimnisse und werden nirgends zentral gesammelt. Entsprechend schwierig ist der Zugang und die Daten können nur in Ausnahmefällen vollständig erhoben werden. Auch bezüglich des Zeithorizonts, für den sie geeignet sind, unterscheiden sich Indikatoren, wobei insbesondere die Frühindikatoren welche erste Hinweise auf Veränderungen geben, im strategischen Technologiemanagement von Interesse sind. Aufgrund ihrer spezifischen Aussagekraft und den jeweils verschiedenen Zugängen empfiehlt es sich, Technologien mit Hilfe einer Kombination unterschiedlicher Indikatoren zu untersuchen. Um beispielsweise Rangfolgen von Technologien zu erstellen können auch Indizes aus unterschiedlichen Indikatoren gebildet werden. Indikatoren für Technologieanalysen sind Hinweise und keine eindeutigen Merkmale eines bestimmten Zustands. Entsprechende Vorsicht ist bei Schlussfolgerungen geboten, die auf Basis von Indikatoren gezogen werden, insbesondere wenn die Daten nicht selbst erhoben sind. Denn wenn diese Daten quantitativ erfasst werden wird damit häufig ein exaktes Abbild der Wirklichkeit suggeriert. Ein transparenter Umgang mit den Annahmen bezüglich der Einflussfaktoren und Wirkungen auf die Entwicklung von Technologien ist daher wichtig, um diese kritisch prüfen zu können.

Einordnung von Indikatoren im Eisbergmodell



Zur Analyse werden in der Regel Daten aus der Vergangenheit genutzt. Diese können über Datenbanken, Expert*innen und Kund*innen bezogen werden. Von der vorherigen Entwicklung wird unter gegebenen Rahmenbedingungen abgeschätzt, ob der Entwicklungsverlauf gleich bleibt oder sich verändern wird. Dabei gilt, je weiter in die Zukunft gerichtet die Abschätzung ausfällt, umso ungenauer wird die Vorhersage und umso wichtiger sind klare Annahmen bezüglich der Einflussfaktoren. Viele der Indikatoren eignen können jeweils quantitativ erfasst und qualitativ beschrieben werden. Oft ist die bloße Zahl eines Merkmals wie Produktverkäufe oder Patente für sich allein wenig aussagekräftig. Wird sie mit einer qualitativen Beschreibung kombiniert, beispielsweise aus welchen Märkten oder von welchen Herstellern die Produkte oder Patente stammen, können genauere Aussagen bezüglich des Entwicklungsstands und des zukünftigen Wachstums einer Technologie getroffen werden.

Die Einteilung der Indikatoren kann anhand der Stufe der Technologieentwicklung oder des Bereichs, den sie abbilden, erfolgen. Die klassische Einteilung anhand der Stufe des Technologieentwicklungsprozesses umfasst die folgenden drei Gruppen:

- Ressourcenindikatoren, auch Input-Indikatoren wie finanzielle Aufwendungen für Projekte, Investitionen in Anlagen sowie Infrastruktur, F&E-Projekte, F&E-Kooperationen und F&E-Personal
- Ertragsindikatoren, auch Output-Indikatoren, wie Patente, wissenschaftliche und praxisorientierte Veröffentlichungen, Konferenzen, Produkte
- Fortschrittsindikatoren, auch Verbreitungs-, Adoptions- und Diffusionskennwerte, beispielsweise Zitationsraten von Veröffentlichungen und Patenten, Verkaufs- und Nutzerzahlen

Allerdings können Indikatoren auch zwei oder drei dieser Gruppen zugeordnet werden. So sind Technologiekennwerte Erträge und ihre Veränderung bildet den Fortschritt der Entwicklung ab. Hersteller und Zulie-

ferer können den Ressourcen, den Erträgen und den Fortschrittsindikatoren zugeteilt werden. Daher werden in diesem Leitfaden die Indikatoren anhand der folgenden sechs Bereiche vorgestellt, aus denen sie erhoben werden:

1. Forschung- und Entwicklung – Ressourcenindikatoren
2. Forschung- und Entwicklung – Ertragsindikatoren
3. Technologieindikatoren
4. Branchenstruktur und Wertschöpfungsketten (Kernbranche und beteiligte Branchen)
5. Marktindikatoren
6. Regulierung und Standards

Die folgenden Kapitel stellen die **wichtigsten Indikatoren** aus diesen Bereichen vor. Für jeden Indikator wird kurz erläutert, wofür er eingesetzt werden kann und welche Schlüsse aus seinen Ausprägungen gezogen werden können. Zudem wird für jeden Indikator eine allgemeine Einschätzung gegeben bezüglich seiner Aussagekraft und des Aufwands, die entsprechenden Daten zu erheben und auszuwerten. Die **Bewertung** der Aussagekraft und des Beschaffungs- und Auswertungsaufwands der Indikatoren basiert auf einem iterativen Prozess, bei dem im ersten Schritt die Einschätzungen zu den Indikatoren in der aktuellen wissenschaftlichen Literatur recherchiert wurden. Anschließend wurden die Indikatoren mit Expert*innen aus Unternehmen und aus der Wissenschaft diskutiert. Im letzten Schritt wurden die Bewertungen mittels einer anonymen Umfrage validiert, die mit Expert*innen aus der Wirtschaft und der Wissenschaft, die sich mit Technologieanalysen befassen, durchgeführt wurde. Die Bewertungen sind entsprechend als allgemeine Einschätzungen zu verstehen. Die tatsächliche Aussagekraft und der Zeitaufwand variieren stark, abhängig von der Art der Technologie und wie bekannt die Technologie sowie die entsprechenden Datenzugänge den Bewertenden sind. Demgemäß können die Bewertungen der einzelnen Indikatoren von Ihnen direkt ergänzt und korrigiert werden.

Aussagekraft

Anwendbarkeit als Entscheidungshilfe			
Validität	Gering	Mittel	Hoch
Synergieeffekte			
Vollständigkeit			
Breite des Erklärungsbeitrags			
	Gering	Mittel	Hoch

Fristigkeit



Quantifizierbarkeit



Zeitaufwand

Beschaffung

Aufbereitung und Auswertung



Auch bei den jeweiligen Listen der **Datenzugänge** werden nur einige Zugänge exemplarisch aufgeführt, da regelmäßig neue Anbieter von entsprechenden Datenbanken hinzukommen, andere ihre Angebote erweitern oder einstellen. Die Zugänge können ebenfalls direkt in diesem Leitfaden ergänzt werden. Für diesen Zweck wurden jeweils zwei leere Zeilen eingefügt.

1. Forschungs- und Entwicklungsindikatoren – Ressourcenindikatoren

Kennwerte aus dem Bereich F&E sind in erster Linie Ressourcen- und Ertragsindikatoren. Beispielsweise zeugen Ausgaben für Forschung, Entwicklung und geeignete Infrastruktur von der Bedeutung, die einer Technologie beigemessen wird. Direkte Ergebnisse von F&E, wie Patente und Veröffentlichungen, dokumentieren, ob der Input erfolgreich umgewandelt werden konnte. Insgesamt sind F&E-Indikatoren beliebt, weil sie verhältnismäßig gut erhoben werden können und bereits früh auf Technologieentwicklungen verweisen. Allerdings muss berücksichtigt werden, dass F&E-Indikatoren zwar darauf hinweisen, dass sich Unternehmen und Forschungsinstitute mit einer speziellen Technologieentwicklung befassen bzw. dass diese Technologien von Seiten des Staates gefördert wird, trotzdem unterliegen sie der Einschränkung, dass Technologiepotenziale insbesondere in Anfangsstadien überschätzt oder unterschätzt werden. Außerdem können neue Technologien ständig von anderen überholt werden.

Folgende allgemeine Aspekte und Einschränkungen sollten bei F&E-Ressourcenindikatoren berücksichtigt werden:

- Unternehmen halten einen großen Teil ihrer F&E-Aktivitäten streng geheim. Entsprechend sind Daten schwer zu beschaffen und nicht vollständig zugänglich. Auch das Ausmaß der fehlenden Daten bleibt unbekannt.
- Für öffentlich geförderte F&E-Vorhaben fehlt ebenso eine zentrale Datenbank, die einen Überblick über sämtliche Projekte und Programme bietet und diese technologiespezifisch aufbereitet. Viele Programme sind technologieunspezifisch und nicht nach Technologien verschlagwortet. Entsprechend ist die Vollständigkeit der Erhebung für diesen Indikator sehr eingeschränkt.
- F&E-Ressourcenindikatoren weisen darauf hin, dass sich Unternehmen mit einer bestimmten Technologieentwicklung befassen bzw. dass diese Technologien von Seiten des Staates gefördert werden. Sie unterliegen besondere in Anfangsstadien dem Problem der Fehleinschätzungen, dass sie von Seiten der Unternehmen oder der Förderinstitutionen falsch eingeschätzt werden.
- Synergieeffekte sind im Allgemeinen sehr groß, da gleichzeitig Kooperationspartner und Technologiequellen identifiziert werden können
- Die Breite des Erklärungsbeitrags ist im Allgemeinen sehr hoch, da bei einer inhaltlichen Auswertung der Indikatoren gleichzeitig die Technologierichtungen analysiert werden können.

1.1 F&E-Projekte

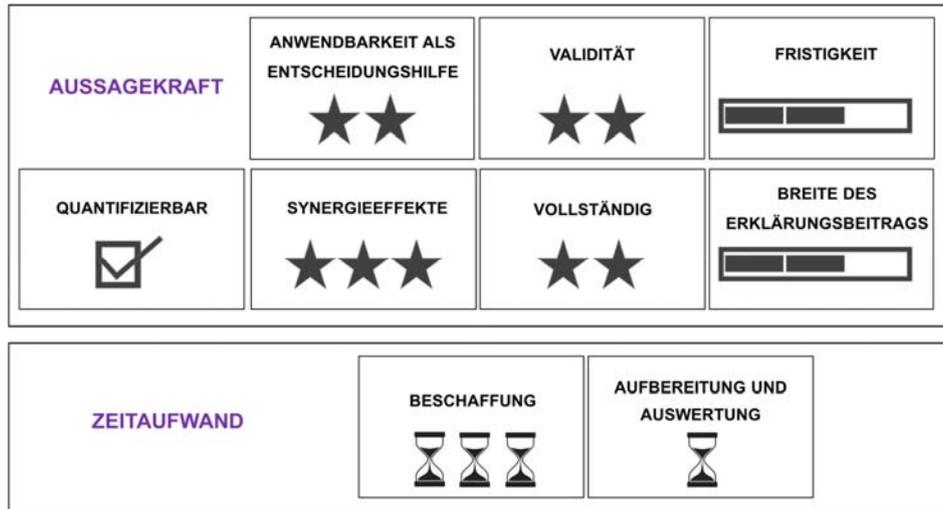
Anzahl, Größe wie finanzielle oder personelle Ressourcen und Qualität der **F&E-Projekte**, Bedeutung der beteiligten Projektpartner und Konsortien verdeutlichen, in welchem Maß in eine Technologie investiert wird. Dabei unterstützt eine Klassifizierung, von wem diese Projekte durchgeführt werden, neben der Häufigkeit die Interpretation. Die Erfolgsaussichten von wichtigen Konzernen werden in der Regel höher eingeschätzt, als wenn die Projekte von Neugründungen ausgeführt werden. Auch ob sie von Unternehmen oder von Forschungsinstituten durchgeführt werden lässt folgern, wie schnell die Technologie auf den Markt kommen kann.

F&E-Projekte von Unternehmen, d.h. **marktgetriebene F&E-Projekte** zielen auf die Verbesserung von Technologien, die einen hohen Mehrwert für Unternehmen haben, beispielsweise durch höhere Leistungsfähigkeit oder Eigenschaften, die neue Produkte ermöglichen. **Öffentliche F&E-Projekte** und **Förderprogramme** (Zahl, Größe, Bedeutung, Volumen) zielen auf grundlegendere Probleme ab und benötigen meist länger, um auf den Markt zu kommen. Die staatliche Förderung von Forschungsvorhaben von Unternehmen, entweder in Form von Einzel- oder Verbundprojekten, zeigt außerdem, in welche Richtung die staatlichen Interessen gehen und welche Technologien als gesamtwirtschaftlich zukunftsweisend erachtet werden oder gesellschaftlich relevant sind, beispielsweise aufgrund ihrer Bedeutung für die Umwelt. Besonders Trendtechnologien werden gefördert. Die Investitionen sind im Anfangsstadium hoch und fallen ab, wenn die Technologie im Markt etabliert und von Unternehmen ohne staatliche Unterstützung gefördert wird.

Allgemein werden Wachstumstrends von der Zahl der F&E-Projekte häufig von Stagnationsphasen oder einem Fall abgelöst, wenn die anfänglichen Erwartungen zu euphorisch waren und gesehen wird, dass die Entwicklung langwieriger und komplexer ausfällt, als angenommen. Die Zahlen steigen wieder an nach einer Neuorientierung, wenn beispielsweise grundlegende Probleme gelöst sind oder neue Anwendungsfelder erschlossen werden. Auch wird ein Aufwärtstrend dadurch sichtbar, dass neue Marktteilnehmer mit Projekten eintreten. Die Trendverläufe von unternehmensgetriebenen F&E-Projekten verlaufen unregelmäßiger als öffentlich geförderte. Dieses liegt vor allem daran, dass da die öffentlich geförderten Projekte über längere Zeiträume geplant und ausgeführt werden. Auch werden diese Projekte seltener abgebrochen.

Folgende Aspekte und Einschränkungen sollten berücksichtigt werden:

- F&E-Projekte weisen darauf hin, dass sich Unternehmen mit einer bestimmten Technologieentwicklung befassen bzw. dass diese Technologien von Seiten des Staates gefördert werden. Sie unterliegen besonders in Anfangsstadien dem Problem der Fehleinschätzungen, dass sie von Seiten der Unternehmen oder der Förderinstitutionen falsch eingeschätzt werden.
- Synergieeffekte sind sehr groß, da gleichzeitig Kooperationspartner und Technologiequellen identifiziert werden können
- Die Breite des Erklärungsbeitrags ist sehr hoch, da bei einer inhaltlichen Auswertung der Indikatoren gleichzeitig die Technologierichtungen analysiert werden können.



Zugang	Kosten
Unternehmenskontakte, Jahresberichte, Pressemeldungen, Webseiten der Unternehmen und Forschungsinstitute, Praktiker- und Verbandszeitschriften und Newsletter, Blogs, wissenschaftliche Zeitschriften, Patente	Gebührenfrei
Studien von Marktforschungsinstituten und Unternehmensberatungen	€ - €€€
Öffentlich geförderte F&E-Projekte: Webseiten der Förderinstitutionen, in Deutschland beispielsweise die Förderdatenbank des Bundes. Über Analyse von wissenschaftlichen Veröffentlichungen können internationale, öffentlich geförderte F&E-Projekte ermittelt werden, da die Förderung in der Regel angegeben ist.	Gebührenfrei

1.2 F&E-Kooperationen

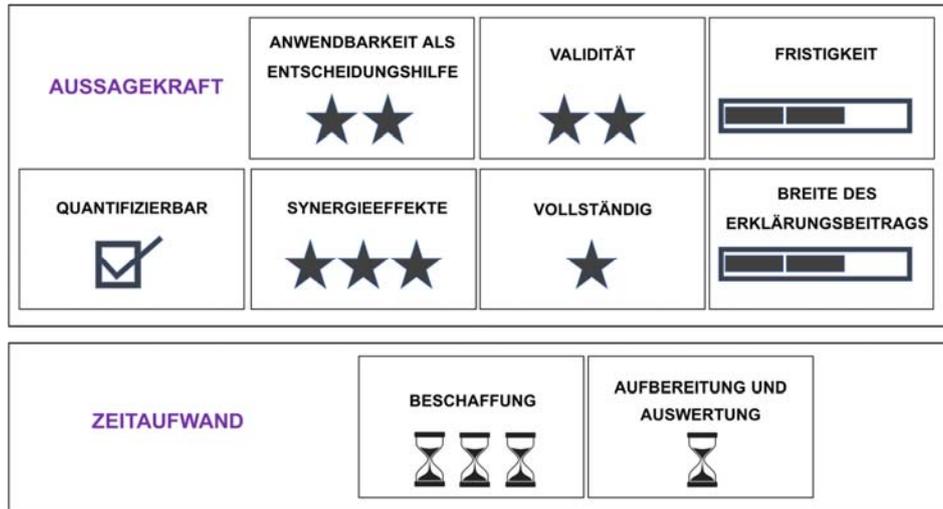
Ein Teil der F&E-Projekte wird in Kooperationen und größeren Verbänden durchgeführt. Die Zahl der **F&E-Kooperationen** ist zu Anfang einer Technologieentwicklung besonders hoch, wenn komplementäre Kompetenzen gebündelt werden müssen. Insbesondere entlang der Wertschöpfungskette wird mit vor- und nachgelagerten Akteuren wie Zulieferern, Anwendern, aber auch mit direkten Wettbewerbern kooperiert. Beim Vergleich von Technologien gilt es zu beachten, je aufwendiger die notwendigen Anpassungen von Produktionsanlagen oder sonstiger Infrastruktur für eine Technologie, desto mehr Kooperationen mit Wettbewerbern finden statt. Entsprechend kann ein hohes Kooperationsaufkommen auch ein Hinweis darauf sein, dass viele technologische Barrieren in der Entwicklung überwunden werden müssen und der Markteintritt der Technologien noch dauern wird. Gegen Ende der Entstehungsphase mehren sich F&E-Kooperationen mit Anwendern bzw. mit vor- und nachgelagerten Wertschöpfungspartnern während die Zahl der Kooperationen mit Wettbewerbern zurückgeht.

Vernetzung von Unternehmen und F&E-Einrichtungen: Insbesondere überregionale und internationale Vernetzungen von Forschungszentren und Wissenschaftlern sowie von Unternehmen können als Nachweis von Wissensaustausch und kooperativem Wissensaufbau gewertet werden. Vernetzung ist besonders in der Entstehungs- und ersten Wachstumsphase hoch und klingt im Laufe der Technologieverbreitung ab (siehe auch Kapitel 4.9 Verbände, Interessensgruppen, Standardisierungsorganisationen).

Netzwerkposition und Netzwerkdichte bei Kooperationen sowie Einbeziehung technologischer Distanz: Diese Kennwerte zur Position von Unternehmen und die Abschätzung von Kooperationen sind hilfreiche Indikatoren zum besseren Verständnis der Unternehmensposition im Angesicht sich verändernder technologischer Möglichkeiten. Der Leistung eines Unternehmens kann dabei mittels Kooperationen und dem Einbetten in Branchenclustern eine grundsätzlich neue Richtung und Kraft gegeben werden.

Folgende Aspekte und Einschränkungen sollten berücksichtigt werden:

- Unternehmen halten einen Teil der Kooperationen im Rahmen ihrer F&E-Aktivitäten geheim. Auch bei Zusammenarbeiten mit Forschungsinstituten können sie Verschwiegenheitsklauseln durchsetzen, wenn es sich um Auftragsforschung handelt. Entsprechend sind diese Daten schwer zu beschaffen und nicht vollständig zugänglich. Auch das Ausmaß der fehlenden Daten bleibt unbekannt.
- Meist werden nur für Kooperationen mit strategisch wichtigen Partnern Pressemeldungen veröffentlicht wenn die Technologieentwicklung schon in der Nähe der Marktreife ist, um beispielsweise Kund*innen, Geldgeber*innen und Anteilseigner*innen zu zeigen, dass in die Zukunft des Unternehmens investiert wird.
- Auch für öffentlich geförderten F&E-Kooperationen gibt es keine zentrale Datenbank, die einen Überblick über sämtliche Projekte bietet. Entsprechend ist die Vollständigkeit der Erhebung für diesen Indikator sehr eingeschränkt.



Zugang	Kosten
Unternehmenskontakte, Jahresberichte, Pressemeldungen, Webseiten der Unternehmen und Forschungsinstitute, Newsletter und Blogs	Gebührenfrei
Patente (gemeinsame Anmeldungen) und wissenschaftliche sowie praxisorientierte Veröffentlichungen (Autor*innen) und ihre jeweiligen Organisationszugehörigkeiten	Gebührenfrei
Studien von Marktforschungsinstituten und Unternehmensberatungen	€ - €€€
Öffentlich geförderte F&E-Kooperationen: Webseiten der Förderinstitutionen, in Deutschland beispielsweise die Förderdatenbank des Bundes	Gebührenfrei

Weiterführende Literatur

Gilsing, V., Nooteboom, B., Vanhaverbeke, W., Duysters, G., & van den Oord, A. (2008). Network embeddedness and the exploration of novel technologies: Technological distance, betweenness centrality and density. *Research Policy*, 37(10), 1717-1731.

1.3 F&E-Ausgaben und Investitionen in Infrastruktur

Investitionsmittel sind eine notwendige Voraussetzung für Innovationsaktivitäten. Darunter fallen alle finanziellen Ressourcen über die ein Unternehmen oder ein Forschungsinstitut frei verfügen kann. Unter den Einschränkungen, dass nicht alle frei verfügbaren Mittel für F&E ausgegeben werden und dass F&E-Ausgaben nur einen Teil der gesamten Ressourcen für Technologieentwicklungen ausmachen, da extern erworbenes Wissen z.B. durch Lizenzierungen hinzukommt, ist dieser Indikator einer der wichtigsten Ressourcen-Indikatoren. Die öffentlichen Ausgaben können als Anteil der staatlichen F&E-Zuwendungen an den gesamten F&E-Ausgaben einer Branche oder eines Unternehmens gemessen werden. Eine niedrige Quote ist dabei ein Anzeichen für eine stark marktgerichtete Innovationstätigkeit, wohingegen eine hohe Quote auf staatliche Zielenkungen schließen lässt.

Private und öffentliche **F&E-Ausgaben**: private Ausgaben für F&E, Venture Capital und in frühe Phasen Anschubfinanzierungen für Start-ups (z.B. Stipendien) und Seed Money. Im Innovationszyklus sind F&E-Ausgaben zuerst niedrig und steigen mit zunehmenden Gewinnaussichten bis zur Euphoriephase auf ein hohes Niveau. Falls es zu einer Ernüchterungsphase kommt, sinken die Unternehmensausgaben aufgrund unerfüllter Erwartungen auf ein mittleres Niveau ab, da einige die Technologieentwicklung komplett abbrechen und nur wenige weiter machen. Erst wenn bestimmte Probleme gelöst sind und neue Anwendungspotenziale erschlossen werden steigen die Ausgaben in der Aufschwungsphase wieder auf ein höheres Niveau und pendeln sich in der Diffusionsphase auf einer mittleren Ebene ein. Die öffentlichen F&E-Ausgaben sind wie die Projekte weniger Schwankungen unterlegen, da sie langfristiger geplant sind und unvorhergesehene Schwierigkeiten eher zu einer Aufstockung der F&E-Mittel führen kann. Entsprechend sollten die Trendverläufe privater und öffentlicher F&E-Ausgaben separat betrachtet werden.

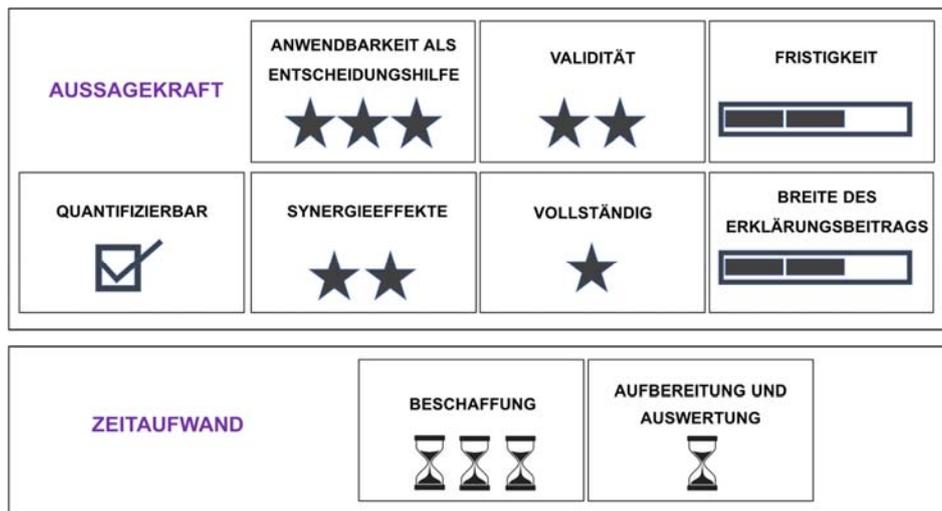
Privatinvestitionen in technologische Infrastruktur, beispielsweise in neue Anlagen und Fabriken. Ein geeigneter Indikator zur Messung der Investitionen sind die Bruttoanlageinvestitionen, da die mit der Anschaffung neuer Sachanlagen vollzogene technische Neuerung oft eine Voraussetzung für die Einführung neuer Produktionsverfahren und Produkte ist. Investitionen in neue Anlagen sind ein Zeichen dafür, dass sich Unternehmen für die kommenden Jahre auf eine bestimmte Technologie festlegen. Allerdings ist dieser Kennwert stark abhängig davon, inwieweit Technologien neue Infrastruktur benötigen oder passfähig in gegebene sind. Eine hohe Passfähigkeit in vorhandene Strukturen beschleunigt die Anwendung und Verbreitung von Technologien. Entsprechend gilt, je aufwendiger die Integration einer neuen Technologie desto höher muss ihr Mehrwert sein und desto mehr Investitionen müssen getätigt werden. Beim Vergleich von Technologien muss demzufolge berücksichtigt werden, welche Änderungen der Infrastruktur jeweils notwendig sind.

Öffentliche Investitionen in Technologieinfrastruktur. Öffentliche Investitionen dienen meist dazu, die Grundlage für den Innovationsprozess schaffen. Hierzu zählen z.B. Investitionen in komplexe Anlagen. Solche Investitionen befähigen Technologien und zeugen von der Bedeutung, die einer Technologie beigegeben wird. Auch Investitionen in befähigende Infrastruktur wie beispielsweise das Stromnetz, Ladestationen für Elektroautos, Breitbandausbau sind je nach Art der Technologie bei der Analyse von Interesse.

Investitions- und Beteiligungsprogramme des Bundes, der Länder und Kommunen können als langfristige Festlegung auf bestimmte Technologien interpretiert werden.

Folgende Aspekte und Einschränkungen sollten berücksichtigt werden:

- Selbst börsennotierte Unternehmen müssen in ihren Jahresberichten nicht im Detail F&E-Ausgaben spezifischen Technologien zuordnen. Bei kleinen und mittelständischen sowie eigentümergeführten Unternehmen sind diese Informationen meist nicht zugänglich. Offizielle Statistiken zu F&E-Investitionen sind in der Regel auf einem hohen Abstraktionsniveau erfasst. Detailliertere Zahlen werden nur bei wichtigen Schlüsseltechnologien erhoben. Entsprechend können diese Zahlen nur sehr schwer und lückenhaft erfasst werden.
- Auch öffentliche Investitionen liegen nicht vollständig und zentral vor. Auch wird bei der Projektförderung nicht angegeben, wieviel der Mittel auf Personal und welcher Anteil auf neue Anlagen fallen.
- Private Investitionen in F&E-Projekte sind besser geeignet, den Entwicklungsstand und das Potenzial, das einer Technologie beigemessen wird, zu bewerten. Dieser Kennwert ist eher mittelfristig zu interpretieren.
- Investitionen in Anlagen und Fabriken sowie öffentliche Investitionen sind langfristige Kennwerte, da ihnen längere Abstimmungs- und Entscheidungsprozesse vorausgehen. Die Validität bei Investitionen in Fabriken ist besonders hoch, da sie aus sorgfältige Kosten-Nutzen-Bewertungen resultieren.



Zugang	Kosten
Unternehmenskontakte, Jahresberichte, Pressemeldungen (Webseiten der Unternehmen und Forschungsinstitute), Praktiker- und Verbandszeitschriften und Newsletter, Blogs, Förder- und Beteiligungsberichte von Banken (z.B. von der KfW)	Gebührenfrei
Studien von Marktforschungsinstituten und Unternehmensberatungen	€ - €€€
Öffentliche Investitionen: Webseiten und Nachrichten des Bundes, der Länder und Kommunen.	Gebührenfrei

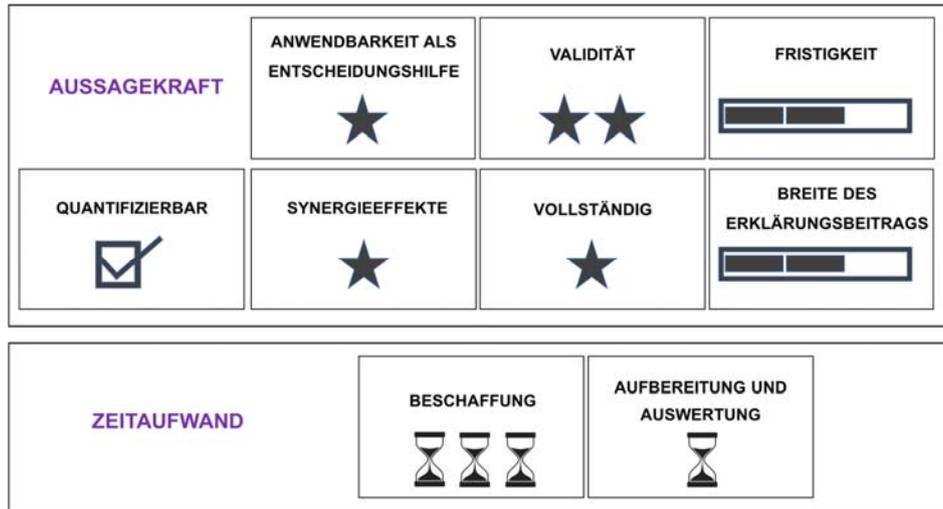
1.4 F&E-Personal und Ausbildung

F&E-Personal, d.h. Mitarbeitende mit technologiespezifischem Wissen sind eine wichtige Ressource. Technologien zugeordnet werden. Über Stellenausschreibungen und Neueinstellungen, bei denen nach spezifischen Kenntnissen gefragt wird, kann gefolgert werden, dass sich Unternehmen und Forschungsinstitute auf eine bestimmte Technologie fokussieren. Beispielsweise bieten große Konzerne auf ihrer Karriere Seite im Internet einen Überblick über aktuelle freie Stellen. Kleinere Unternehmen haben dafür meist keine Internetseite eingerichtet. Außerdem werden mittlerweile viele Neueinstellungen über Personalanwerbungsagenturen ausgelagert. Entsprechend ist dieser Indikator schwer zu erheben, da es intransparent bleibt, wer nach den entsprechenden Personen sucht und die Personalagent*innen teilweise passende Kandidat*innen direkt ansprechen. Zudem können bereits beschäftigte Personen nur schwer konkreten Technologien zugeordnet werden. Bei Forschungsinstituten gestaltet es sich leichter, den Technologiefokus der neuen Stellen zu identifizieren. Die Stellen müssen in der Regel offiziell ausgeschrieben werden und beinhalten häufig konkrete Beschreibungen der Technologie, zu der geforscht werden soll. Zudem kann über Publikationsanalysen die Forscher*innengemeinschaft und ihr Wachstum zu einem Technologiefeld identifiziert werden.

Neue Technologien erfordern auch neue Kompetenzen. Dafür werden neue, **technologiespezifische Lehrinhalte bei Ausbildungen, komplett neue Ausbildungsberufe, Studiengänge und Kurse in Studiengängen sowie Weiterbildungsprogramme** eingeführt, Entsprechende Neuausrichtungen der Schwerpunkte von Berufsausbildungen oder gar die Einführung neuer Berufe und Studiengänge zeugen von einer hohen, steigenden Bedeutung der Technologie und können gleichzeitig als Grad der erforderlichen Änderung in der Wissens- und Knowhow-Kompetenz genutzt werden.

Folgende Aspekte und Einschränkungen sollten berücksichtigt werden:

- Der Zeitaufwand der Datenbeschaffung ist hoch, da keine zentralen Datenbanken die Informationen zu F&E-Personal und Ausbildungen bündeln
- Auch die Vollständigkeit der Daten ist demzufolge gering, da sie teilweise nicht zugänglich sind und das Ausmaß der fehlenden Daten unbekannt bleibt
- F&E-Personal eignet sich für mittelfristige Prognosen und Ausbildungen können für langfristige Zeitschienen genutzt werden



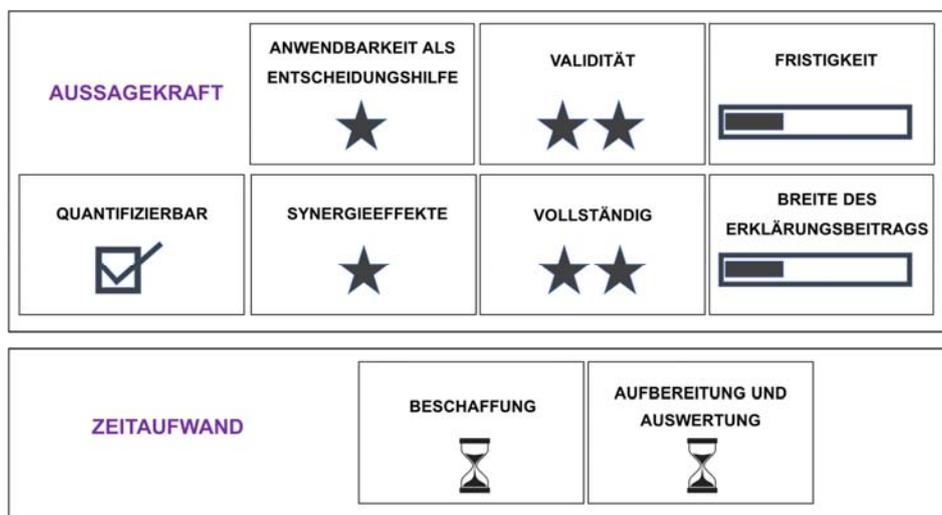
Zugang	Kosten
Stellenportale, Stellenausschreibungen auf Unternehmenswebseiten und Webseiten der Forschungsinstitute, auf sozialen, berufsbezogenen Netzwerken und auf Stellenportalen	Gebührenfrei
Webseiten von Bildungsinstitutionen, Verbänden, Kammern, Berufsgenossenschaften, Informationen zu Bildungsprogrammen, z.B. Fortbildungsprogrammen, Ausbildungsinhalten, Studienverlaufsplänen	Gebührenfrei

Weiterführende Literatur

Rappa, M. (2000) Assessing the emergence of new technologies: The case of compound semiconductors. In: Van de Ven, A., Angle, H., Poole, M. (eds.) Research on the Management of Innovation. Oxford University Press, New York, 439-464.

1.5 Informationsbeschaffung

Zur **Informationsbeschaffung** über Technologien wird von potenziellen Entwickler*innen, Herstellern und Kund*innen das Internet mit Suchmaschinen durchforstet. Google hat bei den Suchmaschinen einen Marktanteil von ungefähr 95 %. Entsprechend eignet sich eine Auswertung von Suchbegriffen mit Google Trends, um ein Bild zu bekommen, welche Schlüsselwörter in welchen Regionen zu welchen Zeiträumen recherchiert werden. Hier ist in der Anfangsphase von Technologien ein Anstieg mit extremen Schwankungen zu verzeichnen, der sich typischerweise nach den ersten marktfähigen Produkten auf einer mäßigen Steigung einpendelt. Diese fällt erst wieder, wenn die Technologie mit den entsprechenden Produkten weit bekannt ist oder durch leistungsfähigere überholt wird.



Zugang	Kosten
Google Trends – Einstellungen des Zeitraums und der Regionen möglich	Gebührenfrei
Softwareagenten	Gebührenfrei - €€

2. Forschungs- und Entwicklungsindikatoren – Ertragsindikatoren

Die Ertragsindikatoren bilden die direkten F&E-Ergebnisse ab. Dazu zählen Patente bei patentintensiven Technologien, Veröffentlichungen, Konferenzen und Messen und vor allem Produkte. Letztere werden bei den Marktindikatoren vorgestellt, da ihre Entwicklung einer der wichtigsten Fortschrittsindikatoren ist, welcher Verbreitung von Technologien abbildet.

2.1 Patente

Patente zählen zu den wichtigsten Indikatoren zur Bewertung von Technologien. Sie liefern aufschlussreiche Informationen, auch wenn nicht alle Erfindungen patentiert werden und nicht alle Patente für wichtige Erfindungen stehen. Mit Patenten lassen sich neben Erfindungsaktivitäten auch Technologierichtungen bewerten. Sie geben Auskunft, wer an welchen Erfindungen beteiligt ist, wie viele Erfindungen in welchen Bereichen getätigt werden, über welche Technologiefelder sich Entwicklungen erstrecken, welche neuen Technologiepfade entstehen und welche wieder versiegen. Insbesondere die bibliometrischen Daten werden häufig eingesetzt, wie beispielsweise Patentklassen, Erfinder*innen und Anmelder*innen, Zitationen (Art der Dokumente: Patente oder Wissenschaftliche Veröffentlichungen, Vorwärts- und Rückwärts), sowie die Zahl der abhängigen und unabhängigen Patentansprüche. Zudem kann mit kombinierten Kennwerten die Bedeutung von Patenten eingeschätzt werden. Auch können Patente inhaltlich ausgewertet werden, indem sie einzeln gelesen oder mit speziellen Softwarelösungen semantisch ausgewertet werden.

Die Synergieeffekte von Patentanalysen für unterschiedliche Aspekte des Technologie- und Innovationsmanagements sind sehr hoch. Patentdaten müssen beispielsweise im Falle eigener Patentanmeldungen beschafft und ausgewertet werden. Sie ermöglichen einen Überblick über den aktuellen Stand der Technik und eine Auswertung erspart somit Doppelerfindungen. Sie bieten Hinweise mögliche Kooperationspartner für die Entwicklung und Verwertung. Durch Patentanalysen kann außerdem die Gefahr vermindert werden, Patente anderer zu verletzen.

Aufgrund der Verfügbarkeit der Patentdaten und der Fülle an bibliometrischen Informationen, deren Aufbereitung automatisiert werden kann, wurden eine Reihe an Patentkennwerten für Technologieanalysen über Jahrzehnte entwickelt und getestet. In diesem Leitfaden werden die wichtigsten Merkmale von Patenten kurz vorgestellt und im Hinblick auf ihre Anwendung für Technologieanalysen bewertet.

Insgesamt sollten bei den Patentindikatoren folgende Aspekte berücksichtigt werden:

- Die Aussagekraft von Patenten ist auf Technologiefelder und Bereiche beschränkt, in denen Erfindungen tatsächlich üblicherweise patentiert werden und nicht geheim gehalten werden. Entsprechend liefern Patente für Produkte einen höheren Erklärungsbeitrag als für Verfahren und für junge Technologien als für etablierte.
- Vorsicht bei Vergleichen von Technologien mittels Patentierungstrends! Eine höhere Anmeldungs- und Erteilungsrates von Patenten bedeutet nicht, dass die Technologie eine höhere Bedeutung am Markt hat oder haben wird. Sie zeugt lediglich davon, dass Erfindungen noch patentiert werden können, dass es

unter Umständen sinnvoll ist zu patentieren anstatt die Erfindung geheim zu halten und dass Organisationen an Entwicklungen arbeiten.

- Technologien, Branchen, Länder und Unternehmen weisen deutliche Unterschiede in ihrer Patentaffinität auf. Generell patentieren große Unternehmen deutlich mehr als kleine, in China und Japan wird kleinteiliger und somit wesentlich mehr angemeldet als in Deutschland oder in den USA, in der Chemieindustrie sind Patente trotz Anstieg der Forschungs- und Entwicklungsausgaben rückläufig, in der Biotechnologie wird mehr patentiert als im Maschinenbau. Insbesondere bei Vergleichen, in denen Branchen- und Länderunterschiede zusammenfallen gilt dieses zu beachten.
- Die Qualität der Abstracts unterscheidet sich deutlich, je nach Patentamt und deren Anforderungen.
- Erfindungen werden von Assessor*innen theoretisch geprüft. Entsprechend können selbst bei Patentschriften wichtige Aspekte geheim gehalten werden. Beispielsweise werden evtl. Aspekte ausgedacht, ohne dass sie wirklich praktisch überprüft wurden ob die Erfindung tatsächlich reproduzierbar ist, Parameter können in breiten Spannen angegeben werden, so dass die genauen Parameterkombinationen schwierig zu ermitteln sind oder ein Teil der Komponenten und Prozessschritte werden geheim gehalten.
- Ein langer Zeitraum zwischen Anmeldung und Erteilung wird als Zeichen für komplexe Erfindungen gewertet. Verhältnismäßig lange Dauer der Erteilung bedeutet nicht zwingend, dass es sich um komplexe Erfindungen handelt, sondern es kann sich auch um Erfindungen mit sehr geringem Neuheitsgrad handeln oder um eine Anmeldestrategie, bei der aus unterschiedlichen Gründen die Entscheidung über die Erteilung hinauszögert werden soll.

Zugang	Kosten
Datenbanken der Patentämter (Depatisnet, USPTO, JPO, EPO): auf Neuheitsrecherche ausgelegt, für kleine und mittlere Datensätze geeignet	Gebührenfrei
Kommerzielle Softwarelösungen, welche die Recherche vereinfachen, Analysetemplates anbieten und teilweise eigene Interpretationen durch Verknüpfung mit Markt- und Unternehmensdaten liefern: Patentinspiration; Matheo Patent; PatentSight; Patent iNSIGHT Pro; PatentExplorer; STN AnaVist; WISDOMAIN ActionablePatents	€€-€€€
PATSTAT, Texterschließung eingeschränkt da bei Europäischen Patenten in der Regel keine hohen Standards für das Abstrakt	€€
World Patent Index, beste Texterschließung	€€€
Bundespatentgericht, Patentgerichte der Länder, für Urteile bei Klagen bzw. Nichtigkeitsentscheidungen	Gebührenfrei
IFI CLAIMS	Viele unterschiedliche Preismodelle
LexisNexis; Rechercheunterstützung für Compliance, Research, Media Intelligence, Intellectual Property	€€

Weiterführende Literatur

Grundlagen zur Patentrecherche:

Schmoch, U., & Grupp, H. (1990). *Wettbewerbsvorsprung durch Patentinformation: Handbuch für die Recherchepraxis*. Köln: Verlag TÜV Rheinland.

Aktuelle Grundlagen zur Patentrecherche inklusive semantischer Analysen:

Walter, L., & Schnittker, F. (2016). *Patentmanagement: Recherche, Analyse, Strategie*. Berlin: De Gruyter Oldenbourg.

Bewertung und Weiterentwicklung einzelner Patentindikatoren:

Reitzig, M. (2004). Improving patent valuations for management purposes—validating new indicators by analyzing application rationales. *Research Policy*, 33(6), 939-957.

Anwendung von Patentindikatoren zur Einstufung von Technologien in ihrer Lebensphase:

Schmoch, U. (2007). Double-boom cycles and the comeback of science-push and market-pull. *Research Policy*, 36(7), 1000-1015.

Gao, L., Porter, A. L., Wang, J., Fang, S., Zhang, X., Ma, T., ... & Huang, L. (2013). Technology life cycle analysis method based on patent documents. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(3), 398-407.

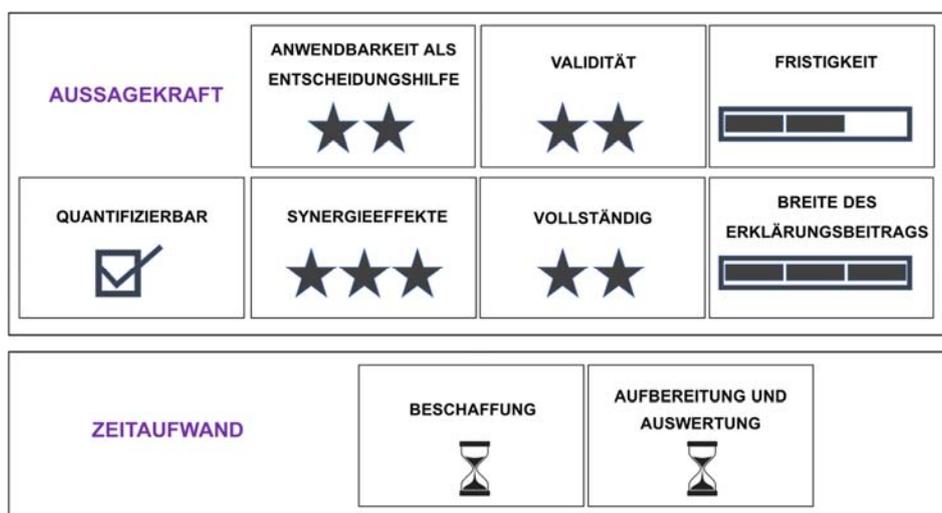
Haupt, R., Kloyer, M., & Lange, M. (2007). Patent indicators for the technology life cycle development. *Research Policy*, 36(3), 387-398.

Häufigkeit (Patente und Patenfamilien): Entwicklungstrends der Patentanmeldungen und -erteilungen geben Auskunft über Entwicklungsverläufe von Technologien. Bei zeitnahen Untersuchungen sind die Anmeldezahlen wichtig, da die Erteilung je nach Technologiefeld 2 - 3 Jahre dauert. Bei etablierten Technologien reduziert eine Fokussierung auf erteilte Patente die Zahlen und unterstützt somit die Übersichtlichkeit. Anmeldungen und Erteilungen nehmen i.d.R. stetig zu bis die Technologie ans Ende ihrer Lebenszeit kommt. Sinkende Anmeldezahlen zeugen davon, dass die Technologie ausgereift ist und technische Probleme gelöst wurden oder dass die Technologie von Alternativen überholt wurde.

Die Häufigkeit liefert qualitativ bessere Schlussfolgerungen, wenn sie kombiniert wird mit der **geographischen Reichweite**, beispielsweise über eine Analyse der **transnationalen Patenten**, und **Patentfamilien**. Patente werden i.d.R. nur in den wichtigsten Herstellerländern und Märkten angemeldet. Die Reichweite der Patent(-familien) über die Anmeldeländer zeigt, in welchen Regionen die Inhaber aktiv sind bzw. ihre Aktivitäten ausbauen und ihre Wettbewerber sitzen. Entsprechend lässt sich ableiten, in welchen Regionen die wichtigsten Märkte und Hersteller sind.

Folgende Aspekte und Einschränkungen sollten bei Patentierungstrends berücksichtigt werden:

- Die Aussagekraft ist für transnationale Patentfamilien mit fünf Ländern wesentlich höher, als für einfache Patente. Bei transnationalen Patentfamilien mit drei Ländern ist die Aussagekraft für asiatische Länder geringer, als für Familien die auch amerikanische und europäische Länder umfassen.
- Die Synergieeffekte und die Breite des Erklärungsbeitrags sind für patentintensive Technologien sehr hoch, sonst eher gering.
- Beschaffung und Aufbereitung sind gering. Mit etwas Einarbeitung können Analysen mit gängigen Softwarelösungen erstellt werden und eine Vielzahl kostenpflichtiger Anbieter stellt Softwarelösungen und Templates für Recherchezwecke und für Auswertungen zur Verfügung.



Anmeldende und Ko-Patente: Die Art und Zahl der anmeldenden Akteure ist aufschlussreich für die Marktkonzentrationen (z.B. Verteilung der Unternehmensgröße) und die Investitionen von Unternehmen in bestimmte Technologiepfade. Bei neuen Technologiefeldern melden verhältnismäßig viele Start-ups Patente an, wie zurzeit in der Elektromobilität. Wichtig ist, dass große Unternehmen generell mehr patentieren und sich die Patentierneigung zwischen Unternehmen deutlich unterscheidet. Die Annahme, dass sich die Art der Anmelder*innen im Lebenszyklus ändern und mit Universitäten beginnt, die Basiserfindungen patentieren und von Unternehmen mit angewandte Erfindungen abgelöst werden, ist empirisch nicht bestätigt. Unternehmen investieren heutzutage genauso in neue, erfolgsversprechende Technologiefelder, teils noch schneller als Universitäten und Forschungsinstitute da sie flexibler ihre Ressourcen neu einteilen können.

Ko-Patente, d.h. Patente mit zwei oder mehr anmeldenden Organisationen gelten dabei als Indikator für besonders wertvolle oder wichtige Patente, besonders wenn die Organisationen in verschiedenen Ländern angesiedelt sind. Die Pateninhaber tragen den Verwaltungsaufwand. Da sich bei Ko-Patenten zwei Organisationen oder mehr die Inhaberschaft teilen wollen anstatt dass eine die Verwaltung übernimmt und der anderen gebührenfreie Lizenzrechte einräumt, wird davon ausgegangen, dass sie diesen Mehraufwand nur in Kauf nehmen, wenn es sich um besonders wichtige Patente handelt. Auch gilt in vielen Ländern, dass bei Ko-Patenten die jeweiligen Organisationen ohne Erlaubnis der Ko-Inhaber*innen Patente lizenzieren dürfen, wenn es nicht anders vertraglich festgelegt wurde. Allerdings ist hier zu berücksichtigen, dass sich die Inhaberschaft auch während des Erteilungsprozesses und der Patentlaufzeit jederzeit ändern kann. Dieses wird allerdings nicht in den Patentämtern nachgetragen sondern muss für die Patente über die rechtlichen Ereignisse recherchiert werden. Auch kann der Grund für Ko-Patenten zwischen Unternehmen und Forschungsinstituten durch Richtlinien der Forschungsinstitute oder Förderung entstehen, wenn beispielsweise die öffentliche Mittel zur F&E eingeworben wurden, deren Vergabe daran geknüpft ist, dass die aus der Forschung resultierenden Patente beiden Institutionen gehören sollen.



Patentverkäufe und Lizenzen sind eindeutige Kennzeichen dafür, dass die Technologie des betreffenden Patents oder Patentportfolios einen entsprechenden wirtschaftlichen Wert hat. Wenn eine Technologie wächst und erfolgsversprechend ist, wechseln Patente die Besitzer*innen oder werden für weitere Regionen und Anwendungsfelder lizenziert.

Die Änderungen der Besitzverhältnisse von Patenten werden nur über begleitende Informationen zu rechtlichen Ereignissen sichtbar, nicht in den bibliographischen Stammdaten der Patente, die recherchiert werden können. Lizenzen wiederum sind nur über ergänzende Unternehmensdatenbanken und Pressemeldungen von Unternehmen und Forschungsinstituten recherchierbar und werden dort auch nur erfasst, wenn Unternehmen diese preisgeben. Demzufolge ist besonders der Aufwand der Datenbeschaffung groß und die Vollständigkeit der Daten gering.



Zitationen: Wird ein Patent verhältnismäßig oft zitiert (Vorwärtszitationen), ist dies ein Hinweis darauf, dass es sich bei dem Patent um eine wichtige, grundlegende Erfindung handelt. Daher können Vorwärtszitationen als Indikator genutzt werden, um für ein Technologiefeld wichtige Patente zu bestimmen. „Verhältnismäßig viel“ bedeutet für Patentkennwerte immer bezogen auf Durchschnittswerte der Patentinhaber*innen, der Länder oder der jeweiligen Patentklasse, je nachdem was verglichen wird. Bei Zitationsanalysen sollten Zeitverzögerung durch Erteilungsverfahren beachtet werden. Entsprechend wird oft mit Zitationsraten in den ersten Jahren nach Erteilung des Patents gerechnet. Ein direkter Zusammenhang zwischen häufig zitierten Patenten, d.h. technologisch für die Erfindungen wichtige Patente und den wirtschaftlich wichtigsten Patenten konnte allerdings bisher nicht nachgewiesen werden.

Wenn ein Patent verhältnismäßig viele andere Patente zitiert, d.h. viele sogenannte Rückwärtszitationen erhält, handelt es sich eher um eine angewandte Erfindung mit geringerem Neuheitswert. Ebenso gilt ein Patent, das relativ viele Patente und wenig wissenschaftliche Quellen zitiert, tendenziell als eine angewandte Erfindung anstatt einer grundlegenden. Zitiert hingegen ein Patent relativ viel wissenschaftliche Literatur und kaum oder keine Patente, handelt es sich eher um eine grundlegendere, wissenschaftsbasierte Erfindung.



Bei **Patentansprüchen** werden unabhängige, die für sich allein stehen und abhängige, die sich auf einen vorherigen Patentanspruch beziehen, unterschieden. Da die abhängigen Patentansprüche sprachlich nach einem einheitlichen Muster eingeführt werden („...eine Erfindung/ ein Produkt/ ein Verfahren wie in Patentanspruch XY...“), können sie mit entsprechender Software automatisiert unterschieden werden. Eine relativ hohe Zahl unabhängiger Patentansprüche ist ein Hinweis auf eine für das Technologiefeld wichtigere/ grundlegendere Erfindung. In der Praxis gilt dieser Indikator als weniger aussagekräftig als Vorwärtszitationen.

Die **Patentklassen** werden von Patentassessor*innen zugeteilt und veranschaulichen die Technologiefelder, in denen die Erfindung einen Lösungsbeitrag für technische Probleme leistet. Eine relativ hohe Zahl unterschiedlicher Patentklassen ist ein Hinweis auf ein Patent für eine wichtige Querschnittstechnologie oder eine Grundlagenerfindung, die für viele Technologiefelder einen Mehrwert hat.

Art der Erfindung: Produktpatente gelten häufiger als wirtschaftlich lukrativer als Verfahrenspatente, da Verletzungen von Verfahren kaum festgestellt und nachgewiesen werden können und sie dadurch schwer durchzusetzen sind. Theoretische Annahmen, dass anfangs mehr Produktpatente angemeldet werden und Verfahrenspatente gegen Ende eines Technologielebenszyklus zunehmen da überwiegend Herstellverfahren verbessert werden, konnten in der Praxis nicht bestätigt werden. Wahrscheinlich werden auch bei älteren Technologien weiterhin anwendungsorientiert Produkte geschützt und die Patentierneigung ist insgesamt für Produktpatente höher, als für Verfahrenspatente.



Nichtigkeitseinsprüche, Nichtigkeitsklagen und Patentverletzungsklagen: Klagen sind ein eindeutiger Beleg dafür, dass ein Patent mindestens einen Wettbewerber stört und dass die Erfindung demzufolge wirtschaftlich interessant ist. Ansonsten würde das klagende Unternehmen die finanziellen und zeitlichen Ressourcen nicht für einen Prozess aufwenden. Nichtigkeits- und Verletzungsklagen häufen sich vor allem in der Markteintritts- und ersten Wachstumsphase, wenn die Technologie an wirtschaftlicher Bedeutung zunimmt und ihr Potenzial als hoch angesehen wird. Sie pendeln sich dann theoretisch auf einem Plateau ein und hören auf, wenn die Technologie an Bedeutung verliert. Allerdings tauschen sich Unternehmen erst aus, bevor sie eine Patentverletzung gerichtlich melden und einigen sich häufig auf Lizenzen, bevor es zu einem Prozess kommt. Entsprechend können die Daten zu Verletzungsklagen nicht vollständig erfasst werden und der Beschaffungsaufwand ist sehr hoch.

Einsprüche bei Patentanmeldungen können innerhalb der neun Monate nach Veröffentlichung der Patentschrift beim jeweiligen Patentamt eingereicht werden. Nach der Erteilung ist dieses nur noch am Patentgerichtshof möglich. Vermehrte Einsprüche zeugen ebenso wie Verletzungsklagen davon, dass die wirtschaftliche Bedeutung der Technologie zunimmt.



Semantische Analysen: Vergleiche von Begriffspaare und n-Gramme eignen sich, um die sprachliche Entwicklung in großen Patentkorpora zu untersuchen und damit beispielsweise einzigartige Patente oder Verletzungen zu identifizieren. Auch können mittels semantischer Analyseverfahren Technologiekonvergenzen und Technologiefusionen bestimmt werden. Über die Ähnlichkeiten können auch sogenannte Patentlandkarten und Fahrspurdiagramme erstellt werden, um darzustellen, in welchen Bereichen Bündelungen auftreten, wo neuen Entwicklungspfade in einem Technologiefeld eingeschlagen werden und welche Pfade veröden. Wichtig ist bei semantischen Analysen allerdings, dass die Untersuchung von oder in enger Zusammenarbeit mit entsprechenden Technologie-Expert*innen durchgeführt wird.

AUSSAGEKRAFT	ANWENDBARKEIT ALS ENTSCHEIDUNGSHILFE ★ ★ ★	VALIDITÄT ★ ★ ★	FRISTIGKEIT
	QUANTIFIZIERBAR <input checked="" type="checkbox"/>	SYNERGIEEFFEKTE ★ ★ ★	VOLLSTÄNDIG ★ ★
BREITE DES ERKLÄRUNGSBEITRAGS 			
ZEITAUFWAND	BESCHAFFUNG 		AUFBEREITUNG UND AUSWERTUNG

2.2 Publikationen: Wissenschaftliche, praxisorientierte Veröffentlichungen und Massenmedien

Publikationen sind eine weitere wichtige Analysegrundlage für die Bewertung einer bestehenden oder aufkommenden Technologie. Sie bilden die Relevanz eines Themas in der öffentlichen (Massenmedien), brancheninternen (praxisbezogene Fachzeitschriften) und wissenschaftlichen (wissenschaftliche Fachzeitschriften) Diskussion ab. Mittels Publikationen können bereits früh Technologietrends erkannt und Potenziale ermittelt werden. Zudem sind Veröffentlichungen in Zeiten des Internets teilweise gebührenfrei und mit geringem Aufwand recherchierbar. Die bibliometrischen Daten der Veröffentlichungen können für Analysen mit Standardsoftware aufbereitet werden. Auch können sie inhaltlich ausgewertet werden, indem sie einzeln gelesen oder mit speziellen Softwarelösungen semantisch analysiert werden.

Die Zahl der **wissenschaftlichen Veröffentlichungen** spiegelt das Interesse der Wissenschaft am entsprechenden Technologiefeld wider. Besonders für Technologien, in denen ein hoher Forschungsbedarf besteht, eignen sie sich als Indikator für Forschungsaktivitäten und Entwicklungsrichtungen. Dabei sind in erster Linie Publikationen in anerkannten wissenschaftlichen Zeitschriften von Interesse, da durch Gutachtenverfahren ein hoher Standard gewährleistet wird. Je nach Art der Fachzeitschrift kann gefolgert werden, ob es sich eher um Ergebnisse aus der Grundlagenforschung oder aus der angewandten Forschung handelt. Auch wird häufig auf mögliche Anwendungsgebiete verwiesen, um die Bedeutung der Forschung zu untermauern. Wenn Technologien an Bedeutung gewinnen und beispielsweise neue Technologiepfade oder Wissenschaftszweige entstehen, werden eigens für sie neue Fachzeitschriften gegründet, oft in Kombination mit einer technologiespezifischen Fachgesellschaft und Konferenz. Noch früher deuten Konferenzbeiträge auf neue Technologien hin, da hier bereits erste Teilergebnisse aus der Forschung veröffentlicht werden, bevor diese in Zeitschriften eingereicht werden.

Besonders in der Entdeckungsphase sind wissenschaftliche Publikationen wichtig. Zu dem Zeitpunkt weisen die meisten anderen Indikatoren keine oder kaum Ausprägungen auf, da der Publikationsprozess oft schneller ist als die Zeitspanne von einer Patentanmeldung zur Veröffentlichung. Je nach Forschungsbedarf und Relevanz der Technologie steigt die Zahl der Publikationen unterschiedlich stark an, was vor allem durch die zunehmende Breite der Erkenntnisse bedingt ist. Wissenschaftliche Veröffentlichungen stagnieren schließlich oder nehmen ab, wenn sich Forscher*innen neuen Themen zuwenden. Auch sind erneute Steigungen zu verzeichnen, wenn wieder mehr Forschungsgelder für eine Technologie beispielsweise aufgrund eines Durchbruchs oder steigender gesellschaftlicher Relevanz verfügbar werden. Generell verlaufen die Publikationskurven gleichmäßiger als Patentveröffentlichungen, da technologiespezifische Forschungsprojekte langfristiger geplant und finanziert sind, als Erfindungsaktivitäten in Unternehmen. Viele Datenbanken für Recherchen wissenschaftlicher Veröffentlichungen bieten bereits einfache Analysen an, wie Trends der Veröffentlichungen, geographische Reichweite, Institutionen, Quellen der Forschungsmittel und Zitationsanalysen.

Praxisorientierte Fachzeitschriften wie Branchen- und Verbandszeitschriften, **Berichte von Ministerien und Bundesinstituten, Unternehmensberatungen und Thinktanks für die Politik** widmen sich Technologien meist, wenn bereits konkrete Anwendungen entwickelt wurden. Heutzutage werden durch eine enge

Verzahnung von Forschungsinstituten und Industrie neue Technologien schnell aufgegriffen und Anwendungspotenziale benannt, auch um beispielsweise Kooperations- und Entwicklungspotenziale aufzuzeigen. Besonders in der Wachstums- und Diffusionsphase von Technologien ist ein starker Anstieg von Veröffentlichungen in Praktiker Zeitschriften üblich. Die Qualitätskontrolle ist bei diesen Medien wesentlich geringer als bei wissenschaftlichen Veröffentlichungen und stärker durch die Einflussnahme einzelner Unternehmen oder Branchenverbände dominiert. Zudem werden viele Einsatzgebiete propagiert, die später nicht erreicht werden, um die Aufmerksamkeit für eine Technologie zu erhöhen. Entsprechend gelten praxisorientierte Medien als weicherer Indikator im Vergleich zu wissenschaftlichen Veröffentlichungen.

Eine wichtige praxisorientierte Veröffentlichung sind Marktstudien. Marktstudien spiegeln das allgemeine Interesse am Markt und somit an der neuen Technologie wider. Kostenlose, kürzere Studien werden von Unternehmensberatungen erstellt, die entsprechend ihre eigene Bekanntheit steigern und auf ihre Dienstleistungsangebote aufmerksam machen wollen. Umfangreichere Marktstudien werden von professionellen Marktforschungsinstituten kostenpflichtig angeboten. Sehr breite, allgemeine Marktstudien sind dabei ein Indikator für Frühphasen der Technologie, da sie einen unbestimmten Markt beschreiben, in dem viele Anwendungsmöglichkeiten denkbar sind. Im fortgeschrittenen Verbreitungsstadium häufen sich die Marktstudien und werden spezifischer.

Massenmedien wie **Tageszeitungen, Fernsehsendungen, populäre Onlineportale und Blogs** sowie Nutzer von Sozialen Medien (z.B., Twitter, Facebook) greifen Technologien vor allem dann auf, wenn von einem, hohen gesellschaftlichen Nutzen (z.B. Erneuerbare Energien), deutlichen gesellschaftlichen oder wirtschaftlichen Veränderungen (z.B. Blockchain) oder großem Gefahrenpotenzial (z.B. Gentechnik) ausgegangen wird. Während überregionale Qualitätszeitungen die Nutzen und Risiken gut recherchiert aufbereiten, helfen Analysen von Sozialen Medien, das Stimmungsbild und mögliche Trends in der Gesellschaft schon früher aufzugreifen und konkrete Anwendungspotenziale oder Befürchtungen der Gesellschaft, die eine Akzeptanz womöglich behindern, zu erkennen.

Kennwert	Aussagefeld
Häufigkeit, Qualität	Die Entwicklungstrends der Veröffentlichungen geben Auskunft über Entwicklungsverläufe des Outputs. Je nach Publikationsmedium sind die typischen Verläufe unterschiedlich.
Medium: Art, Qualität und Reichweite der Zeitschrift/ der Konferenz/ des Newsportals	Qualität, Reichweite: Wichtige, neue Technologietrends werden in hochwertigen Medien veröffentlicht. Wenn sich Veröffentlichungen zu kleineren, branchenspezifischen Medien verschieben kann von einem ausgereiften Entwicklungsstand ausgegangen werden. Bei Tageszeitungen verschieben sich Veröffentlichungen von den Ressorts Wissenschaft und Gesellschaft hin zu Wirtschaft, wo nach der ersten Entwicklungsphase und den Potenzialen vermehrt über Technologien im Zusammenhang mit Neugründungen, Unternehmenszusammenschlüssen und -übernahmen sowie Investitionsmöglichkeiten berichtet wird.

Kennwert	Aussagefeld
Zitationsrate und Breite der Medien, die zitiert werden	Für wissenschaftliche Veröffentlichungen: Insbesondere Zitationen in den ersten 3-5 Jahren nach dem Erscheinen der Veröffentlichung und die Zitationsbreite, d.h. in wie vielen anderen Technologiefeldern/ wissenschaftlichen Domänen ein Artikel zitiert wurde. Zitationsnetzwerke, insbesondere welche Schlüsselveröffentlichungen wiederum in weiteren Publikationen und Policy-Briefings aufgegriffen werden zeugt davon, wie weit eine Technologie bereits entwickelt ist. Anders als bei Patenten gelten für wissenschaftliche Veröffentlichungen je nach Zeitschrift Vorschriften, wie viele Referenzen aufgeführt werden dürfen. Daher verändert sich die Zitationszahl während der Technologieentwicklung nicht.
Autor*innen (Art, Zugehörigkeit zu Institution)	Die Art der Autor*innen, d.h. aus welchem Feld sie kommen gibt über den Entwicklungsstand und die Bedeutung der Technologie Auskunft. Bei Autor*innen aus der Wissenschaft, insbesondere von Prestigeinstitution kann von wichtigen Technologien ausgegangen werden. Bei Autor*innen aus der Unternehmenspraxis kann gefolgert werden, dass bereits erste Anwendungen entwickelt wurden, besonders wenn Veröffentlichungen aus der Praxis steigen, da Unternehmen Veröffentlichungen zu Marketingzwecken nutzen und zeitnah auf Produktnachfragen reagieren wollen. Die Ko-Autorenschaft ermöglichen es, kooperativen Wissensaufbau und Netzwerke nachzuvollziehen. Die Herkunft bzw. das Land der Institution, an dem die Autor*in arbeitet und ihre Disziplin können Schlussfolgerungen ermöglichen, welche Regionen und Disziplinen an einer Technologie arbeiten (z.B. welche Disziplinen befassen sich mit Nanotechnologie? Welche Länder mit Robotik? Wie verschiebt sich die geographische und fachliche Bedeutung im Laufe der Zeit?)
Soziale Medien: Zahl und Qualität	Anzahl und Aussagen medialer Meldungen (z. B. auf Twitter, Blogs, Newsportalen) zeugen beim ersten Auftreten von dem Interesse in breiteren Bevölkerungsschichten. Im späteren Verlauf der Technologieentwicklung setzen sie Zeichen für die mögliche Breite der Anwendungen oder machen Akzeptanzprobleme sichtbar.

Bei den Publikationsindikatoren sollten folgende Aspekte und Einschränkungen berücksichtigt werden:

- Für stark wissenschaftsbasierte Technologien sind wissenschaftliche Fachzeitschriften besser geeignet (z.B. Biotechnologie), als für Technologien, die vorwiegend von Unternehmen entwickelt werden (z.B. Energiespeicher).
- Herausgeber*innen agieren als Gatekeeper von Fachzeitschriften. Untersuchungen zeigen, dass es für Autor*innen aus demselben Land wie das der Herausgeber*innen einfacher ist, in der entsprechenden Fachzeitschrift zu publizieren. Diese systematische Abweichung muss bei der Interpretation von Publikationsdaten berücksichtigt werden, insbesondere wenn Technologieentwicklungen überwiegend in Ländern stattfinden, die nur wenig im Gremium der Herausgeber*innen vertreten sind.
- Zitationsraten variieren je nach Journal und Technologiefeld. Entsprechend ist ein Vergleich zwischen unterschiedlichen Technologien anhand der Zitationsraten nur eingeschränkt möglich. Die Zitationshäufigkeit allein lässt keine Schlussfolgerungen zu, sondern sie muss immer ins Verhältnis gesetzt werden, z.B. zur durchschnittlichen Zitationsrate im Zeitverlauf, der Fachzeitschrift oder der wichtigsten Fachzeitschrift im Technologiefeld.

- Im Bereich Informatik liegt ein höherer Fokus der Wissensdiffusion auf Konferenzbeiträgen. Entsprechend wird weniger veröffentlicht und zitiert, da Konferenzbeiträge insgesamt weniger zitiert werden und selbst weniger Literatur zitieren.
- Zitationsraten sollten um die Selbstzitationen korrigiert werden, da eigene Veröffentlichungen den Autor*innen in jedem Fall bekannt sind.
- Auf Konferenzen werden wichtige Entwicklungen von Unternehmen nicht präsentiert. Diese werden eher geheim gehalten, bis Unternehmen sie geschützt haben und auf Nachfragen auch mit konkreten Angeboten reagieren können. Auch geht es Unternehmen darum, einen Entwicklungsvorsprung aufzubauen. Entsprechend können marktbasierende Technologien, die vorwiegend von Unternehmen und nicht von Forschungsinstituten entwickelt werden, mit Konferenzbeiträgen als Frühindikatoren nicht erfasst werden.
- Die Validität ist für wissenschaftliche Veröffentlichungen hoch, für sonstige Veröffentlichungen je nach Technologie mittel.
- Die Vollständigkeit ist hoch- abhängig vom Technologiefeld, da bestimmte Felder kostenintensiver in der Entwicklung sind und bestimmte Trendtechnologien, die großen gesellschaftlichen Mehrwert oder hohes Gefahrenpotenzial haben oft stärker erforscht werden und durch eine höhere Berichterstattung gekennzeichnet sind.
- Der Zeitaufwand der Aufbereitung variiert von gering, bei bibliometrischen Daten bis mittel, für inhaltliche und semantische Auswertungen mit spezieller Software.



Zugang	Kosten
Webseiten und Suchmaschinen	Gebührenfrei
Science Citation Index (SCI) und Social Sciences Citation Index (SSCI) (Thomson Reuters)	Preise auf Anfrage; pro Dokument (€)
IEEE explore	Dokumente €
Scopus (Elsevier)	€
Google Scholar	Gebührenfrei
Software für die Analyse von Sozialen Medien, z.B. NodeXL, UCINET, WolframAlpha	€ - €€
Webcrawler für Analyse von Internetdaten, DataMining	Gebührenfrei - €€
Softwareagenten; Newsfeeds	Gebührenfrei - €€
LexisNexis für Newsmeldungen	€€

Weiterführende Literatur

Patent- und Publikationsrecherche:

Grupp, H. (2013). *Messung und Erklärung des technischen Wandels: Grundzüge einer empirischen Innovationsökonomik*. Springer-Verlag.

Grundlagen zur Publikationsrecherche:

Ball, R. (2014). *Bibliometrie: einfach - verständlich - nachvollziehbar*. Berlin: De Gruyter Saur.

Wissenschaftliche Artikel - Anwendung von Publikationsdaten zur Einstufung von Technologien in ihrer Entwicklungs- und Lebensphase:

Järvenpää, H. M., Mäkinen, S. J., & Seppänen, M. (2011). Patent and publishing activity sequence over a technology's life cycle. *Technological Forecasting and Social Change*, 78(2), 283-293.

Adamthe, A. C., Tomke, J. V., & Thampi, G. T. (2015). An empirical analysis of hype-cycle: a case study of cloud computing technologies. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, 4(10), 316-323.

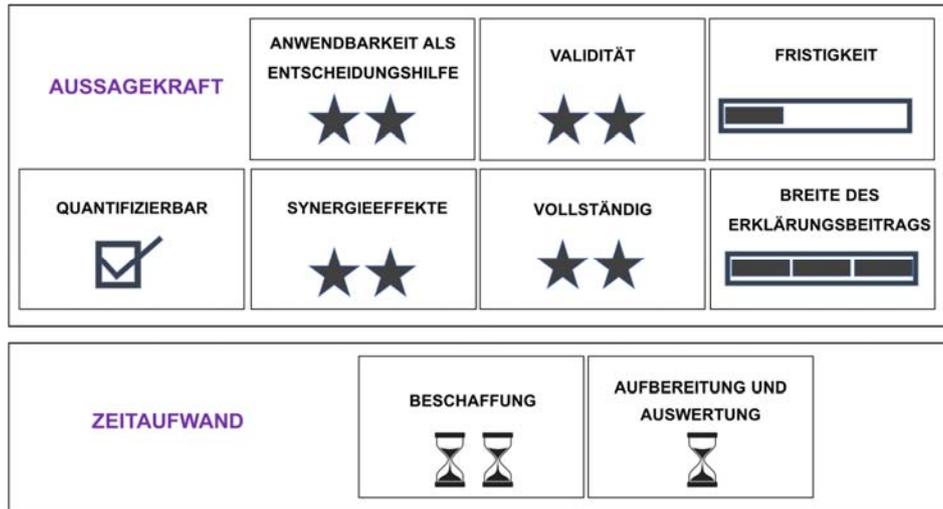
2.3. Konferenzen und Tagungen

Technologien werden auf Konferenzen und Tagungen erst in Form von Vorträgen präsentiert, erhalten dann eigene Sessions und schließlich ihre eigenen Tagungen und Konferenzen, die meist an speziell für die Technologie gegründete Interessensgemeinschaften und Journals gekoppelt sind. Wenn technologiespezifische Konferenzen initiiert werden, kann von einer hohen Bedeutung und einem großen Potenzial der Technologie ausgegangen werden. Da erste Ergebnisse bereits auf Konferenzen vorgestellt werden, bevor sie in wissenschaftlichen Fachzeitschriften veröffentlicht werden, eignen sich Konferenzbeiträge besonders als Frühindikator. Anstatt nur mit bestimmten Schlagworten wissenschaftlich bedeutsame Konferenzen zu durchsuchen, können auch wichtige Konferenzen hinsichtlich neuer Themen ausgewertet werden, in denen sich das Aufkommen neuer Technologien erkennen lässt.

Bei Konferenzen und Tagungen können für Technologieanalysen die Anzahl, das Spektrum und die Bedeutung klassifiziert werden. Die Zahl der Beiträge nimmt stetig zu, besonders wenn die Technologie möglicherweise eine hohe gesellschaftliche Relevanz hat und entsprechend Förderprogramme aufgesetzt werden. In einem weiteren Entwicklungsstadium werden technologiespezifische Tracks auf unterschiedlichen Konferenzen und schließlich ganze Tagungen und Konferenzen gegründet (Beispiel: Solarenergie). Bei wirtschaftlich wichtigen Technologien (z.B. Biotechnologie, Energie, Transportsysteme, Internet) können auch technologiespezifische Tracks und Konferenzthemen bei wirtschaftswissenschaftlichen Konferenzen ausgewertet werden. Die Bedeutung der Konferenz gilt als Qualitätsmerkmal. Da nicht alle Konferenzen und Tagungen ausgewertet werden können, eignet sich eine Beschränkung auf die wichtigsten.

Bei Konferenzen und Tagungen sollten folgende Aspekte und Einschränkungen berücksichtigt werden:

- Konferenzen und Tagungen zeigen erste Ergebnisse, d.h. ein hoher Forschungsbedarf und eine hohe Aufmerksamkeit in der Forschung bedeuten nicht unbedingt, dass die Technologie auch ein großes Potenzial hat. Entsprechend lässt sich von der Zahl der Beiträge nicht pauschal bewerten, wie hoch das Anwendungspotenzial einer Technologie ist.
- Auch wenn eine Technologie breite Aufmerksamkeit in der Forschung erhält, ist es abhängig von der Technologie und ihrer möglichen Leistung und Wirkung, wie viel Forschung notwendig ist, bis sie eine verbreitete Anwendung im Markt findet. Vergleiche von Technologien anhand der frühen Ertragsindikatoren wie Konferenzen und Tagungen sind daher mit Vorsicht zu erstellen.
- Da keine zentralen Listen der Tagungen, Konferenzen und Konferenztracks vorliegen, müssen diese einzeln recherchiert und zusammengetragen werden. Entsprechend ist der Zeitaufwand der Beschaffung hoch.
- Die Breite des Erklärungsbeitrags ist hoch, da bei einer entsprechenden inhaltlichen Analyse und Klassifizierung wiederum Technologie-, Markt- und Brancheninformationen über Konferenzen und Tagungen ermittelt werden können.



Zugang	Kosten
Webseiten von Konferenzen und Tagungen	Gebührenfrei
Webseiten von Verbänden und Newsletter von Interessensgruppen- häufig bieten wissenschaftliche Verbände auch Konferenzen und Journals an, oder eine Liste der wichtigen Konferenzen in ihrem Feld	Gebührenfrei
SLA Conference	€
Institute for Scientific Information	Gebührenfrei

Weiterführende Literatur

Wissenschaftliche Analyse von Workshopthemen auf Konferenzen:

Furukawa, T., Mori, K., Arino, K., Hayashi, K., & Shirakawa, N. (2015). Identifying the evolutionary process of emerging technologies: A chronological network analysis of World Wide Web conference sessions. *Technological Forecasting and Social Change*, 91, 280-294.

2.4 Messen

Technologiespezifische Messen und die Präsenz auf Messen können im Hinblick auf ihre Zahl, Größe und Bedeutung charakterisiert werden. Bei der ersten Präsenz auf Messen, häufig durch neue Produktankündigungen von Unternehmen, zeichnet sich der Übergang von der Entwicklung zum Markt ab. Oft lässt sich erkennen, ob Unternehmen noch nach geeigneten Anwendungen der Technologie suchen, oder ob sie tatsächlich erfolgsversprechende Produkte mit besonderen Eigenschaften auf den Markt bringen. Entsprechend beginnt die Zahl technologiespezifischer Ausrichtungen von Messen mit ersten Einsatzgebieten und steigt, wenn sich Unternehmen einen hohen Wert durch die Technologie versprechen. Je nach Technologie kann auch die Zahl der Stände auf einer Messe ausgewertet werden, die mit stetiger Reife einer Technologie zunimmt. Bei der Gründung von technologiespezifischen Messen oder wenn die Technologie auf etablierten Messen als ein Schwerpunkt ausgerufen und präsentiert wird, ist die Technologie bereits in breiten Anwendungen eingebracht.

Folgende Aspekte sollten berücksichtigt werden:

- Die Synergieeffekte sind hoch, da sich gleichzeitig Branchen- und Marktdiffusionsdaten erheben lassen.
- Die Beschaffung und Auswertung ist vom Kenntnisstand der Analysierenden abhängig, da keine zentralen Datenbanken existieren und zumindest die wichtigsten Messen bekannt sein sollten.



Zugang	Kosten
Webseiten und Newsletter von Messen und Verbänden	Gebührenfrei
Messebesuche	€
Messen: Ausstellerkataloge, verschlagwortet	Gebührenfrei - €

3. Technologieindikatoren

Die Entwicklung unterschiedlicher, in der Regel technologiespezifischer Parameter gibt Auskunft über den Entwicklungsstand und die Einsatzmöglichkeiten von Technologien. Hier wird davon ausgegangen, dass jede Technologie einen theoretischen Wert für die Leistungsfähigkeit, Effizienz, Haltbarkeit, etc. hat. Anfangs wird sich diesem theoretischen Wert durch rapide Weiterentwicklung immer weiter angenähert, bis die Entwicklungskurven abflachen. Diese Entwicklungen verlaufen ganz unterschiedlich, von sprunghaft zu linearen Kurven. Wichtig dabei ist, dass die theoretisch zu erreichenden Werte nicht zwingend erreicht werden müssen, um für Anwendungen interessant zu sein. Entsprechend werden Technologieeigenschaften immer im Hinblick auf die von Kund*innen und für Einsatzgebiete gewünschte Leistungen mit ihren theoretisch erreichbaren Werten und alternativen Lösungen verglichen. Die Bestimmung der technologischen Standardleistung und ein Vergleich mit den Entwicklungen von Konkurrenzprodukten in bestimmten Leistungsbereichen ermöglicht, das disruptive Potenzial einer neuen Technologie abzuschätzen.

Wenn Wettbewerbstechnologien als Referenz analysiert werden, gelten nicht nur deren Qualität, sondern auch die Anzahl und die Verankerung in gegebenen Systemen wie Produktionsanlagen, oder kompatible Produkte und Dienstleistungen im Markt als wichtiger Indikator. Selbst eine leistungsfähigere Alternative kann es schwer haben, wenn die Wettbewerbstechnologie fest etabliert ist. Bei der Betrachtung konkurrierender Technologien muss zwischen dem Substitutionswettkampf, also der Verdrängung der herkömmlichen Technologie durch eine neue und dem Konkurrenzwettkampf zwischen verschiedenen Technologien, die alle auf ein Anwendungsfeld abzielen, unterschieden werden. Die Anzahl der neuen Alternativen ist ein Indikator für die Höhe der Innovationsaktivitäten. Die Zahl der Anwendungsfelder ist ein Kennwert für die Breite der Anwendungsmöglichkeiten. Außerdem sind Konkurrenzwettkämpfe schwieriger zu bewerten, als Substitutionswettkämpfe.

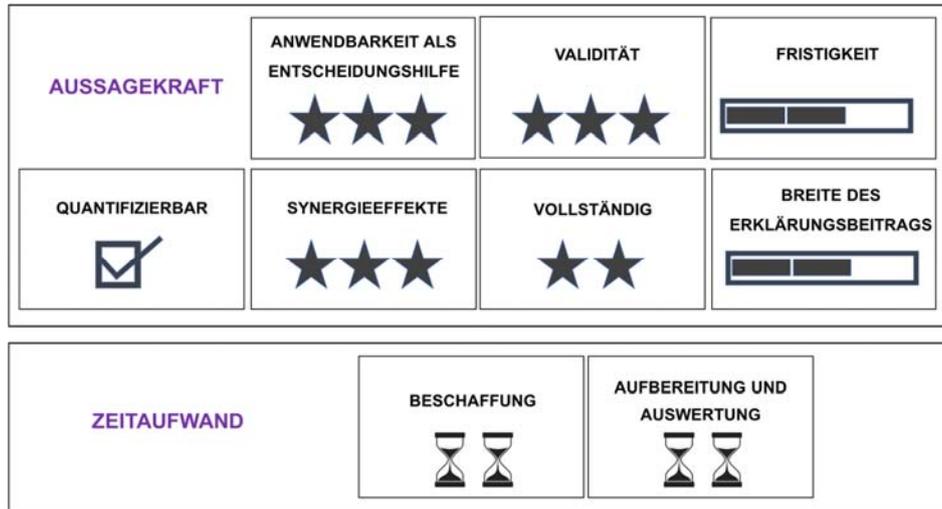
Da die spezifischen Technologieindikatoren sich unterscheiden, werden an dieser Stelle nur einige typische Kennwerte aufgeführt, die bei fast jeder Technologie wichtig sind:

Kennwert	Aussagefeld
Leistungsfähigkeit (Wirksamkeit)	Im Vergleich zur theoretisch erreichbaren, zur erwünschten und zur Leistungsfähigkeit alternativer Lösungen.
Effizienz (Wirtschaftlichkeit)	Die Leistung im Verhältnis zu den Kosten steigt in der ersten Entwicklungsphase rapide an. Je nach Einsatz sind die Kosten der Nutzung oder die Kosten der Herstellung relevant.
Kosten bzw. Systemkosten in der Herstellung	Mögliche Kostensenkungspotenziale bei der Technologieentwicklung stellen aussichtsreiche Perspektiven für langfristige Wettbewerbsvorteile dar. Ihr historischer Entwicklungsverlauf kann in Kombination mit der Betrachtung einer vergleichbaren Technologie darüber Aufschluss geben.
Energiebedarf/ Kosten während der Nutzung	Dieser Parameter ist besonders für Anwender ausschlaggebend um zu ermitteln, ab wann sich die Integration einer neuen Technologie lohnt.

Kennwert	Aussagefeld
Lebensdauer/ Haltbarkeit/ Stabilität der Leistung	Ebenfalls ein wichtiger Aspekt, der anfangs durch Entwicklungen rapide gesteigert wird, bis die Entwicklungskurve abflacht und keine Verbesserung mehr möglich ist. Wichtig hierbei ist, dass die erforderliche Haltbarkeit von Produkten sich immer auf das Einsatzgebiet bezieht
Ökologische Nachhaltigkeit	Nachhaltigkeit im gesamten Lebenszyklus von der Herstellung bis hin zur Rückführung wird insbesondere ein relevanter Wettbewerbsfaktor von Technologien, wenn eine ausreichende Leistungsfähigkeit oder Alternativen vorhanden ist.
Passfähigkeit der Dimensionen/ Geometrien	Die Dimensionen und Geometrien sind häufig ein wichtiger Aspekt, da kleine Größen und geringes Gewicht in vielen Bereichen Anwendungen erschließen und eine Passfähigkeit mit anderen Systemen gegeben sein muss.
Umsatz/ Ausbeute/ Reaktionsgrad	Bei chemischen Reaktionen wird ein hundertprozentiger Umsatz selten erreicht. Wie hoch der Reaktionsgrad ist im Vergleich zum notwendigen oder theoretisch möglichen kann daher eine Aussage über den Reifegrad bei bestimmten Technologien ermöglichen.

Bei den Technologieindikatoren sollten folgende Aspekte und Einschränkungen berücksichtigt werden:

- Die Referenzwerte entwickeln sich dynamisch und sind bei jungen Technologien schwer abzuschätzen; insbesondere bei alternativen Lösungen, die aus einem anderen Technologiebereich stammen, ist eine genaue Einschätzung schwierig.
- Bedarfswerte von Kund*innen müssen genau ermittelt werden, da oft eine Differenz zwischen Wunschwerten und dem Notwendigen liegt. Oder die Werte orientieren sich an bestehenden Systemen und werden entsprechend als zu gering geschätzt, so dass alternative Lösungen mit deutlich höherer Performanz überraschen.
- Werte in Produktdatenblättern bei neuen Technologien müssen nicht unbedingt stimmen. In manchen Fällen wird die Leistung zu hoch angegeben in der Hoffnung, dass diese in der Massenproduktion bald stabil erreicht wird.
- Der Entwicklungsaufwand, um die theoretischen Werte zu erreichen, kann ganz unterschiedlich ausfallen.
- Die Leistungsfähigkeit, Haltbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Geometrien wirken bei vielen Technologien zusammen, so dass die Entwicklungen sich gegenseitig beschleunigen oder auch behindern können (z.B. kleinere Größe nur mit kürzerer Haltbarkeit und höheren Kosten möglich). Entsprechend können einzelne Parameter, die im Verhältnis weniger wichtig sind stagnieren oder sich rückläufig entwickeln.



Zugang	Kosten
Produktdatenblätter über Webseiten, Messen, Industriekontakte	Gebührenfrei
Pressemeldungen von Unternehmen und Newsletter von Verbänden	Gebührenfrei
Marktforschungsberichte	€-€€€
Patentschriften	Gebührenfrei
Veröffentlichungen in Fachzeitschriften und Praktiker Journals	€
Einschätzungen von Expert*innen	Gebührenfrei
Santa Fe Institute Performance Curve Database	Gebührenfrei

Weiterführende Literatur

Wissenschaftliche Quellen zur Pfadauswertung von Technologieentwicklungen mit Case Studies

Letchumanan, R., & Kodama, F. (2000). Reconciling the conflict between the pollution-haven 'hypothesis and an emerging trajectory of international technology transfer. *Research Policy*, 29(1), 59-79.

Lim, D. J., & Anderson, T. R. (2016). Technology trajectory mapping using data envelopment analysis: the ex ante use of disruptive innovation theory on flat panel technologies. *R&D Management*, 46(5), 815-830.

Ma, D., & Hung, S. W. (2015). An Integrated Framework for the Selection and Acquisition of Core Technologies: The Case of Taiwan's LED Industry. *Long Range Planning*, 48(6), 381-397.

Über Substitutionswettbewerb und evolutionäre Hybridansätze bei der Etablierung neuer Technologien:

Dijk, M., Orsato, R. J., & Kemp, R. (2015). Towards a regime-based typology of market evolution. *Technological Forecasting and Social Change*, 92, 276-289.

4. Branchenstruktur und Wertschöpfungsketten

Indikatoren, welche die Branchen- und Wertschöpfungsstruktur beschreiben, können in allen drei Phasen verortet werden: Ressourcenindikatoren (Akteure in der Wertschöpfungskette), Ertragsindikatoren (neu hinzukommende Akteure, Wachstum der Akteure) und Fortschrittsindikatoren (Wachstum und Veränderung der Akteure). Neue Technologien führen in der Regel zu Veränderungen einer Branche, insbesondere im Hinblick auf die Hersteller und Kund*innen sowie ihre Wertschöpfungsketten. Zulieferer und Anbietende komplementärer Güter und Dienstleistungen können aus völlig neuen Branchen hinzukommen. Die Machtverhältnisse können sich von Kund*innen hin zu Herstellern verschieben und umgekehrt, so dass die Branchenstruktur sich neu formiert. Entsprechend helfen eine Beobachtung des Wandels von Branchen und Wertschöpfungsketten, die Lebensphase, den Reifegrad und das Potenzial von Technologien zu verstehen. An dieser Stelle werden die wichtigsten Kennwerte zur technologiespezifischen Darstellung einer Branche und Wertschöpfungsstruktur vorgestellt mit Ausnahme der Kund*innen, welche im nächsten Abschnitt (Marktindikatoren) beschrieben werden.

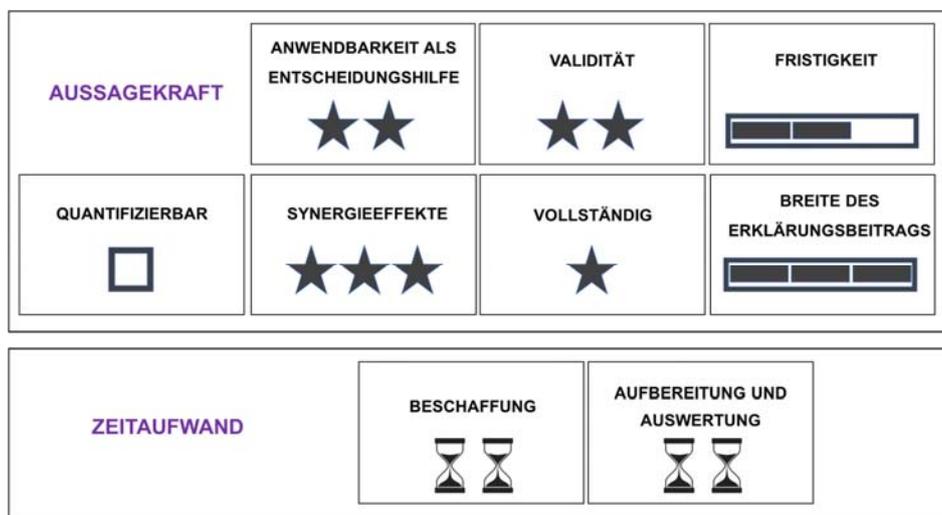
Neben der Verankerung einer Technologie in einer Branche hilft eine Analyse des Wertschöpfungs-systems außerdem dabei, Akteure zu identifizieren, die gegebenenfalls die Verbreitung einer Technologie behindern werden, da das bisherige System lukrativer für sie ist und sich beispielsweise Investitionen in vorherige Technologien noch nicht ausreichend amortisiert haben. Diese Akteure können auf sämtlichen Stufen der Wertschöpfungskette verortet sein und sollten rechtzeitig eingebunden werden. Als Kooperationspartner können sie von der neuen Technologie begeistert werden, wobei hier die Gefahr besteht, dass sie die Entwicklung auch ausbremsen können. Als junges Unternehmen kann es vorteilhaft sein, sich mit den Wettbewerbern der potenziellen Kontrahenten einer Technologie zusammen zu schließen, die ein Interesse daran haben, dass ein Gegengewicht im Markt aufgebaut wird.

Bei den Indikatoren der Branchenstruktur und Wertschöpfungskette sollten folgende Aspekte und Einschränkungen berücksichtigt werden:

- Die erforderliche und begünstigende Branchenstruktur ist für verschiedene Technologien unterschiedlich. Daher gilt immer besondere Vorsicht beim Vergleich von konkurrierenden Technologien. Beispielsweise sind nicht alle Technologieentwicklungen von Universitäten und Forschung getrieben. Entsprechend zeugt eine hohe Zahl von Start-ups nicht zwingend von einem höheren Diffusionspotenzial und einer schnelleren Verbreitung.
- Das Beschaffen von Kennzahlen zu Branchen und Wertschöpfungsketten ist schwierig und zeitintensiv. Wenn sich ganze Branchen zu einer Technologie formieren wie beispielsweise bei Erneuerbaren Energien (Solarbranche, Windkraftbranche) ist es wiederum leicht, volkswirtschaftliche Indikatoren wie beispielsweise Anzahl, Umsatz und Gewinne der Unternehmen sowie Beschäftigungszahlen zu beschaffen. Diese werden in der Regel von Ministerien, Behörden und Verbänden erhoben, um den Fortschritt einer Technologie zu beobachten und gebührenfrei zur Verfügung gestellt.

4.1 Machtverhältnisse und Komplexität der Wertschöpfungsstrukturen

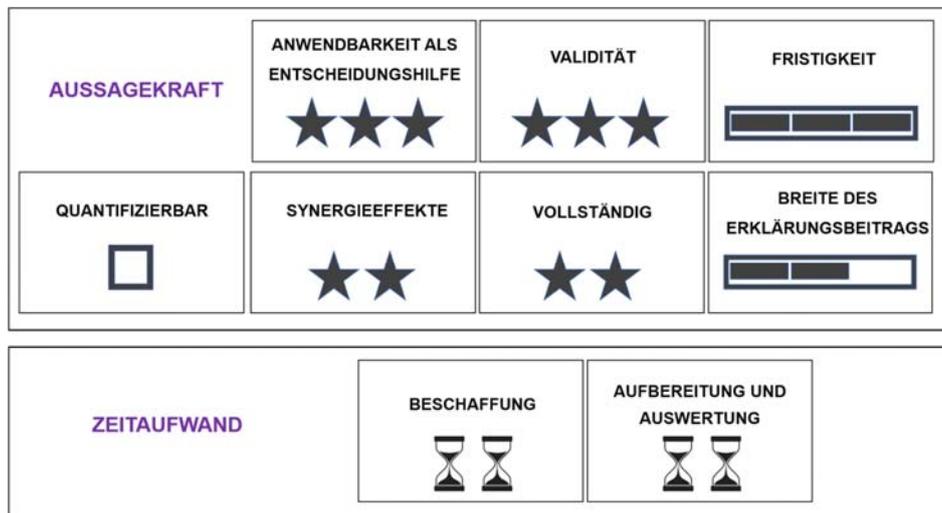
Eine generelle Bewertung der Machtverhältnisse und Komplexität der Wertschöpfung ermöglicht eine Einschätzung des Entwicklungsstands und des Potenzials von Technologien. Porters 5-Forces Analyse unterstützt auch die Bewertung von Technologien im Hinblick auf ihr Veränderungspotenzial der Wertschöpfungsstrukturen und entsprechend der Hürden, welche die einzelnen Akteure errichten, um einen technologischen Wandel entgegen zu wirken. Erfordern Technologien neue Konfigurationen von Unternehmen und ändern sie die Machtverhältnisse, ist die Adoption und Diffusion häufig langsamer. Dieses kann wieder ausgeglichen werden, wenn wichtige Unternehmen ein starkes Interesse an der Einführung einer Technologie haben und diese deutlich vorantreiben.



Zugang	Kosten
Meinungen von Expert*innen (Unternehmen, Verbände, Konferenzen, Hochschulen, Autor*innen von Artikeln in entsprechenden Fachzeitschriften)	Gebührenfrei
Beauftragung von Marktforschungsinstituten	€€€
Analysen von Wirtschaftsforschungsinstituten, Ministerien, OECD	Gebührenfrei
Meldungen und Gutachten von Kartellbehörden	Gebührenfrei
GBI-Genios Deutsche Wirtschaftsdatenbank	€€

4.2 Verankerung der Technologie in der Wertschöpfungskette

Die Verankerung von Technologien in Branchen und Wertschöpfungsketten ist ein wichtiges Indiz dafür, wie ausgereift eine Technologie ist und welcher Aufwand nötig ist, um sie zu ersetzen. Entsprechend gilt für neue Technologien, je besser sie mit gegebenen Strukturen und Wertschöpfungssystemen kompatibel sind, umso schneller werden ihre Adoption und Diffusion erfolgen. Der Zugang zu verlässlichen Daten ist beim Bewerten der Verankerung von Technologien in Branchen und Wertschöpfungsketten besonders im frühen Entwicklungsstadium einer Technologie schwierig. Hier hilft eine Kombination aus Meinungen von Expert*innen und Generalist*innen. Sie sind beim Erkennen und dem Abschätzen von Trends in einer ganz frühen Phase von großer Bedeutung sowie bei der späteren Weiterentwicklung, wenn prognostiziert werden muss, ob die Technologie bald abgelöst wird.



Zugang	Kosten
Meinungen von Expert*innen (Unternehmen, Verbände, Konferenzen, Hochschulen)	Gebührenfrei
Beauftragung von Marktforschungsinstituten	€€
Analysen von Wirtschaftsforschungsinstituten und Forschungsinstituten	Gebührenfrei

4.3 Hersteller, Wettbewerber und Neugründungen

Anzahl und Eigenschaften der **Hersteller und Wettbewerber**: Im Laufe der Technologieentwicklung steigt die Zahl der Hersteller und Wettbewerber, bis sie mehr oder weniger stabil auf einem Niveau verläuft und schließlich wieder abfällt. Die numerische Bewertung der Hersteller ist besonders in Kombination mit einer Charakterisierung ihrer Eigenschaften sinnvoll. Beispielsweise können F&E-Projekte, Personal und -ausgaben, Anzahl und Qualität innovativer Produkte, Kooperationspartner, etc. bewertet werden, um ein besseres Bild der Branche zu generieren. Wenige große Konzerne in den wichtigsten Industrienationen zeugen beispielsweise von einem schnelleren und höheren Verbreitungspotenzial, als viele kleine Unternehmen, insbesondere wenn diese regional konzentriert sind. Werden F&E-intensive Konzerne weniger und treten vermehrt Hersteller auf, die über den Preis konkurrieren, bzw. die Herstellung in Länder mit geringen Löhnen verlagern, ist die Technologie fest etabliert.

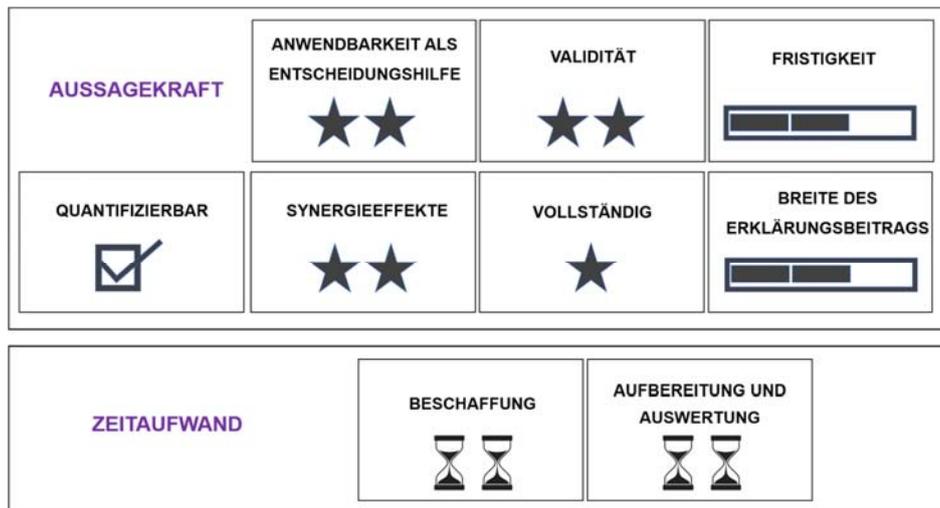
Die Zahl der **Neugründungen** wie Start-ups oder Spin-offs aus Universitäten und Forschungsinstituten sowie aus Unternehmen ist ein wichtiger Indikator für die Höhe der Innovationsaktivitäten. Eine qualitative und inhaltliche Bewertung der neu gegründeten Unternehmen ermöglicht auch eine Betrachtung des Anwendungsspektrums. Technologien, die einen hohen Neuheitsgrad haben, zeichnen sich in der Regel durch viele Neugründungen am Markt aus. Technologien mit vorwiegend universitären Gründungen wird eine langsamere Verbreitungsrate unterstellt als Technologien, die überwiegend von Ausgründungen aus Unternehmen vorangetrieben werden. Wissensbasierte Technologien wie beispielsweise in der Biotechnologie kommen aus den Forschungsinstituten und sind durch Start-ups aus der Wissenschaft geprägt. Marktba-sierte Technologien, beispielsweise im Bereich der Spezialitätenchemie oder im Maschinenbau sind eher durch Spin-offs von Unternehmen gekennzeichnet. Viele Neugründungen sind in der Regel ein Hinweis auf einen radikaleren Technologiesprung, da kleinere sprunghafte Verbesserungen häufig von etablierten Unternehmen eingeführt werden.



Zugang	Kosten
Auskünfte von Expert*innen (Unternehmen, Verbände, Konferenzen, Hochschulen)	Gebührenfrei
Webseiten und Pressemeldungen von Unternehmen, Hochschulen und Gründungszentren	Gebührenfrei
Gründungsblogs, -zeitschriften, -messen	Gebührenfrei - €
Beauftragung von Marktforschungsinstituten	€€€
Analysen von Wirtschaftsforschungsinstituten, Ministerien, OECD	Gebührenfrei
Kommerzielle Unternehmensdatenbanken wie Hoppenstedt Firmendatenbank, OneThompson	€€€€€

4.4 Insolvenzen und Konsolidierungen, Fusionen und Übernahmen

Insolvenzen und Konsolidierungen, Fusionen und Übernahmen können ebenso numerisch wie qualitativ bewertet werden. Insolvenzen, Konsolidierungen, Fusionen und Übernahmen treten fast immer etwas zeitverzögert zu Phasen auf, in denen extrem viele Gründungen erfolgten, da ein großer Teil der Unternehmen nicht überlebt und andere sich zusammenschließen oder durch Übernahmen schneller wachsen, um von Größeneffekten zu profitieren. Fusionen und Übernahmen erfolgen vermehrt in marktgetriebenen Konsolidierungsphasen. Übernahmen sind positiv zu werten, besonders wenn die Unternehmen von wichtigen Konzernen aufgekauft werden. Die Insolvenzen treten in Ernüchterungsphasen auf, nach einer anfänglichen Euphorie, aber auch, wenn die Technologie sich zur Schlüsseltechnologie mit hoher Verbreitung entwickelt und der Wettbewerb verstärkt über den Preis stattfindet. Entsprechend ist eine Phase mit hohen Insolvenzzahlen kein Beleg für das Ende einer Technologie, sondern kann auch ein Zeichen dafür sein, dass sie nun breit in den Markt diffundiert.

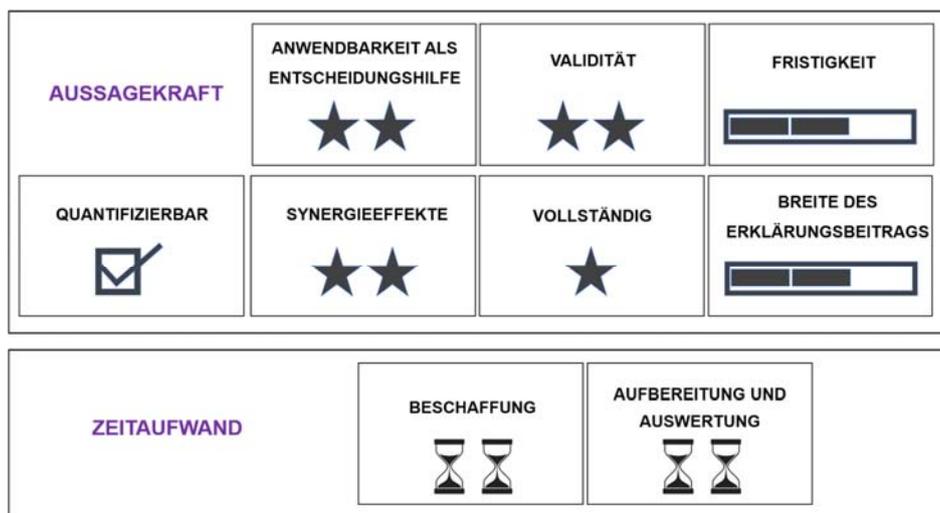


Zugang	Kosten
Auskünfte von Expert*innen (Unternehmen, Verbände)	Gebührenfrei
Beauftragung von Marktforschungsinstituten	€€€
Elektronischer Bundesanzeiger (für Insolvenzen)	Gebührenfrei
Pressemeldungen der Unternehmen	Gebührenfrei
Analysen von Wirtschaftsforschungsinstituten, Ministerien, OECD	Gebührenfrei
Hoppenstedt Firmendatenbank	€€€
Anbieter von Unternehmensdaten, z.B. OneThomson von Thomson Reuters, zephyr (Übernahmen, Fusionen, Joint Ventures, IPOs Private Equity Aktivitäten)	Dokumente €; Abonnement €€€

4.5 Kooperationen und Joint Ventures

Die zunehmende Internationalität des Wettbewerbs und die immer schnelleren technischen Entwicklungen führen in den letzten Jahren zu immer größeren Veränderungen im Innovationswettbewerb. Unternehmen stellen sich den neuen Herausforderungen immer häufiger nicht allein. Aus diesem Grund können Kooperationen als wichtige und notwendige Befähigung von Technologien gesehen werden. Neben der Zahl der Kooperationen ist vor allem die Konstellation der Kooperierenden interessant: Während anfangs Wettbewerber zusammen Technologien entwickeln oder branchenübergreifende Kooperationen zwischen Konzernen entstehen, nehmen kurz vor und während der Verbreitung der Technologie die Kooperationen mit vor- und nachgelagerten Stufen der Wertschöpfungskette zu.

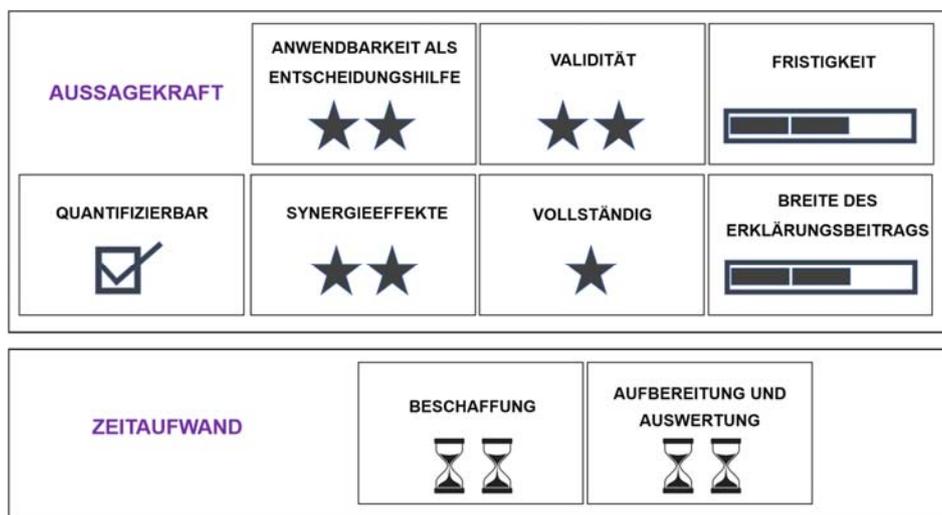
Bei einem Joint-Venture, d.h. einer gleichberechtigten Kooperation als Zusammenschluss wird die Konkurrenzsituation verringert und die Marktmacht gegenüber Wettbewerbern sowie vor- und nachgelagerten Stufen erhöht. Solche Formen treten verstärkt in der Ernüchterungsphase nach der ersten Euphorie und in frühen Wachstumsphasen auf.



Zugang	Kosten
Auskünfte von Expert*innen (Unternehmen, Verbände, Konferenzen, Hochschulen)	Gebührenfrei
Beauftragung von Marktforschungsinstituten	€€€
Anbieter von Unternehmensdaten, z.B. OneThomson von Thomson Reuters, zephyr (Übernahmen, Fusionen, Joint Ventures, IPOs Private Equity Aktivitäten)	Dokumente € Abonnement €€€
Pressemeldungen der Unternehmen	Gebührenfrei
Analysen von Wirtschaftsforschungsinstituten, Ministerien, OECD	Gebührenfrei

4.6 Zulieferer, Ausrüster und Anbieter komplementärer Dienstleistungen

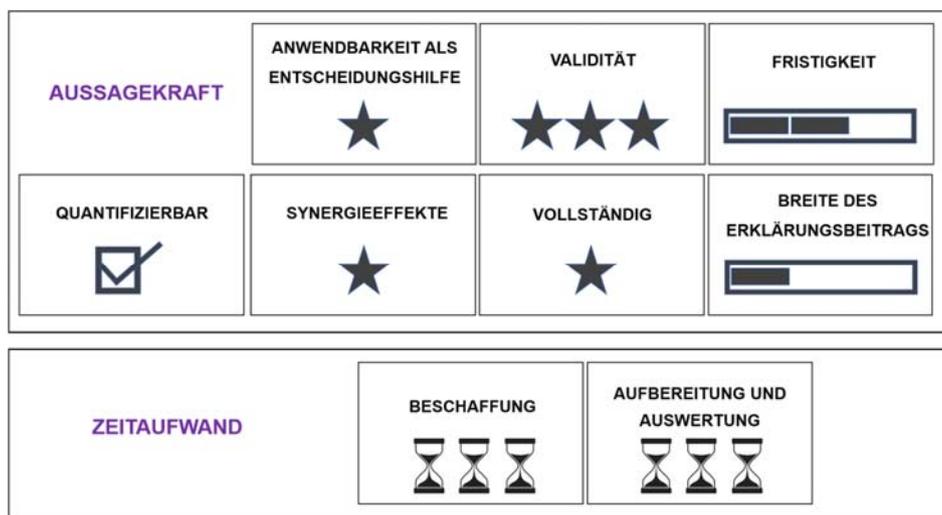
Zulieferer, Ausrüster und Anbieter komplementärer Dienstleistungen sind relevante Marktakteure, die als Indikator für den Entwicklungsstand einer Technologie dienen können, da auch sie nur bei Gewinnerwartungen am Markt agieren. Die Zahl und Konzentration der Zulieferer sowie der Anbieter komplementärer Produkte und Dienstleistungen steigt im Laufe der Technologieentwicklung. Allerdings sind eine Analyse ihrer Eigenschaften und die Beobachtung des Gesamtgefüges der Wertschöpfung wichtig. Wenn beispielsweise Zulieferer von Ländern mit hohen Löhnen in Regionen mit niedrigen Löhnen abwandern, ist es ein Zeichen für eine gut erreichte Durchdringung, d.h. die Technologie hat dann einen breiten Massenmarkt erfasst oder dieses steht kurz bevor.



Zugang	Kosten
Aussagen von Expert*innen (Unternehmen, Verbände, Konferenzen, Hochschulen)	Gebührenfrei
Beauftragung von Marktforschungsinstituten	€€
Analysen von Wirtschaftsforschungsinstituten, Ministerien, OECD	Gebührenfrei
Anbieter von Unternehmensdaten, z.B. OneThomson von Thomson Reuters, zephyr (Übernahmen, Fusionen, Joint Ventures, IPOs Private Equity Aktivitäten)	Dokumente € Abonnement €€€
GBI-Genios Deutsche Wirtschaftsdatenbank	€

4.7 Outsourcing und Offshoring

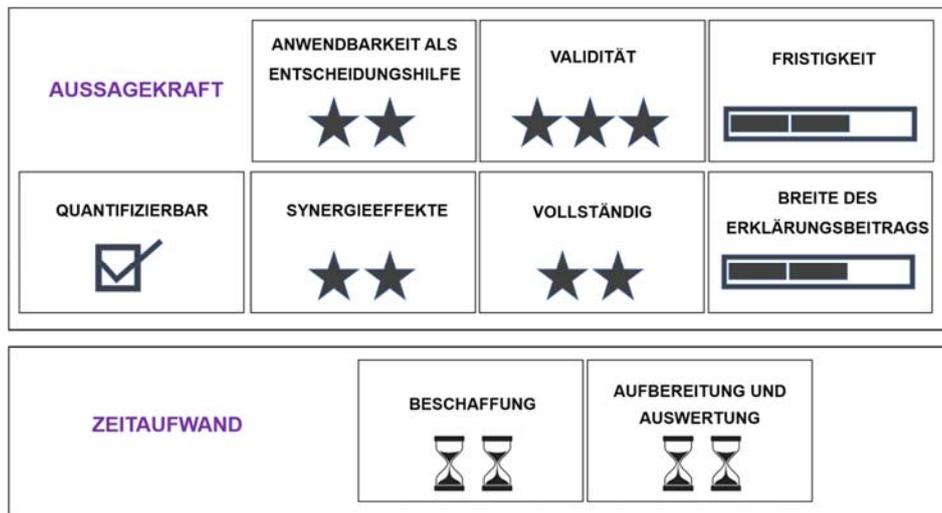
Unternehmen übertragen in frühen Entwicklungsphasen von Technologien das nötige Wissen ungern an Lohnfertiger, sondern behalten es an Schlüsselstandorten, um eine schnelle Verbesserung zu ermöglichen. Die Verschiebung von Produktionskapazitäten an andere Standorte und das Auslagern an Dienstleister weisen auf eine reife Technologie hin, bei der es im Wesentlichen nur noch um Prozessoptimierungspotenziale und Kostensenkung in der Herstellung geht. Allerdings lassen sich diese Daten kaum systematisch erfassen, da Lieferverträge nicht frei verfügbar sind und das Auslagern von Herstellprozessen selten in Pressemeldungen verkündet wird. Entsprechend hoch sind der Aufwand der Datenbeschaffung und –aufbereitung. Somit eignet sich dieser Indikator nur in Kombination mit weiteren für Technologieanalysen.



Zugang	Kosten
Aussagen von Expert*innen (Unternehmen, Verbände, Konferenzen, Hochschulen, Autor*innen von Artikeln in entsprechenden Fachzeitschriften)	Gebührenfrei
Beauftragung von Marktforschungsinstituten	€€
Analysen von Wirtschaftsforschungsinstituten, Ministerien, OECD	Gebührenfrei

4.8 Nachhaltigkeitswirkung für Hersteller und Zulieferer

Für eine langfristige Verbreitung und um nicht sofort wieder abgelöst zu werden, ist die Nachhaltigkeit für Hersteller und Zulieferer im Sinne einer ökologischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Nachhaltigkeit ein wichtiges Merkmal. Entsprechend geht es nicht nur darum, ökologische Standards einzuhalten, sondern langfristig, bei steigenden Umweltaforderungen nicht obsolet zu werden. Auch muss die Technologie für alle Beteiligten wirtschaftlich sein und Sozialstandards, beispielsweise Arbeitsbedingungen möglichst verbessern. Die Nachhaltigkeitswirkung kann sowohl qualitativ als auch quantitativ anhand bestimmter Kenngrößen erfasst werden. Dabei ist die Wirkung ein dynamischer Wert, der sich mit der Verbesserung der Technologieparameter oder mit Veränderungen in der Branchenstruktur verbessern oder verschlechtern kann. Entsprechend sollte diese dynamische Entwicklung auch bei Wettbewerbstechnologien berücksichtigt werden.

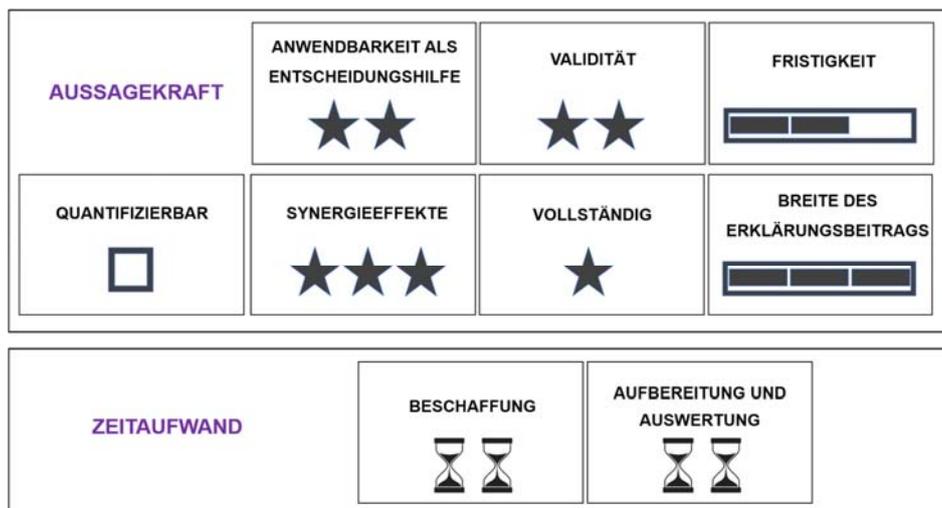


Zugang	Kosten
Meinungen von Expert*innen (Unternehmen, Verbände, Konferenzen, Hochschulen, Autor*innen von Artikeln in entsprechenden Fachzeitschriften)	Gebührenfrei
Beauftragung von Umweltinstituten	€€
Analysen von Umweltinstituten und Forschungsinstituten	Gebührenfrei

4.9 Verbände, Interessengruppen, Standardisierungsorganisationen

Interessensgruppen formieren sich im Anfangsstadium von Technologieentwicklungen, um beispielsweise ihre Entwicklungsaktivitäten für unterschiedliche Anwendungsbereiche besser abzustimmen sowie gemeinsam die Bekanntheit und Akzeptanz der Technologie zu fördern. Diese Interessensgruppen lösen sich in der Regel wieder auf, wenn die Technologie bereits einen hohen Verbreitungsgrad erreicht hat und nur noch geringe Weiterentwicklungen zu verzeichnen sind. Die bloße Anzahl der Interessensgruppen ist nicht zielführend für Technologieanalysen, da es meist nur sehr wenige gibt und eine Bündelung der Aktivitäten in wenigen Gruppen vorteilhaft für die Entwicklung und Verbreitung von Technologien ist. Entsprechend sollten die Eigenschaften, insbesondere die Bedeutung der Interessensgruppen bewertet werden. Auch bietet eine Charakterisierung der Mitglieder Einblicke in das Potenzial von Technologien, beispielsweise in welchen Branchen sie eingesetzt werden könnte. Wenn es sich bei den Mitgliedern noch überwiegend um Forschungsinstitute handelt, kann dies als Indiz gewertet werden, dass noch einiges an F&E-Aktivitäten nötig ist, bevor die Technologie ihre notwendige Leistung erreicht haben und breit in den Markt eingeführt wird. Besteht die Interessensgruppe aus vielen Start-ups und verhältnismäßig wenigen etablierten Unternehmen, steht eher die Einführung einer radikaleren Technologie bevor.

Eine besondere Rolle spielen die Standardisierungsorganisationen, die sich gründen, wenn neue Standards für eine Technologie erforderlich sind. Hier sind vor allem die Unternehmen interessant, die sich zusammenschließen sowie der Umgang der Standardisierungsorganisation mit Patenten und Marken als auch die Unterstützung bei der Implementierung der Technologie. Beispielsweise beschleunigen kostenlose Lizenzen des standardrelevanten Patentportfolios und ein technischer Service bei der Implementierung des Standards eine Verbreitung. Auch eine Marke, die die Technologie eindeutig unterscheidet und entsprechende Marketingaktivitäten fördert, trägt zur Verankerung der Technologie in der Branche bei.



Zugang	Kosten
Auskünfte von Expert*innen (Unternehmen, Verbände, Konferenzen, Hochschulen)	Gebührenfrei
Beauftragung von Marktforschungsinstituten	€€
Recherche zu Interessensgruppen und Verbänden über Webseiten	Gebührenfrei
Analysen von Wirtschaftsforschungsinstituten, Ministerien, OECD	Gebührenfrei

5. Marktindikatoren

Die Verbreitung einer Technologie ist einer der wichtigsten Indikatoren, um ihre Diffusion zu beschreiben. In der Regel wird dabei die Marktdurchdringung –d.h. die erreichte Durchdringung einer Gruppe möglicher Nutzenden im Verhältnis zum potenziellen Markt– beschrieben. Zudem gilt als Faustregel zur Bestimmung des Diffusionspotenzials, dass mindestens ein wichtiger Konzern ein starkes Interesse daran haben muss, die Technologie in den Markt zu bringen und möglichst keine Barrieren dagegen aufgestellt sein sollten. Die Barrieren sind in vielen Bereichen verortet. Dazu gehören andere wichtige Unternehmen, Bedenken der Gesellschaft oder hohe Investitionskosten für die Infrastruktur, die nur staatlich aufgewendet werden kann. Um diese zu identifizieren, ist in den meisten Fällen eine Betrachtung der für die Technologie wichtigsten Märkte relevant. Im Falle einer regionalen Einschränkung der Analyse auf den eigenen Markt oder in der eigenen Region, können wichtige Entwicklungen in anderen Ländern übersehen werden, die für die globale Technologieverbreitung relevant sind.

In einer frühen Entwicklungsphase von Technologien ohne quantitative Daten können bereits Trends durch Expert*innen erkannt werden sowie in späten Phasen die Abtrennung bestimmter Produkte und Anwendungsbereiche ausgemacht werden. In späteren Entwicklungsphasen der Technologie sind wiederum Datenbanken für die Erhebung der Marktindikatoren geeignet.

Bei den Marktindikatoren sollten folgende Aspekte und Einschränkungen berücksichtigt werden:

- Marktforschungsberichte basieren auf Prognosen von Branchenexpert*innen. Diese werden von Marktforschungsinstituten häufig in Industrieunternehmen identifiziert und manche haben ein Interesse an der Förderung von bestimmten Anwendungsbereichen. Entsprechend vorsichtig sollte mit Verkaufs- und Umsatzzahlen umgegangen werden – insbesondere, wenn die Berichte auf einer geringen Zahl an Befragten basieren.
- Marktprognosen –beispielsweise von Expert*innen– können auch zu zurückhaltend sein. Gottlieb Daimler wird nachgesagt, dass er die Grenze bei der weltweiten Nachfrage nach Kraftfahrzeugen bei einer Million sah, allein schon aus Mangel an verfügbaren Chauffeuren. Entsprechend sollten Marktgröße und -kapazität als dynamische Werte betrachtet werden, die regelmäßig neu definiert werden müssen.

Weiterführende Literatur

Grundlagen zur Marktanalyse

Kieckhäfer, K. (2013). *Marktsimulation zur Strategischen Planung von Produktportfolios. Dargestellt am Beispiel innovativer Antriebe in der Automobilindustrie*. Wiesbaden: Springer Gabler.

Theis, H.-J. (2008). *Handbuch Handels-Marketing Band 3. Erfolgreiche Instrumente der Handelsmarktforschung*. Frankfurt am Main: dfv Mediengruppe.

Goemann-Singer, A., Graschi, P. & Weissenberge, R. (2004). *Recherchehandbuch Wirtschaftsinformatio-
nen*. Berlin, Heidelberg: Springer.

Wissenschaftliche Quellen

D'Alessandro, S., Johnson, L., Gray, D., & Carter, L. (2015). The market performance indicator: A macro understanding of service provider switching. *Journal of Services Providing* 29(4), 302-313.

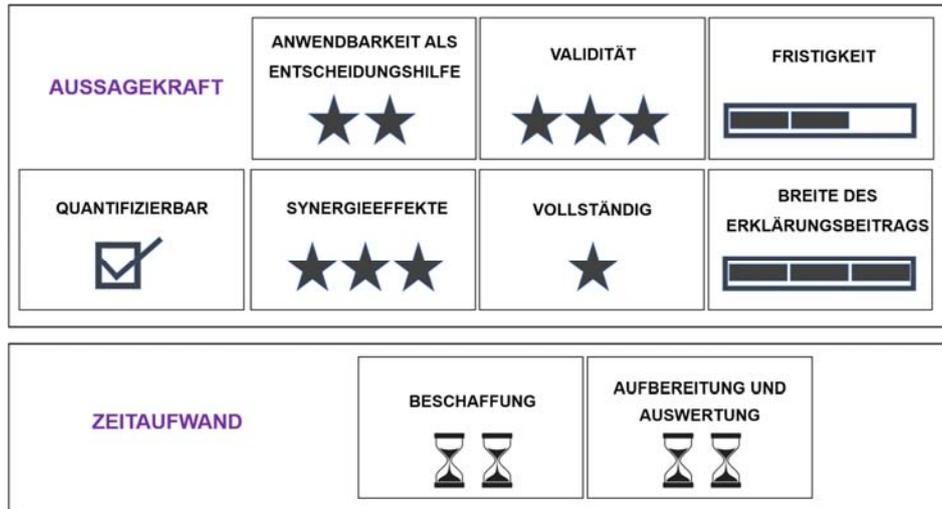
Zur Bewertung eines Regimewechsels

Dijk, M., Orsato, R. J., & Kemp, R. (2015). Towards a regime-based typology of market evolution. *Techno-
logical Forecasting and Social Change*, 92, 276-289.

5.1 Produkte, Pilotprojekte, Use Cases

Pilotprojekte und **Use Cases** (Fallbeispiele) als erste Produkte sind frühe Marktindikatoren. Sie geben Auskunft, ob wichtige Unternehmen die Technologie voranbringen wollen oder auf Alternativen setzen. Auch zeugen sie von der Produkt- und Technologiestrategie der beteiligten Unternehmen. Entsprechend ist nicht die Anzahl der Pilotprojekte und Use Cases, sondern vielmehr die geographische Reichweite, die Marktstellung und Eigenschaften der beteiligten Unternehmen sowie das Spektrum der Piloten interessant. Steht die Verbreitung noch am Anfang, lassen sich mit ihrer Bewertung Aussagen über das Diffusionspotenzial ableiten.

Die Anzahl neuer **Produkte** und Verkaufszahlen sowie der Umsatz mit neuen Produkten ist der wohl wichtigste Fortschrittsindikator, um Technologieentwicklungen nachzuvollziehen. Ob der Trend steigt oder abfällt, zeigt sehr deutlich, in welchem Reifegrad sich die Technologie befindet. Allerdings ist bei den Prognosen Vorsicht geboten. Da die Werte, auch die aktuellen, die Vergangenheit abbilden, sollte immer das Wachstumspotenzial alternativer Technologien bewertet werden, um abzuschätzen, ob sich ein Wachstumstrend fortsetzen wird, oder ob die Verkaufszahlen einbrechen werden. Neben der rein numerischen/quantitativen Bewertung können Produkte auch qualitativ gewichtet werden, beispielsweise anhand folgender Aspekte: Wer verkauft die Produkte? Gibt es bereits etablierte Hersteller und Kund*innen? Wie leicht sind diese zu ersetzen?



Zugang	Kosten
Aussagen von Expert*innen (Unternehmen, Verbände, Hochschulen)	Gebührenfrei
Marktforschungsinstitute	€€
Unternehmensbefragungen und Jahresberichte von Unternehmen	Gebührenfrei
Hoppenstedt Firmendatenbank für Hochschulen (Profile von deutschen Unternehmen und Institutionen)	€€€
Portal für verschiedene Marktanalysen und –studien, z.B. Mindbranch, Profound	€€-€€€
GBI-Genios Deutsche Wirtschaftsdatenbank (umfassende deutsche Datenbank von Fachzeitschriften für die Wirtschafts- und Sozialwissenschaften; u.a. Firmenprofile, Jahresabschlüsse; Marktdaten, Personeninformationen)	€
Euromonitor (Marktanalyst, Spezialist für Konsumgüter)	
Wirtschaftsinstitute (z.B. DIW, ifo, IW, HWWA, IfW; volkswirtschaftliche Konjunkturanalysen, Informationen über Handel, Industrie sowie Technologien & Innovationen; Prognosen)	Gebührenfrei, Aufträge €€€
Statistische Ämter (Bund und Länder, EUROSTAT; Branchenumsätze, Produktionsstatistiken, Zulassungen)	Gebührenfrei

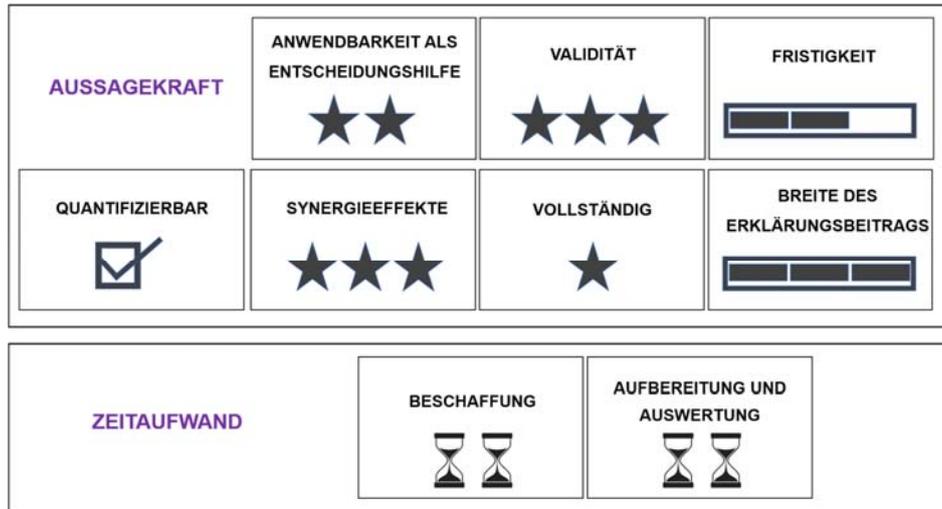
5.2 Marktgröße, Marktdurchdringung, Marktsättigung und Eigenschaften der Nutzergruppen

Die **Marktgröße** ist keinesfalls statisch, sondern ändert sich im Laufe der Technologieentwicklung. Dabei kann diese gerade in der Anfangsphase stark schwanken. Beispielsweise ist sie häufig in der ersten Euphoriephase hoch, um Ressourcen für die Technologieentwicklung anzuziehen. Bei der Ernüchterung, wenn beispielsweise technologische Probleme nicht gelöst werden können und die Erwartungen an die Leistungsfähigkeit korrigiert werden, ist die Marktgröße wieder geringer. Wenn diese Probleme gelöst werden und besonders wenn neuartige, vorher noch nicht antizipierte Anwendungen entdeckt werden, steigt die Marktgröße erneut und ist gegen Ende des Technologiewachstums entsprechend höher. Ist die Technologie ausgereift, fällt die Marktgröße wieder, da sie von neuen, leistungsstärkeren Technologien abgelöst wird.

Die **Marktdurchdringung**, die **Marktsättigung** angegeben in Prozent der bereits erreichten Marktgröße und das Maß der Marktkapazität, des Prozentsatzes des noch zu erreichenden Marktes sind wichtige Indikatoren für das Entwicklungsstadium einer Technologie. Die Kaufbereitschaft hängt stark vom Preis-Leistungsverhältnis des Endproduktes ab. Entsprechend kann die Marktdurchdringung mit Produkten, die auf der neuen Technologie basieren, mit den Produkten verglichen werden, die auf den herkömmlichen Technologien bzw. auf neuen Wettbewerbstechnologien basieren. Das Preis-Leistungsverhältnis ist wiederum von der kumulierten Höhe der Innovationsaktivitäten und den Marketingaktivitäten der Unternehmen abhängig. Somit kann die Marktdurchdringung als Indikator für den Entwicklungsstand der Technologie und der Wirkung der Marketingaktivitäten dienen. Bevor es zu einer breiten Diffusion der Technologie kommt, wird sie meist erst in Nischenmärkten eingeführt.

Mit der Einschätzung der **Nischenentwicklung** von Technologien kann eine ausdifferenziertere Meinung über die Chancen der Substitution einer derzeit vorherrschenden Technologie gebildet werden. Beispiele hierfür sind der Elektroantrieb für PKWs als schleichende Erweiterung des Verbrennungsmotors durch Kombinationen und Erweiterungen wie in Form von Hybridfahrzeugen.

Bei den Kund*innen bzw. den Nutzer*innen einer Technologie sind wiederum neben ihrer Zahl vor allem ihre Eigenschaften von Interesse, um eine Technologie zu bewerten. Bei radikalen Technologien entstehen häufig neue **Nutzergruppen**, da etablierte auf herkömmliche Technologien ausgerichtet sind. Die Eigenschaften der Nutzergruppen bzw. des Marktes bieten wiederum Hinweise, wie schnell eine Technologie diffundieren kann. Handelt es sich um risikoaverse Gruppen? Oder ist es ein Markt mit schnellen Produktlebenszyklen, der eine stetige Neuerung erfordert? Wie global sind diese Nutzergruppen aufgestellt und über welche Zugänge sind sie erreichbar? Entsprechend unterstützt die Charakterisierung der Nutzergruppen die Bewertung von Technologien.



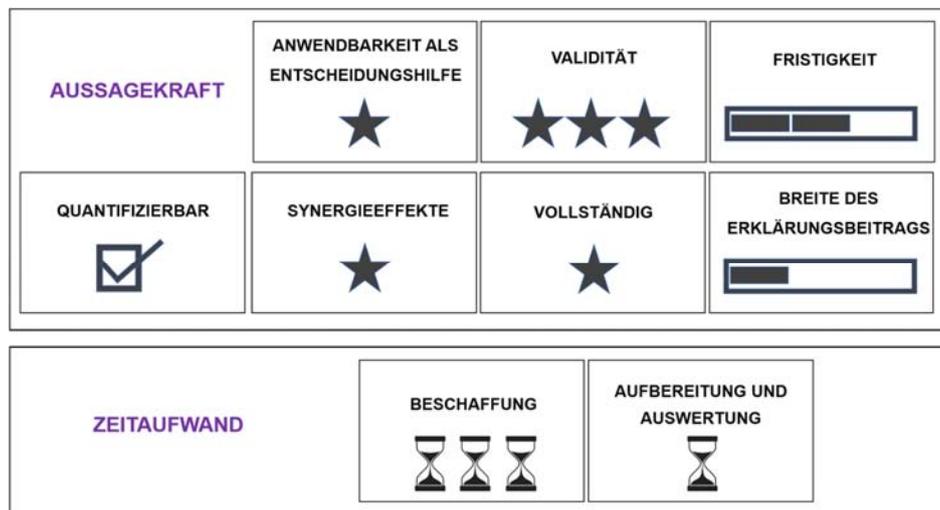
Zugang	Kosten
Aussagen von Expert*innen (Unternehmen, Verbände, Hochschulen)	Gebührenfrei
Marktforschungsinstitute	€€
Unternehmensbefragungen und Jahresberichte von Unternehmen	Gebührenfrei
Hoppenstedt Firmendatenbank für Hochschulen (Profile von deutschen Unternehmen und Institutionen)	€€€
Portal für verschiedene Marktanalysen und –studien, z.B. Mindbranch, Profound	€€-€€€
wiso (umfassende deutsche Datenbank von Fachzeitschriften für die Wirtschafts- und Sozialwissenschaften; u.a. Firmenprofile, Jahresabschlüsse; Marktdaten)	
Euromonitor (Marktanalyst, Spezialist für Konsumgüter)	
VDZ über PZ-online (Mediadaten, Branchenreports verschiedener Verlage)	
Wirtschaftsinstitute (z.B. DIW, ifo, IW, HWWA, IfW; volkswirtschaftliche Konjunkturanalysen, Informationen über Handel, Industrie sowie Technologien & Innovationen; Prognosen)	Gebührenfrei, Aufträge €€€
Statistische Ämter (Bund und Länder, EUROSTAT; Branchenumsätze, Produktionsstatistiken, Zulassungen)	Gebührenfrei

5.3 Marketingmaßnahmen und Marken

Marketingbudgets und -kampagnen wichtiger Unternehmen sowie die Neuanmeldungen und Zahl technologiespezifischer Marken sind Hinweise auf die Diffusionsaktivitäten, die eine Technologieverbreitung beschleunigen können. Auch bei Marken ist eine qualitative Einstufung sinnvoll. Sind es Marken, die auf hochwertige Produkte verweisen? Dann steht die Technologie eher am Beginn ihres Wachstums. Häufen sich die Marken für preiswerte Produkte? Dann hat der Wettbewerb über Preise begonnen und die Technologie wird an Verbreitung weiterhin deutlich zunehmen, bis sie schließlich ihr Lebensende erreicht hat.

Insbesondere die Marketingmaßnahmen und Marken wichtiger Unternehmen sind interessant, um das Verbreitungspotenzial der Technologie zu bewerten und um einzuschätzen, ob innerhalb der nächsten Zeit die Diffusion zunehmen wird. Da Marketingbudgets in der Regel geheim gehalten werden, kann über die Neuanmeldungen von Marken und die Marketingkampagnen das Budget abgeschätzt werden. Durch virulentes Marketing über soziale Medien wird das Schätzen von Marketingbudgets jedoch zunehmend schwieriger, da es bei dieser Marketingform undurchsichtiger ist, wie viel Unternehmen hierfür investierten, um eine breite Öffentlichkeit zu erreichen.

Für Marken existieren zwar Datenbanken, doch für die qualitative Einschätzung müssen weitere produktbezogene Daten beschafft werden. Die Marketingmaßnahmen müssen in der Regel geschätzt werden. Demzufolge ist der Beschaffungsaufwand dieser Informationen sehr hoch und die Vollständigkeit gering, was auch die Anwendbarkeit als Entscheidungshilfe eher gering ausfallen lässt.

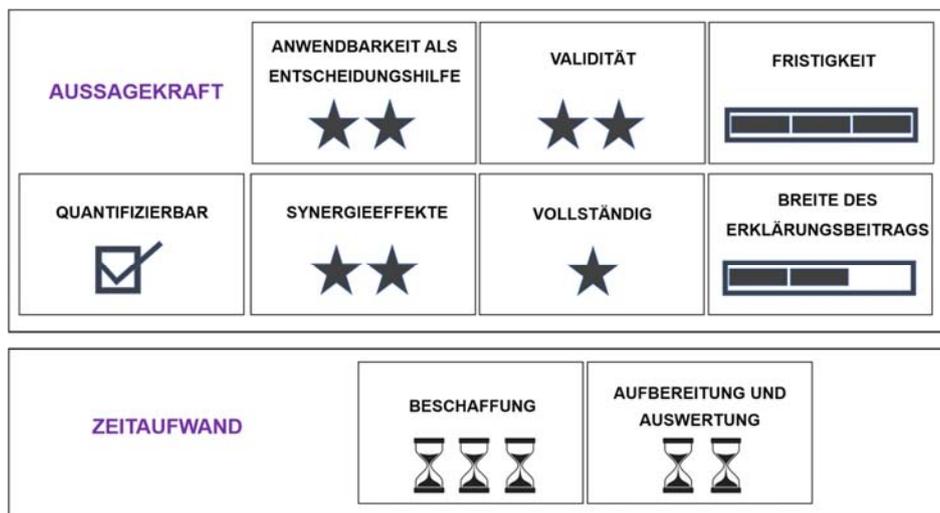


Zugang	Kosten
Aussagen von Expert*innen (Unternehmen, Verbände, Hochschulen)	Gebührenfrei
Marktforschungsinstitute	€€
Unternehmensbefragungen und Jahresberichte von Unternehmen	Gebührenfrei
Zugang	Kosten

Hoppenstedt Firmendatenbank für Hochschulen (Profile von deutschen Unternehmen und Institutionen)	€€€
Bloomberg (verschiedenste Echtzeit-Daten, beispielsweise Aktien, Fundamentaldaten, Bondpreise, Indizes, Commodities)	
EU IPO und nationale Markenämter für Marken	Gebührenfrei
AvantIQ Trademark Databases (Online- und Offline-Suchdienste für Marken, Domainnamen und Unternehmensnamen)	Onlinesuche gebührenfrei, weitere Dienste €€€
wiso (umfassende deutsche Datenbank von Fachzeitschriften für die Wirtschafts- und Sozialwissenschaften; u.a. Firmenprofile, Jahresabschlüsse; Marktdaten, Personeninformationen)	

5.4 Nachhaltigkeitswirkung und Nachhaltigkeitspotenzial für Kund*innen

Für eine langfristige Verbreitung und um nicht sofort wieder abgelöst zu werden, ist Nachhaltigkeit –im Sinne einer ökologischen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Nachhaltigkeit– ein wichtiges Merkmal von Technologien. Wenn das Nachhaltigkeitspotenzial wächst, steigen auch die Marktgröße, das Marktpotenzial und in kritischen Anwendungsbereichen, bei denen Nachhaltigkeit eine wichtige Eigenschaft ist, selbst die Verbreitungsgeschwindigkeit von Technologien. Die Nachhaltigkeitswirkung kann sowohl qualitativ als auch quantitativ anhand bestimmter Kenngrößen erfasst werden. Dabei ist die Wirkung ein dynamischer Wert, der sich mit der Verbesserung von Technologieparametern oder mit Veränderungen in der Branchenstruktur steigern oder selbst verschlechtern kann, wenn die Leistungsfähigkeit einer Technologie zu kritischen Arbeitsbedingungen bei Nutzer*innen führt. Aus diesem Grund sollte diese dynamische Entwicklung auch bei Wettbewerbstechnologien berücksichtigt werden.



Zugang	Kosten
Meinungen von Expert*innen (Unternehmen, Verbände, Konferenzen, Hochschulen)	Gebührenfrei
Befragungen von Kund*innen	Gebührenfrei
Beauftragung von Umweltinstituten	€€
Analysen von Umweltinstituten und Forschungsinstituten	Gebührenfrei

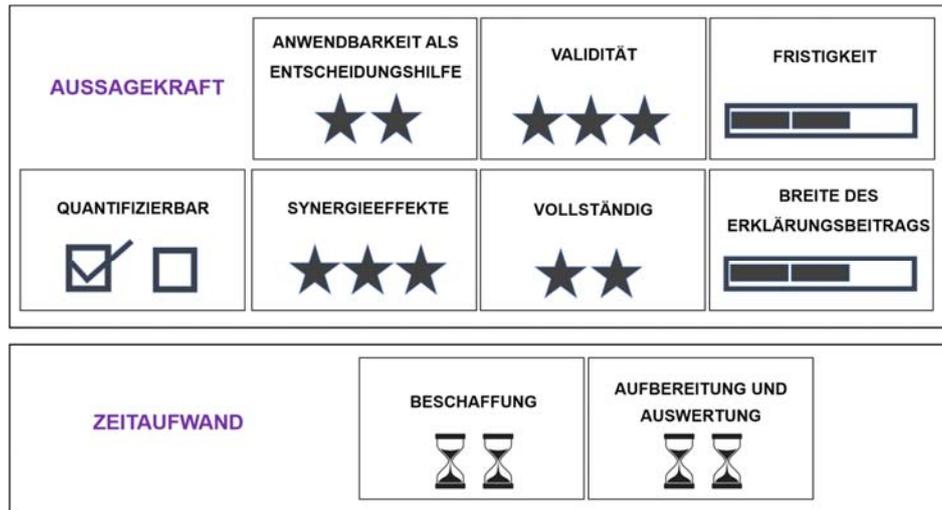
6. Regulierung und Standards

Hochgradig neue Technologien sind Regulierungen in ihrer Entwicklung in der Regel voraus, da Technikfolgen erst nach einer Weile greifbar werden und Regulierungen in politischen Prozessen entwickelt werden. Daher unterzeichneten Wissenschaftler*innen immer wieder Selbstverpflichtungen, inwieweit und für welche Zwecke sie neue Technologien einsetzen, wenn rahmengebende, gesetzlichen Einschränkungen fehlten. Beispiele hierfür sind das Klonen, die Stammzellforschung und die Gentechnik. Daraus folgt, dass Technologieregulierungen und Zulassungsverfahren eindeutige Hinweise dafür sind, dass die Technologie nun im Markt eingeführt wird. Der Zeitpunkt der Einführung kann sich allerdings trotzdem verzögern wie im Fall von genetisch modifizierten Pflanzen in der EU. Diese durften in EU-Mitgliedsstaaten offiziell angebaut werden, als es ein Zulassungsverfahren gab und sie dieses durchliefen. Nach den ersten Zulassungen wurden keine weiteren akzeptiert, obwohl sie die vorgeschriebenen Studien mit unbedenklichen Ergebnissen vorlegen konnten. Es dauerte über eine Dekade, bis das Zulassungsverfahren nachgebessert wurde und es wieder zu Zulassungen kam, da einige Länder die Zulassung aufgrund gesellschaftlicher Bedenken blockierten. Regulierungen sollten aus diesem Grund immer gemeinsam mit der gesellschaftlichen Bedeutung von Technologien betrachtet werden.

Auch Umwelt- und Verbraucherschutzrichtlinien dienen zur Steuerung von Technologien. Durch geeignete Rahmenbedingungen kann der Staat veraltete Technologien auslaufen lassen und schrittweise vom Markt nehmen, beispielsweise indem er neue Effizienzstandards festlegt und Verbraucherschutzrichtlinien aktualisiert. So wird die Liste gesundheitsgefährdender Stoffe und in welchen Konzentrationen sie vorliegen dürfen ebenso regelmäßig überarbeitet, wie beispielsweise zulässige Emissionswerte. Im Analgenbau eignet sich für ein Bewerten der Umwelt- und Effizienzstandards ein Vergleich mit der besten verfügbaren Technik, die von der Planung über den Betrieb bis zur Stilllegung in den entsprechenden Industrien zwischen Mitgliedsstaaten der EU, der Industrie und Umweltverbänden erarbeitet wird.

Kennwert	Aussagefeld
Technologie-regulierungen	Technologiespezifische Gesetze und Verordnungen werden meist in der ersten oder frühen Wachstumsphase erlassen.
Produktzulassungsverfahren, Verbraucherschutz	Zulassungsverfahren und Verbraucherschutz können sich als Barriere oder Beschleunigung erweisen. Wenn die Technologien neue bzw. Änderungen der Zulassungsverfahren erfordern, kann dieses die Einführung verzögern.
Umweltregulierungen	Die Passfähigkeit mit Umweltregularien sollte in die Zukunft im Hinblick auf strikere Vorschriften bewertet werden. Wenn die Technologie explizit als beste verfügbare Technologie gilt, ist die Chance höher, dass sie weiter Bestand hat.

Kennwert	Aussagefeld
Zahl der Standards und Einbettung der Technologie in Standards	Manche Standards sind kurzlebiger, andere wiederum langlebiger als Umweltregulierungen und Produktzulassungsverfahren. Sie werden in frühen Wachstumsphasen schneller durch Neuerungen obsolet. Ein Standard wird meist in der ersten Wachstumsphase beschlossen. Anschließend sollte beobachtet werden, wie weit fortgeschritten der Standardisierungsprozess für die nächste Technologiegeneration ist und ob diese kompatibel ist oder ob die betrachtete Technologie auslaufen wird.



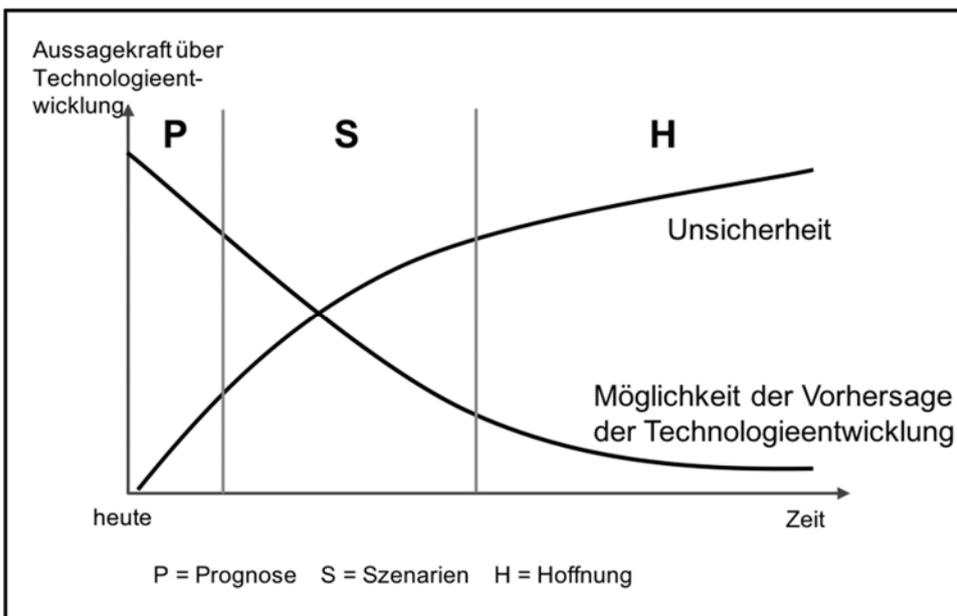
Zugang	Kosten
Gesetze und Richtlinien über die jeweils zuständigen Behörden	Gebührenfrei
Beste Verfügbare Technik (im Anlagenbau) – Merkblätter über das Umweltbundesamt	Gebührenfrei
Standards über Webseiten der Standardisierungsorganisationen	Gebührenfrei
Kommerzielle Anbieter, z.B. Techstreet (Clarivate Analytics)	€-€€

V. Konzepte zur Informationsstrukturierung und -bewertung

Je nachdem welches Ziel mit der Technologiebewertung verfolgt wird, ist diese vergleichend oder klassifikatorisch. Für komparative Bewertungen werden Technologien, Beschaffungs- und Verwertungsoptionen und Einsatzfelder verglichen. Für klassifikatorische Bewertungen werden in der Regel Listen erstellt [1]. Für beide Bewertungsformen können Technologien und deren Einsatzfeldern, Beschaffungs- und Verwertungsoptionen jeweils qualitative oder numerische Werte zugeordnet werden. Um zu diesen Rangfolgen und Listen zu gelangen, Handlungen abzuleiten und klare Entscheidungen zu treffen, eignen sich unterschiedliche visuelle Methoden zur Datenstrukturierung. Einige der Methoden wie die Portfolioanalyse und Reifegradbestimmungen dienen gleichzeitig zur Informationsstrukturierung und -bewertung. Andere Methoden wie das Roadmapping dienen der Strukturierung. Hier können im Anschluss unterstützende Bewertungsmethoden wie Nutzwertanalysen, Entscheidungsbaumanalysen und mathematische Entscheidungshilfen wie Break-even-Analysen eingesetzt werden. Bei sämtlichen Methoden muss berücksichtigt werden, dass die Unsicherheit über Technologieentwicklungen mit dem Zeithorizont zunimmt und damit auch die Aussagekraft indikatorengestützter Technologiebewertungen.

Je nach Technologie, Agregationslevel und Beschaffenheit sowie dem Ziel der Bewertung ändert sich auch die Eignung verschiedener Indikatoren. Da im Prinzip alle Indikatoren für Lebenszyklusanalysen, Reifegradbestimmungen, Roadmapping- und Portfolio-Ansätze geeignet sind, verzichten wir in diesem Leitfaden auf eine Zuordnung der Indikatoren zu den Konzepten zur Informationsstrukturierung und -bewertung.

Schere aus Unsicherheit und Möglichkeit der Vorhersage

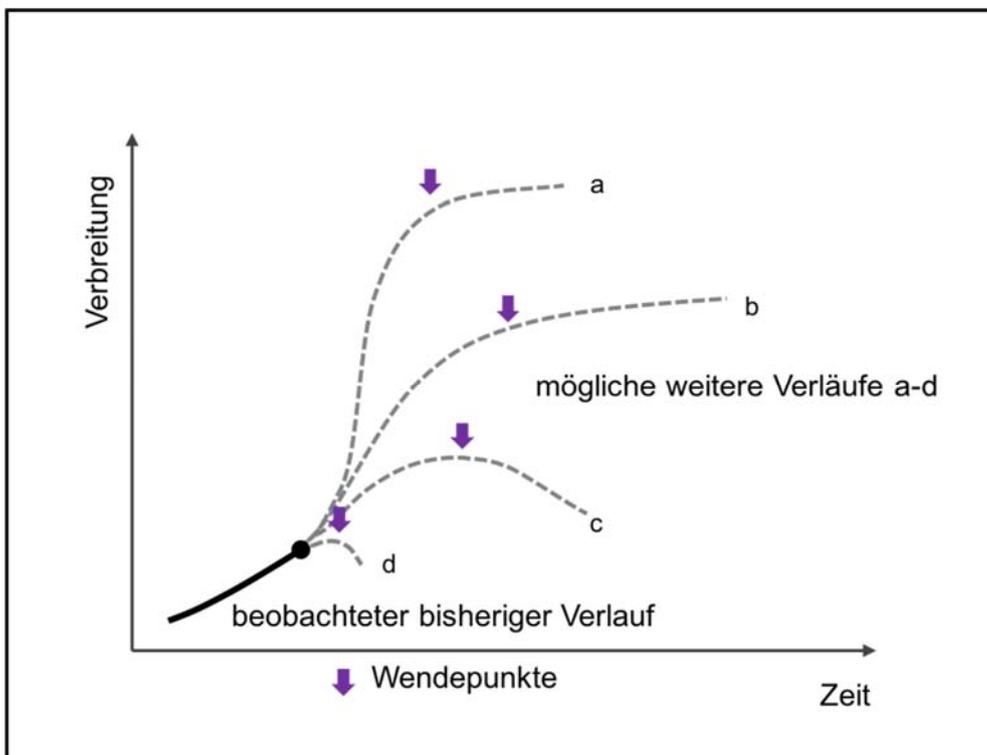


Lebenszyklusmodelle und Technologieverbreitungskurven

Zu wissen, in welchem Entwicklungsstadium sich eine Technologie ungefähr befindet, ist eine wichtige Voraussetzung um das Unsicherheitsmaß einschätzen zu können, mit dem der weitere Entwicklungsverlauf prognostiziert wird. Je reifer eine Technologie ist, desto mehr Daten sind für den historischen Entwicklungsverlauf vorhanden und umso sicherer ist die Prognose für den weiteren Verlauf. Idealtypische **S-Kurven**verläufe, welche die Adoptionsrate, d.h. die Verbreitung im Zeitverlauf beschreiben, können gut für die Technologiepfade ermittelt werden, die sich als dominant erwiesen haben. Technologien die noch am Anfang ihres Lebenszyklus stehen, können sich innerhalb eines Technologieraums in eine unbekannte Anzahl an Richtungen entwickeln. Auch der Abstand der Vektoren dieser Richtungen lässt sich nur in Annäherungen in die Zukunft prognostizieren. In der Regel beschreiben Lebenszyklusmodelle daher die Verbreitung der Technologielösung, die sich durchgesetzt hat.

Untersuchungen zu Technologiediffusionen zeigen, dass die Zeiträume von der ersten Erfindungsmeldung zum ersten Produkt sowie vom Produkt bis zur breiten Massenanwendung ganz unterschiedlich ausfallen können. Die Kurvenverläufe der Technologiepfade, insbesondere derer, die sich nicht durchsetzen, können von einem exponentiellen Anstieg bis hin zu einem abrupten Stopp alle möglichen Formen annehmen. Die Ermittlung von Wendepunkten, ab denen die Verbreitungskurve wieder fällt, kommt aus diesem Grund eine hohe Bedeutung zu.

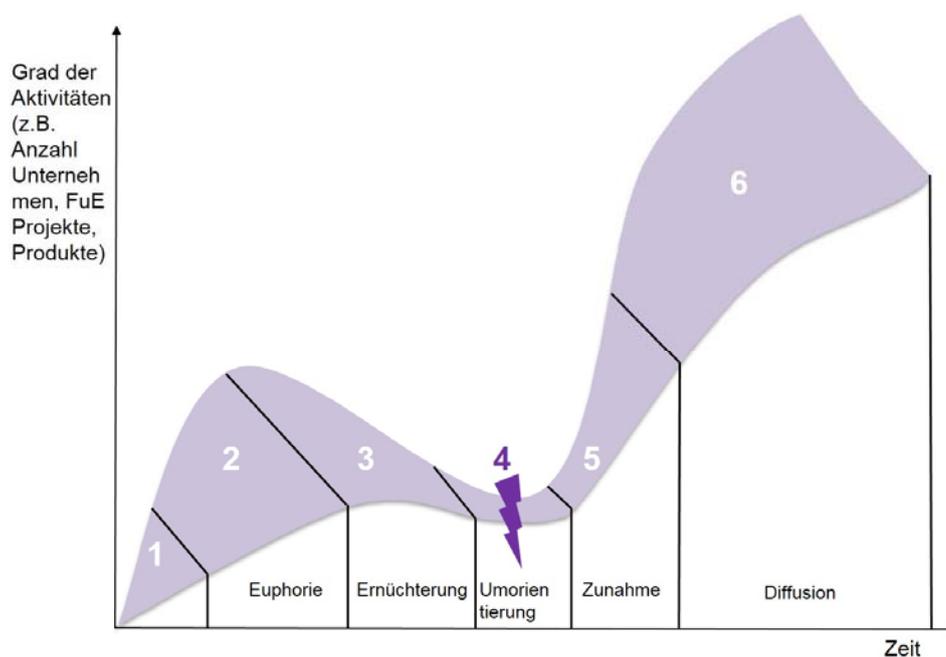
Mögliche Entwicklungspfade von Technologien und Wendepunkten



Der **Wissenschafts-Technik-Zyklus** beschreibt einen idealtypischen Entwicklungsverlauf einer Technologie. Nach einer anfänglichen Euphorie, in der Unternehmen und Forschungsinstitute von einer hohen Leistungsfähigkeit der neuen Technologie ausgehen, stellt sich im Fall eines Double-Boom-Zyklus Ernüchterung ein und die F&E-Aktivitäten werden weniger. Wenn diese nicht eintritt, verläuft die Technologiediffusion in Form einer klassischen S-Kurve. Doch in manchen Fällen tauchen unvorhergesehene Schwierigkeiten auf, Projekte dauern länger als erwartet, bestimmte Eigenschaften lassen sich nicht einstellen oder die Herstellungskosten sind noch weit entfernt von einer Wirtschaftlichkeit, welche die Verdrängung von etablierten Lösungen ermöglichen würde. Die Ernüchterung bedeutet, dass Unternehmen und Forschungsinstitute ihre F&E-Aktivitäten auf andere Technologien ausrichten.

Diese Phase ist besonders kritisch bezüglich der Bewertung von Technologien, denn eine Abnahme der F&E-Aktivitäten kann auch bedeuten, dass der Entwicklungspfad stoppt. Entsprechend ist es risikoreich, weiter in die Entwicklung zu investieren. Da viele Unternehmen die aktive Weiterentwicklung stoppen und abwarten, ist allerdings auch die Chance groß, bei der Umorientierung aktiv die Technologierichtung mitzugestalten. Eine aktive Beteiligung in der Weiterentwicklung kann demzufolge mit den „First-Mover“ Vorteilen einhergehen, zu den ersten Unternehmen zu gehören, die ein Patentportfolio aufbauen und die bestimmen können, wie die Standards und dominanten Designs der Technologie konkret ausgestaltet werden.

Entwicklungszyklus Wissenschaft-Technik-Zyklus als Double-Boom Cycle



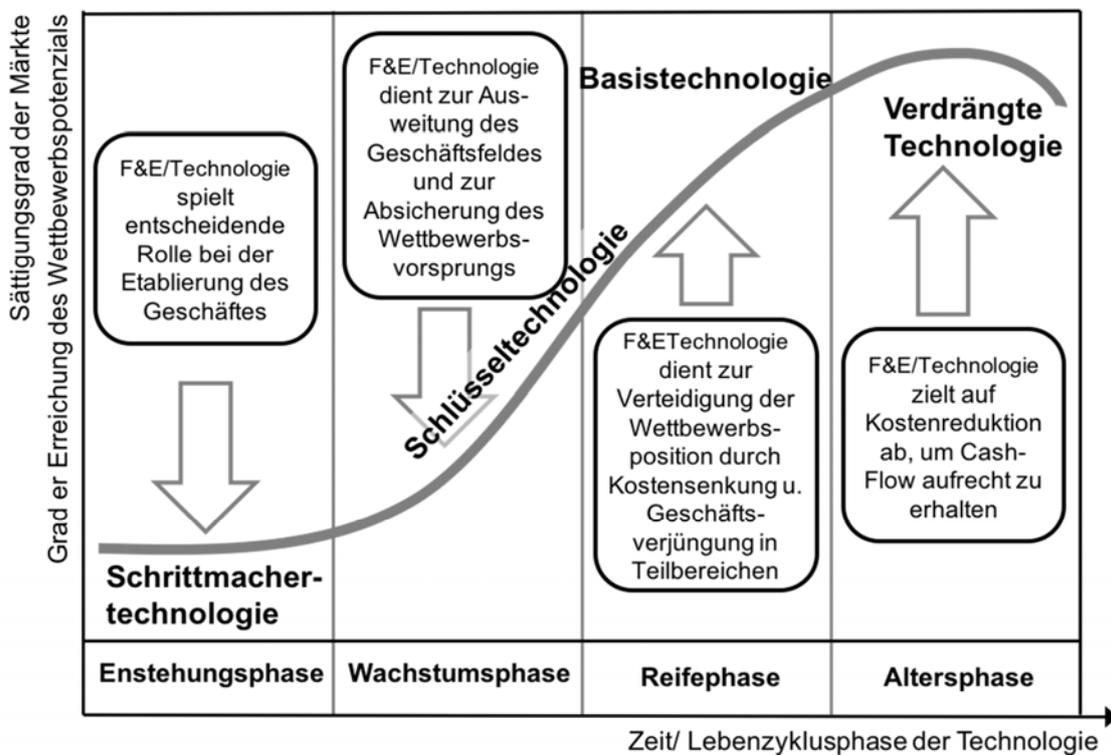
Quelle: in Anlehnung an [3]

Es gilt festzuhalten, dass nicht alle wissensbasierten Technologien einen Double-Boom-Zyklus durchlaufen [4]. Dieser Zyklus wurde bei Technologien beobachtet, bei denen zu Anfang keine Produkte gefunden wurden, welche die weiteren Entwicklungskosten tragen und rechtfertigen, so dass es zu einem Einbruch der F&E- und Marktaktivitäten kommt. Andere Technologien gehen direkt in die breite Anwendung.

Der **Technologielebenszyklus** nach Arthur D. Little unterteilt Technologien je nach Entwicklungsphase in Schrittmachertechnologien (Entstehungsphase), die zu Schlüsseltechnologien (Wachstumsphase) werden können und im weiteren Verlauf zu Basistechnologien (Reifephase) werden. Dabei endet jede Technologie irgendwann als verdrängte Technologie (Altersphase). Nicht jede Technologie durchläuft den gesamten Zyklus, sondern kann auch direkt vom Stadium der Schrittmacher- oder Schlüsseltechnologie zur verdrängten Technologie übergehen. Das Risiko ist bei der Wahl der richtigen Technologie am höchsten, wenn sie sich noch in der Entstehungs- und frühen Wachstumsphase befindet. In diesen Phasen ist die Technologie noch nicht durch Standards oder ein dominantes Design unterstützt.

Die Einstufung von Technologien anhand der Lebenszyklusmodelle ermöglicht eine Abschätzung des weiteren Verlaufs. Unternehmen werden für mögliche Weiterentwicklungen sensibilisiert und können konkreten Handlungen bezüglich der Technologiestrategie und des Technologie- sowie des F&E-Portfoliomanagements ableiten. Sind die F&E-Aktivitäten steigend, insbesondere die von wichtigen Forschungsinstituten und Unternehmen, werden beispielsweise Standards gebildet, sind wichtige Anhaltspunkte in frühen

Technologiezyklus nach Arthur D. Little



Quelle: in Anlehnung an [5]

Wachstumsphasen. Diese Investitionen in die Zukunft einer Technologie sind ein Signal dafür, dass ihre Bedeutung zumindest in nächster Zeit mit hoher Wahrscheinlichkeit weiter wachsen wird. Dieses gilt besonders, wenn die Technologie für Anwendungsfelder entwickelt wird, in denen sie klare Vorteile gegenüber etablierten Lösungen und Alternativen aufweist, die sich noch in der Entwicklung befinden.

Die wohl größte Herausforderung bei der Datenstrukturierung anhand von Lebenszyklusmodellen ist die Schwierigkeit, die Wendepunkte zu bestimmen, ab denen die Entwicklungstrends rückläufig sind bzw. die Entwicklung ganz stoppt oder sich in eine unerwartete Richtung wendet. Am höchsten ist das Substitutionsrisiko in frühen Entstehungsphasen, wenn Wettbewerber alternative Lösungen schnell auf dem Markt etablieren können, oder bei einem hohen Reifegrad, wenn das Leistungspotenzial weitestgehend ausgeschöpft ist und nur mit sehr hohen F&E-Aufwendungen verbessert werden kann. In jedem Fall sollten bei den Kurvenverläufen mögliche Substitutionstechnologien in jeder Phase berücksichtigt werden.

Problematisch kann auch der Fokus auf das quantitative Niveau einer Technologie sein, da die Abbildung der Entwicklungsverläufe meist mit numerischen Indikatoren erfolgt. Das qualitative Niveau muss daher unbedingt berücksichtigt werden, wenn das Potenzial einer Technologie im Unterschied zu anderen eingeschätzt wird, um Fehlentscheidungen möglichst vorzubeugen. Insgesamt kann als Kritikpunkte für S-Kurven und Lebenszyklusmodelle festgehalten werden, dass Technologien häufig nicht eindeutig zugeordnet werden können, die Phasen in der Praxis parallel laufen und überlappen, der Anstieg zu Beginn nicht richtig erklärt werden kann und es bisher nur vereinzelte empirische Beispiele gibt, die diesen idealtypischen Verläufen folgen.

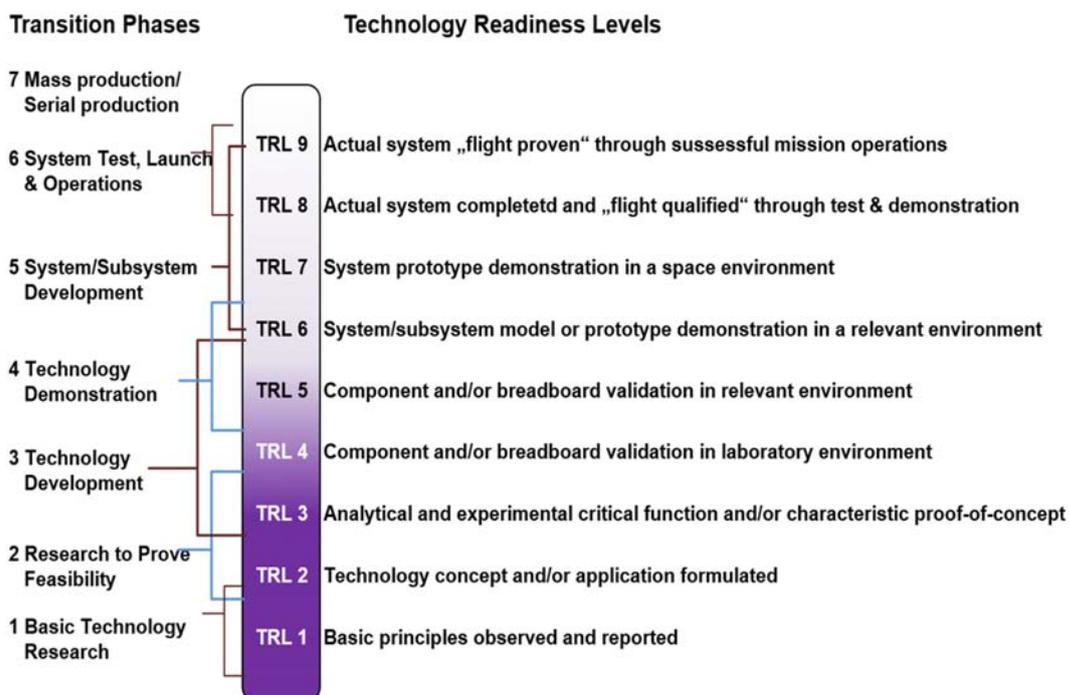
Zur Einstufung der Entwicklungsphase eignen sich sämtliche quantitative und qualitative Indikatoren. Wichtiger als die Indikatoren sind dabei die Trendverläufe um Stagnation und Wendepunkte zu ermitteln. Hier sind unternehmerische F&E-Aktivitäten und Patentanmeldungen deutlichere Signale, als wissenschaftliche Publikationen und staatliche F&E-Förderung. Prozesse zur Bestimmung staatlicher Ausgaben sind träge und verändern sich nur zeitverzögert. Beispielsweise werden F&E-Programme mehrerer Jahre im Voraus geplant und vergeben. Entsprechend bieten sie wenig Anpassungsspielraum. Aus diesem Grund werden auch die wissenschaftlichen Veröffentlichungen und Patentanmeldungen aus Forschungsinstituten selbst dann steigen, wenn Unternehmen die Technologieentwicklung bereits geändert oder gestoppt haben.

Reifegradbestimmung

Die Bestimmung des Reifegrads einer Technologie erfolgt unternehmensintern, oft um zu entscheiden, ob eine Technologie bereits in einem Produkt eingesetzt werden kann oder um F&E-Maßnahmen zu planen, damit die Technologie rechtzeitig einsatzfähig wird. Entsprechend geht es nicht um den Reifegrad im übergeordneten Lebenszyklus einer Technologie, sondern auch neuartige Technologien, die sich noch in der Entstehungsphase und nicht in der Reifephase im Technologielebenszyklus befinden, können bereits „reif“ für eine Anwendung sein. Das klassische Modell der Reifegradbestimmung wurde von der NASA entwickelt und von unterschiedlichen Technologieunternehmen auf ihre Betriebserfordernisse angepasst.

Reifegradprüfungen sollen bei der Entscheidung helfen, ab wann eine bestimmte Technologie in Produkte und Prozessen praktisch eingesetzt und genutzt werden kann. Die Einteilung und Bewertung der unterschiedlichen Reifegrade erfolgt in Kennzahlen, meist Noten, aus denen in einem vordefinierten Rahmen Stärken und Schwächen und sich daraus ergebene Maßnahmen zur Verbesserung abgeleitet werden. Die Reifestufen können auch für unterschiedliche Teilaspekte von Technologien bewertet werden. Entsprechend wird eine Funktionsmatrix erstellt, mit den dazu gehörenden technologischen Lösungen und wie weit diese jeweils verfügbar sind, um jeweils ableiten zu können, auf welchen Entwicklungsarbeiten der Fokus liegen und wo noch Kooperationen eingegangen oder Auftragsforschung vergeben werden sollten.

Technologiereifegradbestimmung NASA



Quelle: in Anlehnung an [6]

Vorteile von Reifegradbestimmungen:

- Die eigenen Stärken und Schwächen können anhand eines vordefinierten und bereits erprobten Rahmens mit Kennzahlen abgeleitet werden.
- Aus der Analyse ergeben sich Maßnahmen zur Verbesserung.
- Durch die Dokumentation ist ein Setzen von Benchmarks möglich.
- Die Qualität einer Technologie kann zertifiziert und beworben werden.
- Durch die standardisierte Einteilung können Angebote verschiedener Unternehmen verglichen werden.

Nachteile von Reifegradbestimmungen:

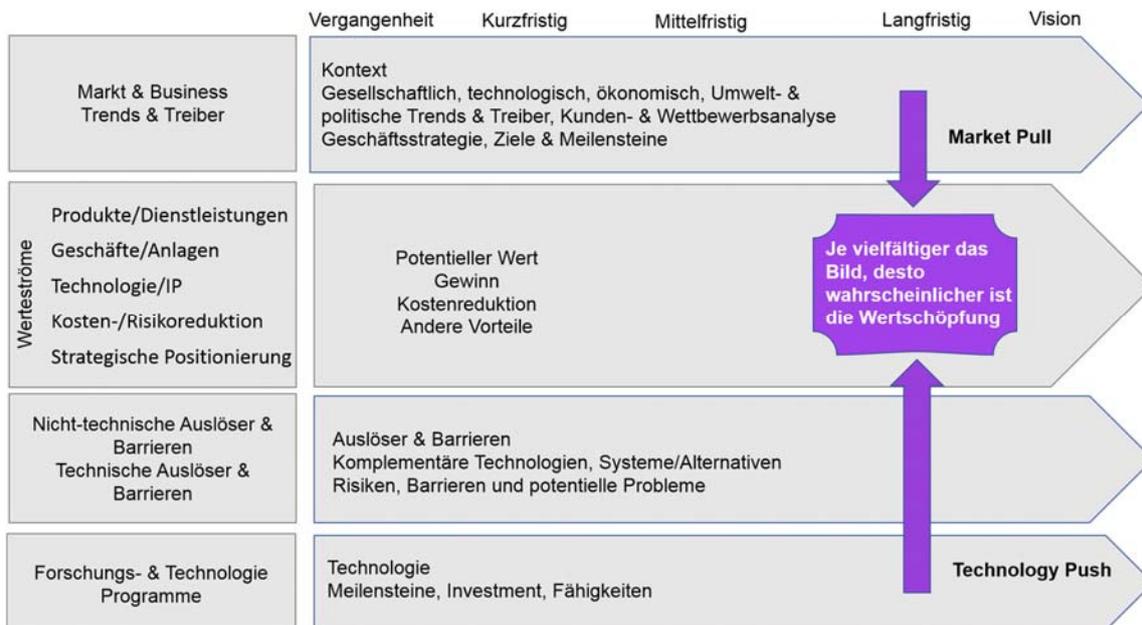
- Die Einschätzung ist immer relativ, da die Stufe noch keine konkrete Aussage über die zeitliche Verfügbarkeit oder die benötigten Ressourcen ist. Insbesondere in frühen Stufen können unvorhergesehene Schwierigkeiten auftreten, welche die gesamte Entwicklung verzögern.
- Schwachstellen könnten verschwiegen werden, um einen hohen Reifegrad zu erlangen.

Technologie-Roadmapping

Beim Technologie-Roadmapping wird eine visuelle Darstellung der Entwicklungspfade und -potenziale der betrachteten Technologien erstellt. Dieses Vorgehen hat das Ziel, langfristige und komplexe Projekte in leichter zu erfassende Abschnitte zu strukturieren. Dabei stellt der Plan eine eher grobe Übersicht dar, um Chancen und Risiken abzuwägen und die damit verbundenen strategischen Entscheidungen und Erfordernisse aufzudecken, zum Beispiel in Hinblick auf Investitionsentscheidungen oder die Steuerung der Entwicklungsrichtung. Beispielsweise kann mittels des Konzepts aufgedeckt werden, welche Entwicklungspotenziale, Risiken und Chancen aber auch erforderliche Prozesstechnologien und Vorprodukte einzelner Technologien von Bedeutung sind und in welchem Stadium diese verfügbar sind oder zu welchem Zeitpunkt verfügbar sein sollten.

Bei diesem Verfahren ist es wichtig, dass die strategischen Ziele und die Funktionen in Unternehmen und zwischen verschiedenen Organisationen in einem kollaborativen und iterativen Prozess erarbeitet werden. Das Verfahren bezieht häufig bibliometrische Analysen, Patentanalysen sowie Prognosen, beispielsweise mittels Delphi-Methode und Meinungen von Expert*innen mit ein. Eine Gruppe oder eine Person erstellt auf Basis von ihren Rechercheergebnissen und darauffolgenden ausführlichen Diskussionsrunden dann eine erste Version der Technologie Roadmap. Diese ist in der Regel zweidimensional mit einer Objekt- und Zeitachse und zeigt verschiedene Beziehungen auf. Nach ausführlichen Auswertungsphasen und der Validierung der Ergebnisse in internen Diskussionsrunden sowie mit externen Expert*innen wird diese grafische Darstellung angepasst.

Exemplarisches Template für eine Technologie-Roadmap



Quelle: in Anlehnung an [7]

Besonders die Flexibilität des Konzepts und der konsensbasierte, transparente Prozess sind deutliche Vorteile und können zu mehr Klarheit über die speziellen Erfordernisse der einzelnen Unternehmensebenen sowie deren Harmonisierung führen. Entscheidungsträger*innen können so genauere Prognosen über verschiedene Entwicklungspfade von Technologien vornehmen. Mit einer daraufhin klaren Positionierung des Unternehmens können Marktchancen früh erkannt und somit Ressourcen möglichst zielorientiert eingesetzt werden.

Weitere Vorteile des Technologie-Roadmappings:

- Solide Prognose über die Entwicklungspfade betrachteter Technologien.
- Transparente und kollaborative Prozesse, um sich über Technologieentwicklungen zu einigen.
- Hilfreich bei Entscheidungen über zukünftig zu nutzende Technologien oder technologische Weiterentwicklungen.

Nachteile des Technologie-Roadmappings:

- Validität der Prognose abhängig von der Qualität der Recherche und der Zusammensetzung der Expert*innen.
- Aktualität ist kurz, die Roadmaps sollten besonders in dynamischen Technologieentwicklungsphasen regelmäßig überprüft und angepasst werden, was allerdings sehr aufwändig ist.

Weiterführende Literatur:

Moehrle, M., & Isenmann, R. (Eds.). (2007). *Technologie-Roadmapping: Zukunftsstrategien für Technologieunternehmen*. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag

Dissel, M. C., Phaal, R., Farrukh, C. J., & Probert, D. R. (2009). Value roadmapping. *Research-Technology Management*, 52(6), 45-53.

Portfoliokonzepte

Portfoliokonzepte dienen vor allem zur Informationsbewertung und zum Ableiten von Handlungsempfehlungen. Technologien, F&E-Projekte und Produkte können mittels interner und externer Parameter bewertet und in einer zweidimensionalen Matrix abgebildet werden. Typische Dimensionen sind die Attraktivität und Stärke der eigenen Position oder der Position von Wettbewerbern.

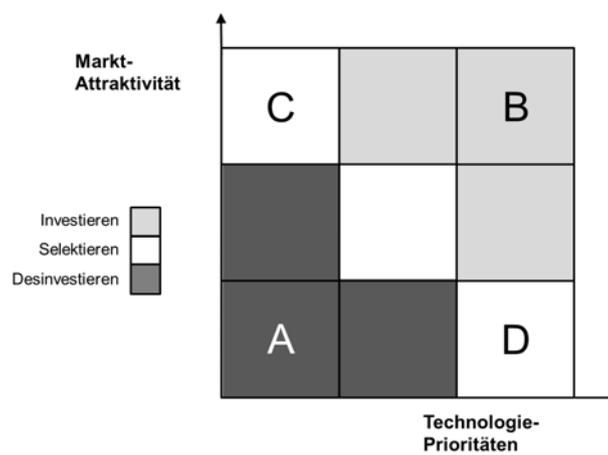
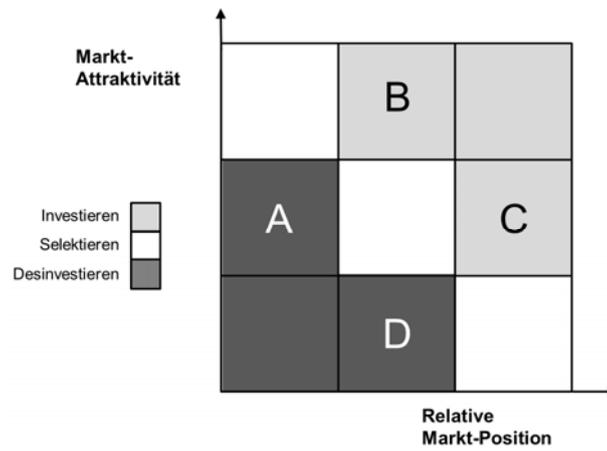
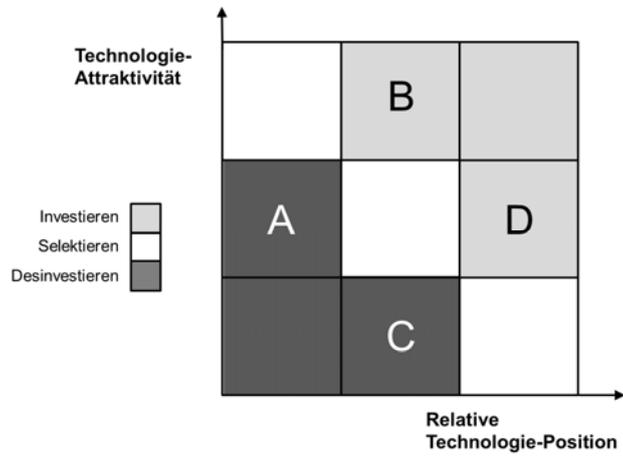
Von Vorteil ist vor allem die Übersichtlichkeit, da die Datenvielfalt auf zwei Dimensionen reduziert wird. So ist eine klare Orientierung möglich und Handlungen können gut abgeleitet sowie Wachstumsbereiche und -strategien können identifiziert werden. Nachteilig ist die scheinbare Transparenz der Rangordnung. Aus diesem Grund sollte genau dokumentiert werden, wie und warum es zu der vorgenommenen Einstufung kam. Die Handlungsempfehlungen der Portfolioansätze sind nicht als jeweils beste Empfehlung zu verstehen sondern sollten als Denkanstoß dienen, um Konsequenzen zu eruieren, Entscheidungsprozesse zu versachlichen und Unternehmensstrategien zu reflektieren.

Portfolioansatz von McKinsey: Beim Ansatz von McKinsey werden Markt- und Technologieposition mit der Markt- und Technologieattraktivität in Beziehung gesetzt, um zu entscheiden, ob Technologien ausgebaut werden sollen. Dafür werden die Technologie- und Marktportfolios in ein integriertes Technologie-Marktportfolio zusammengefügt. Bei diesem Ansatz soll sichergestellt werden, dass bei strategischen Entscheidungen der F&E nicht nur marktattraktive, sondern auch technologieattraktive Projekte in das Kalkül eingehen.

Das Vorgehen erfolgt in vier Schritten:

1. Identifizieren wichtiger Technologien; mit einer Lebenszyklusanalyse oder Roadmap werden für die Organisation bedeutsame Technologien ermittelt.
2. Positionieren von Technologien in ein Technologie-Portfolio; Einordnen der Technologien nach ihrer Attraktivität und relativen Technologieposition. Dabei steht die Technologieattraktivität für die technischen und wirtschaftlichen Vorteile, die durch eine Weiterentwicklung erreicht werden können. Die relative Technologieposition steht für die Knowhow-Basis der Organisation im Vergleich zur Konkurrenz und den relativen Kosten des technischen Fortschritts.
3. Einordnen der Geschäftsfelder in das Marktportfolio unter der Beachtung der Marktattraktivität und der relativen Marktposition.
4. Kombination des Technologie- und des Marktportfolios in ein Gesamtportfolio; die beiden vorangegangenen Portfolios werden zu einem integrierten Gesamtportfolio zusammengefasst und je nach Position werden F&E-Prioritäten und Empfehlungen abgeleitet, um Fehlentscheidungen zu vermeiden.

Portfolioansatz nach McKinsey



Quelle: in Anlehnung an [8]

Der **Portfolioansatz von Booz Allen Hamilton** bietet Handlungsempfehlungen für das F&E-Portfoliomanagement in Abhängigkeit zu Markt- und Technologieprioritäten. Ziel dieser Technologieanalyse ist die Ermittlung von Investitionsprioritäten aufgrund des technologischen Ist-Zustandes im Geschäftsfeld. Dabei werden finanzielle und nicht-finanzielle Ressourcen den einzelnen Kompetenzbereichen und strategischen Geschäftseinheiten zugeordnet.

Dieser Portfolioansatz verknüpft somit die Technologieanalyse mit der Analyse von Investitionen und der Unternehmensstrategie. Die relevanten Technologien für jedes Geschäftsfeld werden aufgelistet und in das Portfolio eingeordnet.

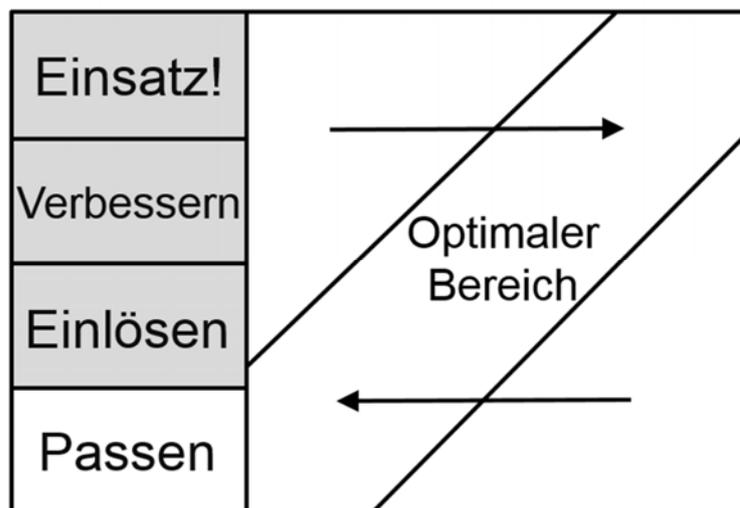
Das Vorgehen erfolgt in vier Schritten:

1. Abschätzen der Technologieposition
2. Entwickeln eines Technologieportfolios
3. Zusammenführen der Technologie- und Unternehmensstrategie
4. Ableiten der Prioritäten und Handlungen

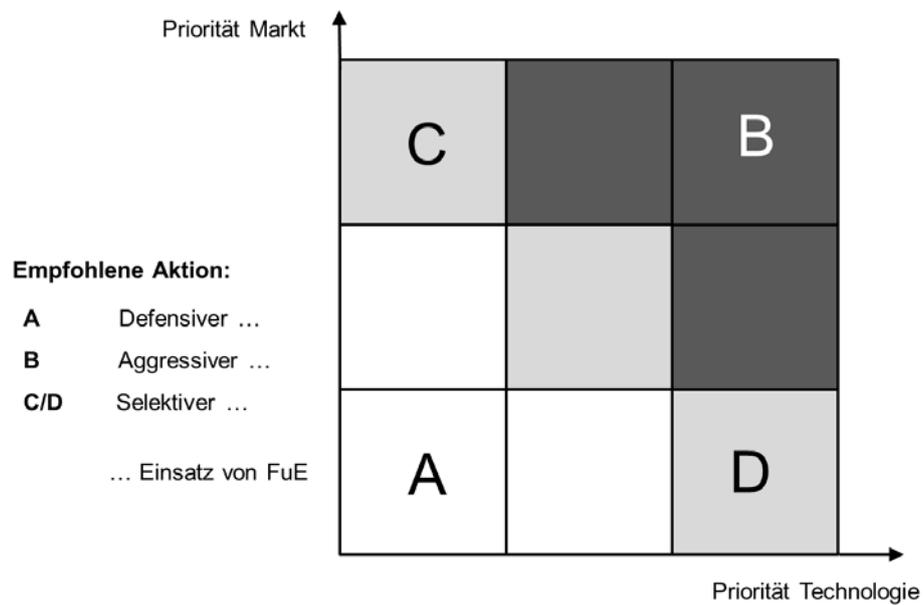
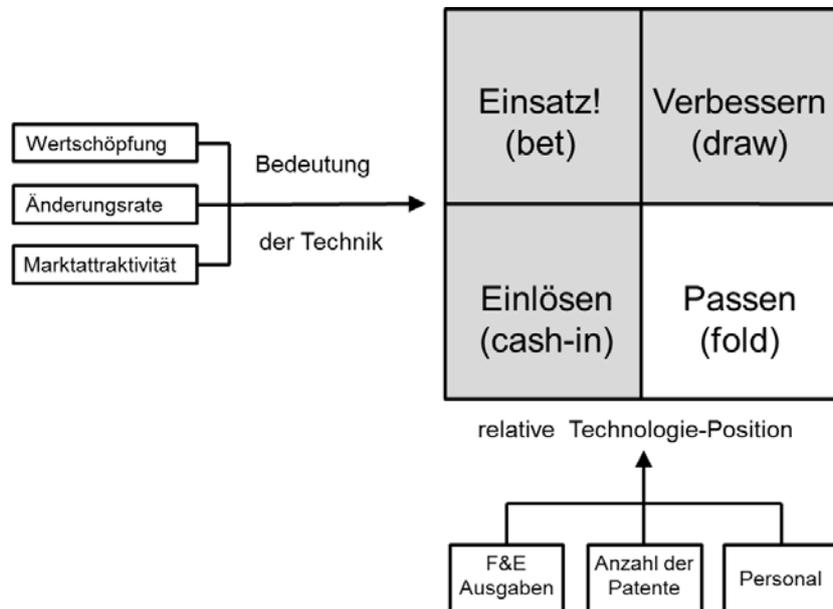
Portfolioansatz Booz Allen Hamilton

Empfohlene Aktion*:

*Wortverwendung in Analogie zum Poker-Spiel



Portfolioansatz Booz Allen Hamilton – Vorgehen



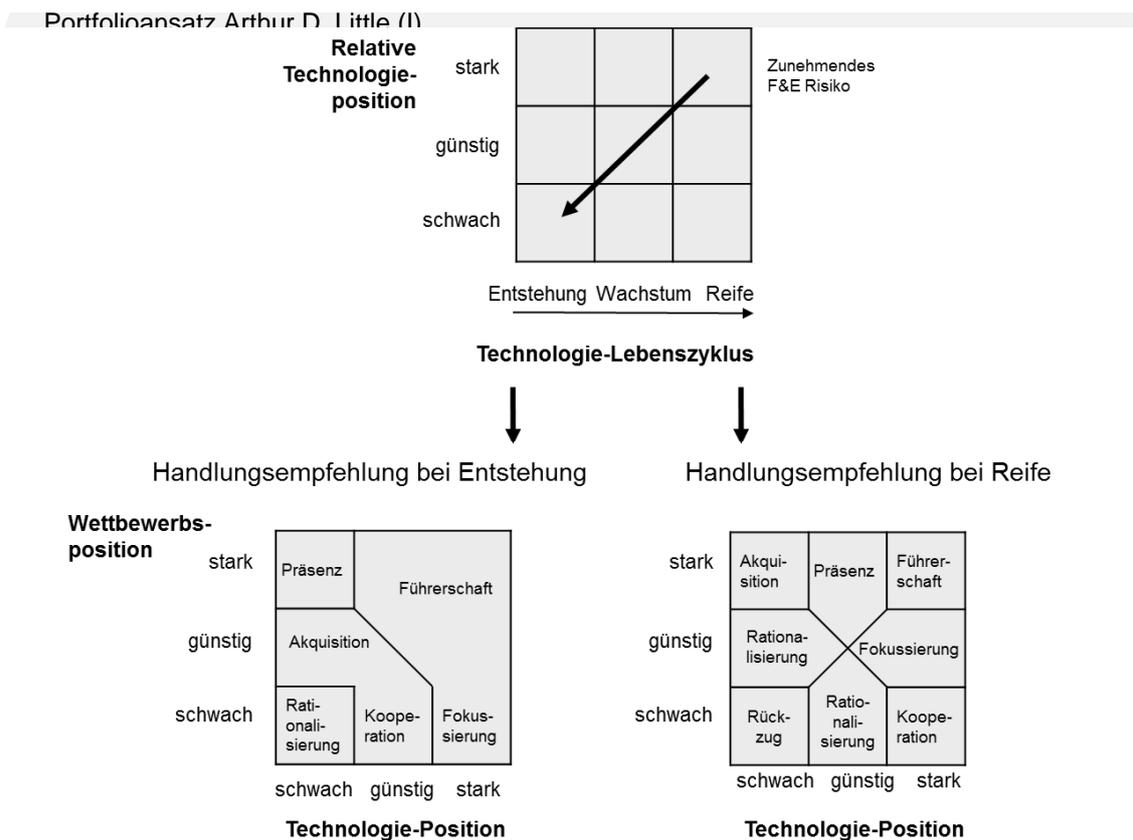
Quelle: in Anlehnung an [9]

Der **Portfolioansatz von Arthur D. Little** dient ebenfalls für Entscheidungen darüber, welche Technologien ausgebaut werden sollen. Dabei berücksichtigt dieser Ansatz aber den Reifegrad einer Technologie sowie die relative Technologieposition des Unternehmens. Das Spektrum der Handlungsoptionen, welches in Abhängigkeit zur Wettbewerbs- und Technologieposition bewertet wird, ist breiter und differenzierter als bei anderen Portfolioansätzen.

Sechs Schritte sind bei der Analyse zu beachten:

1. Klassifizieren der Technologien in Basis-, Schlüssel-, Schrittmacher- und neue Technologien
2. Festlegen der eigenen technologischen Position einer Organisation unter Beachtung der Position der Wettbewerber
3. Positionieren der Technologie im Portfolio
4. Ableiten von F&E-Prioritäten und -Risiken
5. Gegenüberstellen von Markt- und Technologieposition
6. Ableiten der Technologiestrategien

Portfolioansatz Arthur D. Little



Quelle: in Anlehnung an [10]

Literatur

- [1] Pfeiffer, W., Weiß, E. (1995). Methoden zur Analyse und Bewertung technologischer Alternativen. In: Zahn, E. (Hrsg.) *Handbuch Technologiemanagement*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 663-679
- [2] van der Heidjen, K. (2011). *Scenarios: The Art of Strategic Conversation*. Chichester, UK: JohnWiley & Sons.
- [3] Meyer-Krahmer, F., & Dreher, C. (2004). Neuere Betrachtungen zu Technikzyklen und Implikationen für die Fraunhofer-Gesellschaft. *Forschungs- und Technologiemanagement. Potenziale nutzen-Zukunft gestalten*. München: Hanser.
- [4] Schmoch, U. (2007). Double-boom cycles and the comeback of science-push and market-pull. *Research Policy*, 36(7), 1000-1015.
- [5] Sommerlatte, T., Deschamps, J.-P. (1986). Der strategische Einsatz von Technologien. In: Arthur D. Little (Hrsg.) *Management im Zeitalter strategischer Führung*. Gabler: Wiesbaden, 39-76.
- [6] Mankins, J. C. (1995). Technology readiness levels: a white paper, NASA, Office of space access and technology, advanced concepts office. *NASA, Washington, DC*.
- [7] Dissel, M. C., Phaal, R., Farrukh, C. J., & Probert, D. R. (2009). Value roadmapping. *Research-Technology Management*, 52(6), 45-53.
- [8] Bridgewater, B. A., Clifford, D. K., & Hardy, T. (1975). The competition game has changed. *Business Horizons*, 18(5), 5.
- [9] Fink, D. (2000). *Management Consulting Fieldbook: Die Ansätze der großen Unternehmensberater*. München: Vahlen.
- [10] Saad, K., Roussel, P., & Tiby, C. (1991). *Management der F&E-Strategie*. Wiesbaden: Gabler.

