

Paper-Reihe

Schnittstellen des Technologie- und Innovationsmanagements

**Ein integratives patentbasiertes
Technologielebenszyklus-Modell**

Prof. Dr. Thomas Tiefel

Paper Nr. 4, Updated Version

Amberg, 16.09.2021

Herausgegeben von Prof. Dr. Thomas Tiefel
Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden
Fakultät Maschinenbau/Umwelttechnik
Kaiser-Wilhelm-Ring 23, 92224 Amberg
Tel. +49(0)9621/4823324, E-Mail: t.tiefel@oth-aw.de

Inhalt

1. Einleitung.....	3
2. Patentbasierte Managementinstrumente	4
3. Aktivitätsbezogene patentbasierte Technologielebenszyklus-Modelle	7
4. Das integrative patentbasierte Technologielebenszyklus-Modell	14
5. Zusammenfassung.....	22
Literaturverzeichnis	23
Autorenprofil.....	26

1. Einleitung

Auf vielen Märkten ist in den letzten Jahren die Wettbewerbsintensität drastisch gestiegen. Der immer raschere Wandel der Kundenbedürfnisse führte zu sich stetig verkürzende Produktlebenszyklen. Die Liberalisierung und Globalisierung vieler nationaler Märkte hatten das Auftauchen und den Markteintritt völlig neuer Wettbewerber zur Folge. Vor dem Hintergrund der Forschungs- und Entwicklungsergebnisse im Bereich der Natur- und Ingenieurwissenschaften lösten sich klassische Branchengrenzen immer häufiger auf. Aus der exponentiell gewachsenen Leistungsfähigkeit der IT und der Telekommunikation resultieren eine erhöhte Datenverfügbarkeit und globale Markttransparenz. Diese Entwicklung ermöglichte in Verbindung mit einer offenen Einstellung zum geistigen Eigentum und Lücken im gewerblichen Rechtsschutz immer kürzere Imitationszeiten. Zur Senkung der Produktionskosten nutzen mittlerweile sehr viele Unternehmen die spezifischen Standortvorteile von Entwicklungs- und Schwellenländern. Im Zuge dieses Trends entwickeln sich durch den Aufbau eigenen Know-hows gegenwärtig immer mehr frühere Low-Tech-Zulieferer zu High-Tech-Wettbewerbern.

Um unter diesen Bedingungen erfolgreich zu sein, sind insbesondere deutsche Unternehmen gezwungen, auf Innovationen zu setzen. Das bedeutet, dass sie die Fähigkeit besitzen müssen, die Chancen (neuer) technischer Lösungen offensiv zu nutzen und diese in profitabile Produkt- und Verfahreninnovationen zu transformieren. Die Kompetenz zur Technologiebeherrschung wird zur zentralen Determinante der Wettbewerbsfähigkeit. Es gilt, früher als die Mitbewerber Umweltsignale bezüglich des Auftretens und der Weiterentwicklungspotenziale neuer Technologien, der Verlaufslinien bereits bekannter Technologien sowie technologischer Diskontinuitäten aufzunehmen, zu analysieren und zu interpretieren. Mittels des daraus resultierenden Zeit- und Informationsvorsprungs können Erfolgspotenziale und Gefahren rechtzeitig erkannt werden, so dass eine entsprechende Gestaltung der Technologiestrategie möglich ist und ausreichend (Re-)Aktionszeit für den Aufbau der unternehmensspezifischen technologischen Kompetenzen zur Verfügung steht.

Um in diesem Problemfeld die Entscheidungsqualität zu verbessern, wurde ein neues Managementinstrument entwickelt. Es handelt sich um ein integratives patentbasiertes Technologielebenszyklus-Modell, das nachfolgend in diesem Paper vorgestellt wird.

Dazu werden im ersten Schritt die im Kontext des Technologie- und Innovationsmanagements Patentdaten immanenten positiven Eigenschaften aufgezeigt und die vier Grundarten von patentbasierten Managementinstrumenten charakterisiert. Eine der Grundarten stellen patentbasierte Technologielebenszyklus-Modelle dar, die im zweiten Schritt systematisiert werden. Danach wird ein State-of-the-Art Überblick über aktivitätsbezogene Technologielebenszyklus-Modelle geliefert. Vor dem Hintergrund der zentralen Anforderung „Einsatzfähigkeit in der Wirtschaftspraxis“ wird schließlich im letzten Schritt auf der Grundlage der vorher

dargestellten Modellen sowie den bei diesen identifizierbaren Verbesserungspotenzialen und unter Einbeziehung weiterer Ansätze der Adaptions- und Diffusionsforschung ein neues integratives TLZ-Modell entwickelt werden, das in einem effizienten Aufwand/Nutzen-Verhältnis in Unternehmen eingesetzt werden kann.

2. Patentbasierte Managementinstrumente

Wie in allen Wissenschaften so gilt auch in der Managementlehre, dass die Qualität der aus dem Einsatz eines Analyseinstruments resultierenden Ergebnisse stark von der Güte der verwendeten Inputgrößen abhängt. Deshalb ist die Aussagekraft eines jeden Managementinstruments immer nur so gut, wie die Datenbasis auf der es beruht.

Den Hintergrund des **Technologie- und Innovationsmanagements (TIM)** bildet die Notwendigkeit, die technologischen Potenziale eines Unternehmens mit den Erfordernissen des Marktes in Einklang zu bringen und wettbewerbsfähig zu sein. **TIM** umfasst daher **inhaltlich** die Planung, Organisation, Führung und Kontrolle aller Aktivitäten im Unternehmen, bei denen es primär um die Bereitstellung von Technologien und Technik sowie deren Einsatz in Produkten, Prozessen oder Geschäftsmodellen geht, so dass neue Technik/Wirtschaftliche Anwendung-Kombinationen entstehen, welche intern oder extern erfolgreich verwertet werden können.¹

Ziel des TIM ist die Realisierung einer Technik/Produkt-, Technik/Prozess- und Technik/Geschäftsmodell-Position des eigenen Unternehmens, die länger anhaltend und in erheblichem Maße zur Sicherung und Verbesserung der wirtschaftlichen Erfolgsposition des Unternehmens beiträgt.²

Hieraus resultiert eine Grundmenge an strategischen und taktisch-operativen Managementaufgaben, die im Zuge des Innovationsprozesses mit Hilfe geeigneter Instrumente bearbeitet werden müssen.³

¹ Weiterentwicklung von *Tiefel* (2008), S. 6 und *Tiefel/Frühbeißer* (2012), S. 10.

² Weiterentwicklung von *Tiefel* (2008), S. 6 und *Tiefel/Frühbeißer* (2012), S. 10.

³ Ausführlich zum Inhalt und Prozess sowie den Phasen und Aufgaben des strategischen und taktisch-operativen TIM siehe *Tiefel* (2008), S. 6 ff., 9 ff. und *Tiefel/Frühbeißer* (2012), S. 10 ff.

Für den Einsatz im strategischen TIM sind **Patentdaten** besonders prädestiniert, da ihnen folgende positive Eigenschaften immanent sind:⁴

- **Gute Verfügbarkeit:** Patentdaten sind in großer Menge, für lange Zeiträume und viele Technikgebiete mit einer sehr hohen räumlichen Abdeckung verfügbar.
- **Objektivität:** Die Patentierung einer technischen Erfindung erfolgt durch staatliche Ämter, ist an objektive Kriterien gebunden und folglich auch intersubjektiv nachprüfbar.
- **Großer Umfang:** 80 - 90% des weltweit publizierten technischen Wissens sind in Patentschriften dokumentiert. Somit besitzen Patente die größte Menge an technischen Informationen unter allen vergleichbaren Quellen.
- **Einheitlichkeit:** Patente besitzen einen einheitlichen Aufbau und eine gute Strukturierung mittels der internationalen Patentklassifizierung (IPC), was die Datenbeschaffung und Weiterverarbeitung erheblich erleichtert.
- **Hoher Detaillierungsgrad:** Patente sind öffentliche Dokumente, die sehr detailliert nach technisch-inhaltlichen und bibliographischen Kriterien strukturiert sind.
- **(Internationale) Vergleichbarkeit:** Durch die unter dem Punkt Einheitlichkeit genannten Vorteile ermöglichen Patentdaten international vergleichbare Analysen technischer Entwicklungen.
- **Marktbezug:** Da die Anmeldung eines Patentbesitzes mit erheblichen Kosten verbunden ist und deshalb nur bei ausreichender Aussicht auf einen ökonomischen Nutzen getätigt wird, dokumentieren Patente die Erwartungshaltung eines Anmelders hinsichtlich der wirtschaftlichen Erträge und/oder dem sonstigen Nutzen einer Erfindung.
- **Frühzeitigkeit:** Produkt- und Marktentwicklungen können mittels Patentdaten ca. 2 bis 5 Jahre vor der kommerziellen Umsetzung und damit deutlich vor dem Vorliegen marktbasierter Daten abgeschätzt werden.

⁴ Vgl. *Tiefel et al.* (2009), S. 8 ff. Unbenommen der genannten mannigfaltigen Vorteile von Patenten als Datenquelle, soll an dieser Stelle jedoch auch auf folgende Punkte hingewiesen werden, die beim Einsatz von aus Patenten generierten Informationen berücksichtigt werden müssen: 1. Aufgrund fehlender Patentierbarkeit sind nicht alle technischen Erfindungen analysierbar (z.B. Erfindungen ohne gewerbliche Anwendbarkeit wie Verfahren zur chirurgischen oder therapeutischen Behandlung des menschlichen Körpers). 2. Nicht alle patentierbaren Erfindungen werden auch patentiert (z.B. Bei Nutzung alternativer Schutzmöglichkeiten wie Geheimhaltung). 3. Technologische Erfahrungen und Fähigkeiten werden mit Patenten nicht direkt erfasst. 4. Patente lassen keine eindeutigen Rückschlüsse auf die tatsächliche technische (und ökonomische) Bedeutung und Qualität einer Erfindung zu. 5. Das Patentierungsverhalten kann zwischen verschiedenen Ländern (z.B. aufgrund unterschiedlicher rechtlicher Voraussetzungen), Technologiefeldern (z.B. aufgrund unterschiedlicher Komplexität) und einzelnen Unternehmen (z.B. aufgrund unterschiedlichem Patentierverhalten) stark variieren. 6. Meist wird ein konstanter Zusammenhang zwischen der Forschungs- und Entwicklungs-Aktivität (F&E-Aktivität) und dem Patentierungsverhalten angenommen, wogegen Studien auch die Möglichkeit der Änderung dieses Verhältnisses über die Zeit belegen. 7. Die Verwendung der internationalen Patentklassifizierung (IPC) ist nicht unumstritten, da diese nicht immer den real am Markt existierenden Technologieklassen entspricht und die zu Technologiefeldern gehörigen Patente auch über die Verwendung von Schlüsselbegriffen nicht problemlos identifizierbar sind.

- **Geringe Kosten:** Die Patentämter sind verpflichtet, die Patente der Öffentlichkeit zugänglich zu machen. Dies geschieht mittels Online-Datenbanken in denen gebührenfrei recherchiert werden kann.

Unter dem Term **patentbasierte Managementinstrumente** sollen Werkzeuge verstanden werden, welche Entscheidungshilfe bei Fragestellungen der Planung, Organisation, Führung oder Kontrolle eines Unternehmens geben und denen als konstitutives Merkmal ganz oder teilweise Daten aus Patentdokumenten zugrunde liegen.⁵

Im Rahmen des strategischen Technologie- und Innovationsmanagements können vier **Grundarten** von patentbasierten Managementinstrumenten differenziert werden: 1. Patentkennzahlen, 2. Patentbasierten Technologieprofilen von Unternehmen, 3. Patentportfolio-Ansätze und 4. Patentbasierte Technologielebenszyklus-Modelle.

Unter **Patentkennzahlen**⁶ werden messbare und quantifizierbare Größen aus Patentschriften und -datenbanken verstanden, die in komprimierter Form über Sachverhalte innerhalb und außerhalb des Unternehmens Auskunft geben. Sie sollen die Beurteilung wichtiger betrieblicher Zustände und Zusammenhänge ermöglichen und als Entscheidungskriterien bei der Steuerung des Unternehmens dienen.

Patentbasierte Technologieprofile⁷ stellen eine graphische Veranschaulichung der technologischen und technischen Tätigkeitsschwerpunkte von Unternehmen oder Unternehmens-einheiten dar. Dazu werden zeitpunkt- und zeitraumbezogen die Patentaktivitäten eines Unternehmens ermittelt, um daraus dessen technologische Schwerpunkte und Kompetenzen sowie deren Veränderungen über die Zeit zu identifizieren.

Patentportfolio-Ansätze⁸ sind eine Methode zur Informationsverdichtung, welche auf der Grundlage von Patentdaten eine Kombination aus Umwelt- und Unternehmensanalyse ermöglicht und Hinweise für die Strategiewahl liefert. Mittels einer Matrix-Darstellung auf der Grundlage geeigneter Dimensionen und Indikatoren wird dabei die Komplexität der Umwelt sowie die des Unternehmens auf das Erfolgswesentliche reduziert, um ein zwar verkürztes, aber dafür übersichtliches und entscheidungszugängliches Abbild der Realität zu erhalten.

Patentbasierte Technologielebenszyklus-Modelle kommen im strategischen TIM vor allem zur Lösung spezifischer Aufgabenstellungen in den Phasen „Strategische Analyse“ und „Strategieformulierung“ zum Einsatz⁹. Im folgenden Kapitel werden Technologielebenszyklus-Modelle zuerst systematisiert und es wird dann ein Überblick über bereits vorgelegte aktivitätsbezogene patentbasierte Modellvarianten gegeben.

⁵ Vgl. *Tiefel et al.* (2009), S. 7.

⁶ Vgl. *Tiefel et al.* (2009), S. 11 ff.

⁷ Vgl. *Tiefel et al.* (2009), S. 14 ff.

⁸ Vgl. *Tiefel et al.* (2009), S. 29 ff.

⁹ Vgl. *Tiefel et al.* (2009), S. 46.

3. Aktivitätsbezogene patentbasierte Technologielebenszyklus-Modelle

Technologielebenszyklus-Modelle (TLZ-Modelle)¹⁰ basieren auf der Grundannahme, dass beim Verlauf der Entwicklung von Technologien bestimmte Regelmäßigkeiten auftreten, die aus der Biologie und Evolutionstheorie bekannten Mustern und Phasen der Entwicklung von Organismen in der Natur ähnlich sind. Folglich sollen auch bei Technologien typische zeitabhängige Entwicklungsverläufe und -stufen feststellbar sein.

Beim Entwurf eines TLZ-Modells geht es daher im Kern darum, einen gesetzmäßigen Zusammenhang zwischen der unabhängigen Variablen „Zeit“ (oder einer anderen unabhängigen Variablen mit implizitem Zeitbezug) und Parametern der Technologieentwicklung zu finden und darzustellen. Auf diese Weise sollen TLZ-Modelle die Beschreibung, Analyse, Erklärung, Prognose und/oder Bewertung der Entwicklung einer Technologie ermöglichen. Im Ergebnis können dann auf dieser Grundlage die Attraktivität und die Wettbewerbsbedeutung einer Technologie für ein Unternehmen eingeschätzt sowie entsprechende strategische Entscheidungen und Maßnahmen abgeleitet werden.

Da Patente technische Lösungen juristisch schützen und abbilden, können aus ihnen enthaltene Daten genutzt werden, um Entwicklungspfade und -stadien einer Technologie auszumachen. Dabei kann grundlegend unterschieden werden, ob die Entwicklung einer Technologie anhand ihrer Leistungsfähigkeit oder der Aktivität auf ihrem Gebiet dargestellt wird.¹¹

Leistungsbezogene patentbasierte TLZ-Modelle versuchen, den Verlauf der Entwicklung einer Technologie über die Veränderung ihrer Leistungsfähigkeit zu modellieren. Der Grundgedanke ist dabei, dass jeder Technologie aus physikalischen Gründen eine Leistungsgrenze inhärent ist, an die sie sich über die Zeit bzw. in Abhängigkeit von den getätigten Forschungs- und Entwicklungsaufwendungen annähert.

Da ein Patent für seine Erteilung eine erfinderische Tätigkeit aufweisen muss, kann im Rahmen der TLZ-Modellbildung davon ausgegangen werden, dass auf Grund der nachzuweisenden Erfindungshöhe gegenüber dem jeweils vorherigen Stand der Technik, mit jedem neu erteilten Patent auch die Leistungsfähigkeit der durch das Patent geschützten Technik und damit auch der ihr inhärenten Technologie erhöht wurde. Repräsentanten dieser Kategorie von patentbasierten TLZ-Modellen sind die S-Kurven-Modelle von Arthur D. Little¹², Ernst¹³ und Anderson¹⁴.

¹⁰ Zu TLZ-Modellen siehe ausführlich *Tiefel* (2007), S. 25 ff. und *Schuh et al.* (2011), S. 37 ff.

¹¹ Vgl. *Tiefel et al.* (2009), S. 17.

¹² Vgl. *Sommerlatte/Deschamps* (1986), S. 49 ff.

¹³ Vgl. *Ernst* (1996), S. 103 ff.

¹⁴ Vgl. *Andersen* (1998), S. 9, *Andersen* (1999), S. 491 ff.

Aktivitätsbezogene patentbasierte TLZ-Modelle bilden die quantitative Patenttätigkeit auf einem Technik- bzw. Technologiegebiet ab und schließen über unterschiedliche Aktivitätsgrade auf spezifische Entwicklungspfade und verschiedene Lebensphasen einer Technologie. Die verschiedenen zu diesem Ansatz vorgelegten TLZ-Modelle werden nachfolgend in chronologischer Reihenfolge rekonstruiert.

Das Modell von Campbell

Bereits 1983 stellt **Campbell**¹⁵ Indikatorensets vor, die sich aus Patentdaten generieren lassen und mit Hilfe derer der Entwicklungsverlauf sowie verschiedene Entwicklungsstufen bzw. -phasen von Technologien charakterisiert werden können.

Den Entwicklungsverlauf beschreibt er anhand der Anzahl der Patentanmeldungen über die Dimension Zeit.¹⁶ Die Abgrenzung der vier Technologieentwicklungsstufen „Auftauchen“, „Wachstum“, Reife“ und „Überalterung“ erfolgt über die Angabe der phasenspezifischen Ausprägungen der Patentindikatoren „Aktivität“, „Aktualität“ und „Konzentration“.¹⁷ Diese stellt sich wie folgt dar:

	Lebenszyklusphase			
Indikator	Auftauchen	Wachstum	Reife	Überalterung
Aktivität	niedrig+zunehmend	hoch	konstant	niedrig+abnehmend
Aktualität	zunehmend	hoch	abnehmend	niedrig+abnehmend
Konzentration	niedrig	zunehmend	zunehmend	hoch+zunehmend

Aufgrund der einzigartigen Kombinationen der Indikatorenausprägungen in jeder der einzelnen Phasen ergibt sich für Campbell die eindeutige Bestimmbarkeit der aktuellen Lebenszyklusphase einer Technologie. Campbell veranschaulicht seine Forschungsergebnisse anhand des Beispiels „Automobilkatalysatorteknik“.¹⁸ Dabei zeigt der Graph der Patentanmeldungen über die Zeit einen doppelgipfligen Verlauf.¹⁹

Das Modell von Merkle

Einen anderen Ansatz verfolgt **Merkle**²⁰. Er beschreibt verschiedene Entwicklungsphasen einer Technologie mit Hilfe von Vektoren in einer Matrixdarstellung mit vier Quadranten (vgl. Abbildung 1). Dabei wird auf der Abszisse die Veränderung der Anzahl an Patentanmeldun-

¹⁵ Vgl. *Campbell* (1983), S. 137 ff.

¹⁶ Vgl. *Campbell* (1983), S. 137 f.

¹⁷ Bei *Campbell* (1983), S. 143 im Original: „Emerging“, „Growing“, „Maturing“ und „Obsolescence“ sowie „Activity“, „Immediacy“ und „Concentration“.

¹⁸ Vgl. *Campbell* (1983), S. 138 ff.

¹⁹ Vgl. *Campbell* (1983), S. 138.

²⁰ Vgl. *Merkle* (1989), S. 391 ff.

gen und auf der Ordinate die Veränderung der Anzahl an Patentanmeldern angetragen. Die jährlichen Entwicklungen dieser beiden Indikatoren werden ausgehend vom Mittelpunkt der Matrixdarstellung chronologisch als aneinander anschließende Vektoren eingezeichnet, die sich sukzessive durch die einzelnen Quadranten I bis IV bewegen.²¹

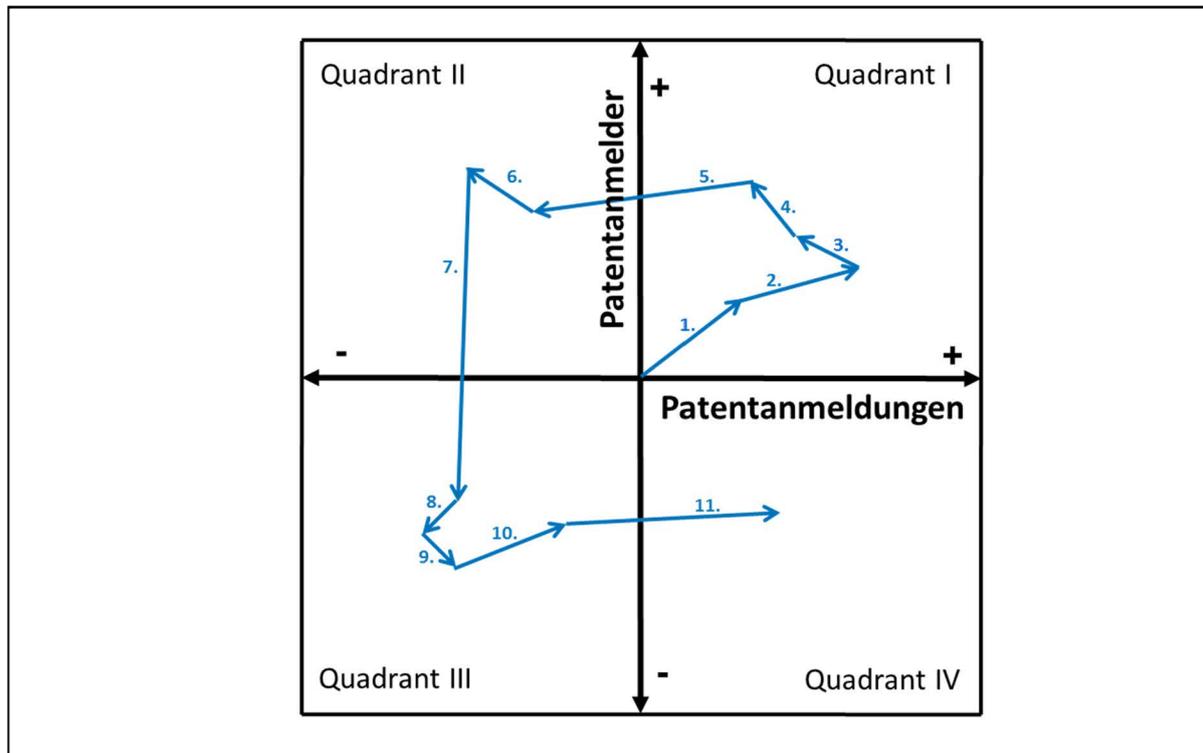


Abbildung 1: Das TLZ-Modell von Merkle (Eigene Darstellung)

Wie aus Abbildung 1 ersichtlich durchläuft nach Merkle dabei eine Technologie zuerst die Entwicklungsphase (I), dann eine Umgehungs- oder Verbesserungsphase (II), danach die Sättigungs- oder Degenerationsphase (III) und schließlich die Perfektionierungsphase (IV).²² Zur Veranschaulichung dient Merkle der Technologiebereich „Magnetblasenspeicher“.²³

Das Modell von Ernst

Mitte der 1990er Jahre legt **Ernst**²⁴ sein auf den Überlegungen bzw. Ergebnissen von Campbell aufbauendes Modell vor, in dem er den Lebenszyklus einer Technologie anhand des Verlaufs der mit ihr in Verbindung stehenden Patentanmeldungen über die Zeit beschreibt (vgl. Abbildung 2). Ernst geht dabei von einem in der Regel doppelgipfligen Zyklus aus und differenziert zwischen drei spezifischen Entwicklungsphasen einer Technologie.²⁵

²¹ Vgl. Merkle (1989), S. 412 ff.

²² Vgl. Merkle (1989), S. 413.

²³ Vgl. Merkle (1989), S. 414 f.

²⁴ Vgl. Ernst (1996), S. 108 ff.

²⁵ Vgl. Ernst (1996), S. 109 ff. Er verweist auf S. 111 in Fußnote 414 auf die empirischen Befunde von Achilladelis et al. (1990), die für die chemische Industrie einen ähnlichen zweigipfligen Verlauf der Patentaktivität über den Innovationsprozess beobachten.

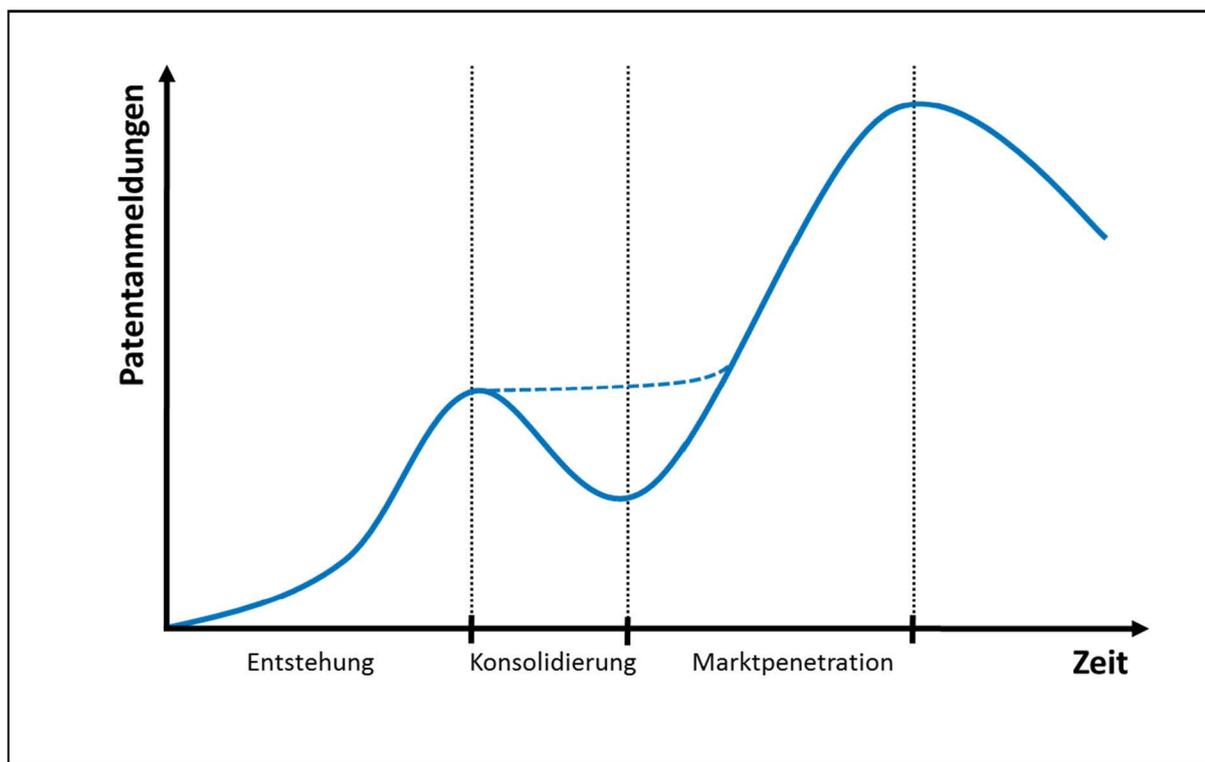


Abbildung 2: Das TLZ-Modell von Ernst (Eigene Darstellung)

In der Entstehungsphase²⁶ ist für die Technologie erstmals ein signifikanter Anstieg der Anmeldezahlen zu beobachten. Die Anzahl der aktiven Unternehmen ist in diesem Zeitabschnitt jedoch noch verhältnismäßig gering. Es handelt sich dabei um innovative, den technischen Fortschritt bestimmende Technologieführer. Trotz der ersten Erfolge wird die neue Technologie meist noch nicht vom Markt angenommen, da sie oftmals zu teuer und/oder unausgereift ist bzw. die Anwendungsfelder noch nicht ausreichend bekannt sind.

In der Konsolidierungsphase²⁷ ist aufgrund erster negativer Anwendungserfahrungen oder fehlender Aussichten auf konkrete Anwendungsfelder ein Rückgang (durchgängiger Linienverlauf in Abbildung 2) oder eine Stagnation (gestrichelter Linienverlauf in Abbildung 2) der Anmeldezahlen zu beobachten. Einige der Unternehmen stellen ihre F&E-Aktivitäten in dieser Phase ein oder reduzieren diese aufgrund mangelnder Erfolgsaussichten.

In der Phase der Marktpenetration²⁸ ist wieder ein signifikanter Anstieg der Anmeldezahlen zu verzeichnen, der diesmal jedoch länger anhält als in der Entstehungsphase und damit auch das Aktivitätsniveau der ersten Phase übersteigt. Dieser Zeitabschnitt ist durch das Einsteigen neuer Unternehmen gekennzeichnet, die das Potenzial der Technologie erkennen und somit auch für einen Durchbruch am Markt sorgen.

Ernst überprüft und veranschaulicht seine theoretischen Überlegungen anhand empirischer Daten zur zeitlichen Entwicklung der Patentanmeldungen im Technologiefeld „Steuerung von

²⁶ Vgl. Ernst (1996), S. 109 f.

²⁷ Vgl. Ernst (1996), S. 110.

²⁸ Vgl. Ernst (1996), S. 110 f.

Werkzeugmaschinen“²⁹. Er untersucht zudem die Technologiefelder „Maschinenkonzepte und Maschinenelement“, „Werkzeugautomatisierung“, „Werkstückautomatisierung“ und „Bearbeitungsverfahren“, bei denen er aber aus Vertraulichkeitsgründen auf eine genaue Beschreibung verzichten muss.³⁰

Das Modell von Grupp

Im Rahmen seiner Studien zur Messung und Erklärung des technischen Fortschritts liefert Grupp³¹ ein Modell der Entstehung innovativer Märkte (vgl. Abbildung 3). In diesem wird das Aktivitätsmaß auf den Gebieten Wissenschaft, Technik und Produktion von Innovationen über die Zeit betrachtet. Zur Operationalisierung des jeweiligen Aktivitätsmaßes verwendet Grupp folgende Indikatoren: Anzahl der wissenschaftlichen Veröffentlichungen, weltweite Anzahl an Patentanmeldungen und weltweite Produktionsmenge.³²

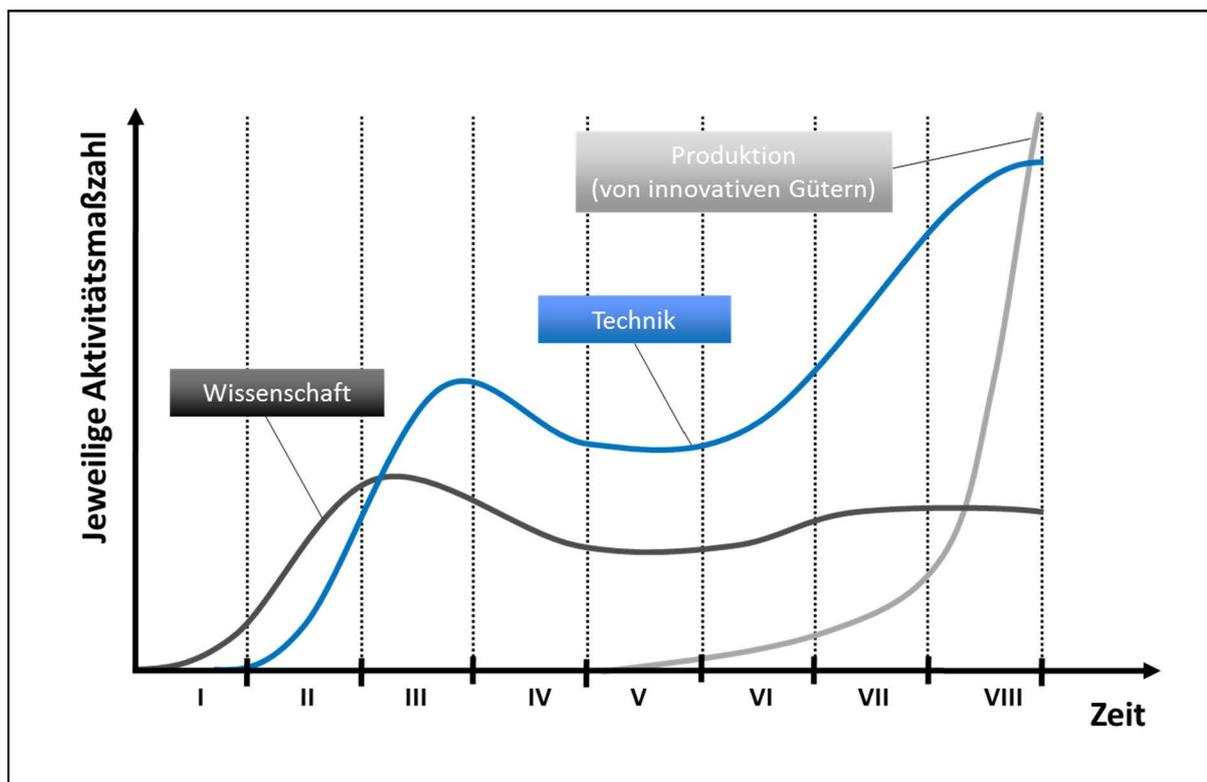


Abbildung 3: Das Marktstehungs-Modell von Grupp (Eigene Darstellung)

Grupp unterteilt den idealtypischen Marktstehungsprozess in acht Phasen und geht von einem doppelgipfligen Verlauf der Patentanmeldezahlen und damit der Technikentwicklung aus.³³

²⁹ Vgl. Ernst (1996), S. 374.

³⁰ Vgl. Ernst (1996), S. 346 ff. Siehe in diesem Kontext Fn. 1185 auf S. 349.

³¹ Vgl. Grupp (1997), S. 33 ff.

³² Vgl. Grupp (1997), S. 323.

³³ Vgl. Grupp (1997), S. 34 f.

In Phase I werden im wissenschaftlichen Bereich erste explorative Forschungsaktivitäten gestartet. Danach verstärken sich in Phase II die Forschungsanstrengungen in der Wissenschaft und erste technische Umsetzungsversuche liegen vor. In Phase III geht die wissenschaftliche Forschungstätigkeit nach dem Überschreiten des Aktivitätshöhepunkts zurück, wogegen die Entwicklungsanstrengungen in der Industrie stark ansteigen. Dies ist der Zeitraum, in dem erste Prototypen entstehen. In Phase IV werden Schwierigkeiten bei der wirtschaftlichen Umsetzung der erzielten Forschungs- und Entwicklungsergebnisse deutlich. Daraufhin ist in Phase V sowohl in der Wissenschaft als auch in der Technikentwicklung eine Stagnation der Aktivitäten sowie häufige Umorientierungen zu beobachten. In Phase VI werden dann durch die industrielle Forschung & Entwicklung neue, aber noch ausbaufähige technische Lösungen hervorgebracht. Diese werden in Phase VII weiter verbessert und in erste Produkte inkorporiert. Die Kommerzialisierung beginnt und sowohl die Technikentwicklung als auch die Produktion steigen stark an. In Phase VIII werden die relevanten Märkte durchdrungen, die Produktionsaktivitäten steigen exponentiell und die technische Weiterentwicklung nimmt bezogen auf den Umsatz an Bedeutung ab.

Seine theoretischen Ausführungen überprüft und veranschaulicht er anhand der Fallbeispiele der Entstehung des Laser- und des Photovoltaikmarktes.³⁴

Das Modell von Meyer-Krahmer/Dreher

Meyer-Krahmer/Dreher³⁵ legen ein dreidimensionales TLZ-Modell vor, in dem sich die Evolution einer Technologie in sechs Phasen unterteilt und ihr Verlauf einer Doppelglockenform folgt (vgl. Abbildung 4). Als Dimensionen dienen erstens das Aktivitätsniveau, zweitens die Breite der Forschungsaktivitäten sowie der angestrebte Nutzungsmöglichkeiten und drittens die Zeit.³⁶ Das Aktivitätsniveau soll über die Anzahl an Patentanmeldungen, die Anzahl an wissenschaftlichen Veröffentlichungen sowie diffusionsorientierte Größen, wie die Anwender- bzw. Nachfragerzahl oder die Absatzmenge, operationalisiert werden.³⁷ Als Besonderheit des Modells wird der Entwicklungspfad einer Technologie nicht durch eine Linie, sondern durch einen Korridor dargestellt. Die Breite des Korridors repräsentiert dabei das Spektrum der verschiedenen Kurvenverlaufsmöglichkeiten.

³⁴ Vgl. Grupp (1997), S. 322 ff., 351 ff.

³⁵ Vgl. Meyer-Krahmer/Dreher (2004), S. 27 ff.

³⁶ Vgl. Meyer-Krahmer/Dreher (2004), S. 29.

³⁷ Vgl. Dreher et al. (2006), S. 284 ff.

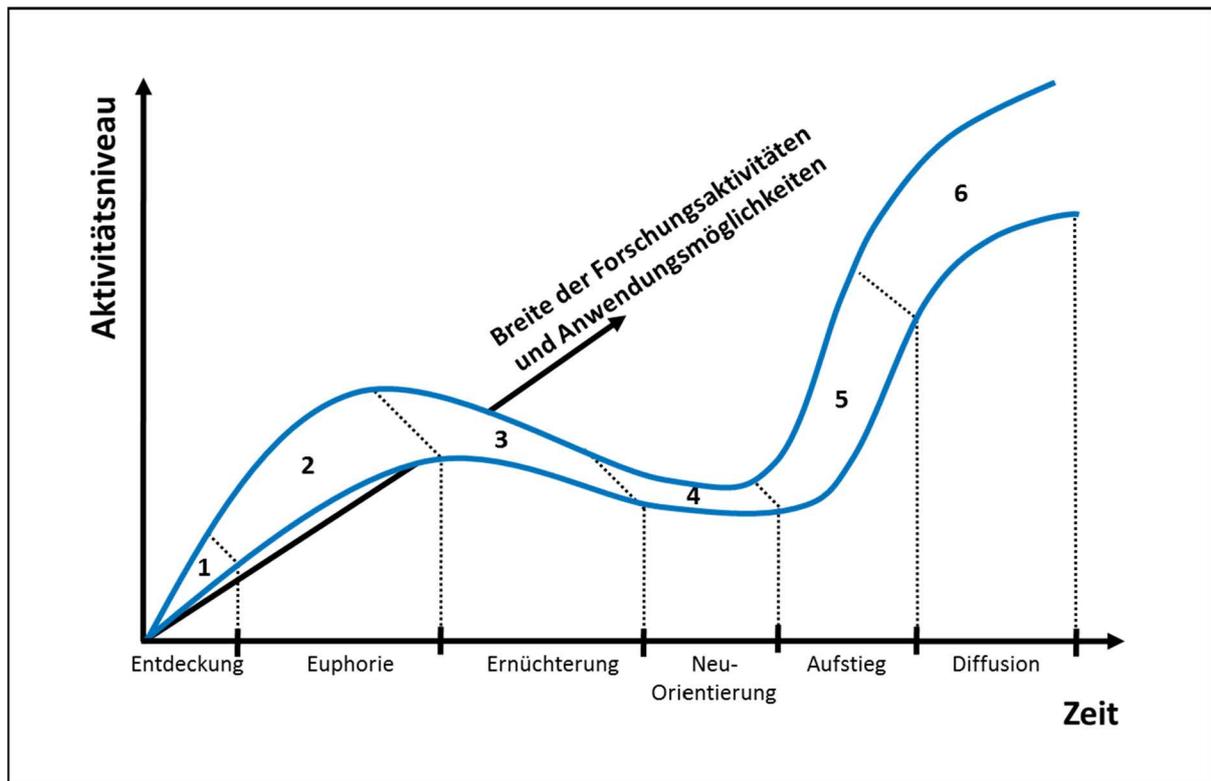


Abbildung 4: Das TLZ-Modell von Meyer-Krahmer/Dreher (Eigene Darstellung)

Die Kerncharakteristika der sechs Phasen stellen sich wie folgt dar:³⁸ In der ersten Phase werden von Wissenschaftlern im Rahmen ihrer Forschungsaktivitäten neue vielversprechende technische Prinzipien und wissenschaftliche Lösungen entdeckt. Diese lösen in der zweiten Phase innerhalb der Forschungs- und Wissenschaftslandschaft ein euphorisches Gefühl bezüglich der Potenziale der neuen technischen Lösungen aus und stoßen auf breiter Front Folgeforschungsaktivitäten an. Ab diesem Zeitpunkt treten auch erstmals Unternehmen mit ersten, sehr ambitionierten neuen Produktideen in Erscheinung. Darauf folgt die Ernüchterungsphase, die durch deutliche Rückschläge gekennzeichnet ist. Die Umsetzung der neuen Lösungen erweist sich aus wirtschaftlichen oder technischen Gründen als nicht realisierbar. In Folge dessen werden FuE-Aktivitäten entweder stark eingeschränkt oder ganz eingestellt. In der vierten Phase findet durch verbliebene oder neu eingestiegene Akteure aus der Industrie sowie der angewandten Forschung eine Neuorientierung in Hinblick auf die Technikentwicklung und -umsetzung statt. Wenn danach die Platzierung erster Produkte mit der neuen Technik am Markt gelingt und signifikante technische oder ökonomische Erfolge erzielt werden, kommt es in der fünften Phase zum Aufstieg. Sukzessive treten Nachahmer in Erscheinung, ein dominantes Design bildet sich heraus und die Verkaufsmengen steigen. In der sechsten Phase kommt es zur immer breiteren Diffusion, da die eingesetzte neue Technik nun immer günstiger und besser verfügbar wird und sich daraus immer größere Anwendungsmöglichkeiten erschließen.

³⁸ Vgl. Meyer-Krahmer/Dreher (2004), S. 29 ff., Dreher et al. (2006), S. 281 ff.

Das von Meyer-Krahmer/Dreher vorgelegte Modell wurde in mehreren nachfolgenden Publikationen empirisch überprüft. Dabei konnten sowohl Dreher et al.³⁹ für die Technologiefelder "Robotics", "Laser in der Fertigung", "Leitende Polymere" und "Immobilisierte Enzyme" als auch Bradke et al.⁴⁰ für die Technologiegebiete "Brennstoffzelle", "Passivhäuser und -gebäude", "CO₂-Abscheidung und -Speicherung" und "Industrieöfen" den idealtypischen doppelglockenförmigen Entwicklungsverlauf nachweisen. Des Weiteren untersuchte Frietsch⁴¹ die Bereiche "Windenergie", "Solarenergie", "Luftreinhaltung und -messung" sowie "Lärmschutz und -messung" und konnte für die ersten drei Technologien den theoretisch erwarteten Entwicklungsverlauf empirisch rekonstruieren.

4. Das integrative patentbasierte Technologielebenszyklus-Modell

Vor dem Hintergrund der zentralen Anforderung „Einsatzfähigkeit in der Wirtschaftspraxis“ soll nachfolgend auf der Grundlage der im vorherigen Kapitel dargestellten Modellen sowie den bei diesen identifizierbaren Verbesserungspotenzialen und unter Einbeziehung weiterer Ansätze der Adaptions- und Diffusionsforschung ein neues integratives TLZ-Modell entwickelt werden, das in einem effizienten Aufwand/Nutzen-Verhältnis in Unternehmen angewandt werden kann.

Die theoretischen und empirischen Befunde der TLZ-Modelle von Ernst, Grupp und Meyer-Krahmer/Dreher sowie den Analysen von Schmoch⁴² lassen erkennen, dass der Entwicklungsverlauf von Hoch-Technologien, wenn er über die Anzahl der Patentanmeldungen operationalisiert wird, in der Regel eine **Doppelglockenform** aufweist. Die Beschaffung der für diese Modellierung notwendigen Daten ist kostengünstig und zeitunaufwändig.⁴³ In vielerlei Hinsicht sehr schwierig gestaltet sich dagegen die Ermittlung der Indikatorenausprägungen zur Messung der zu einer Technologie gehörigen wissenschaftlichen Aktivitäten und der späteren Diffusion einer Technologie am Markt.⁴⁴ Um die Praxistauglichkeit sicher zu stellen, wird daher in dem nachfolgenden neuen TLZ-Modell zur quantitativen Beschreibung möglicher **Entwicklungspfade von Technologien** rein auf **Patentdaten** zurückgegriffen.

Der Eignungsgrad eines TLZ-Modells als Analyse-, Prognose- oder Entscheidungsunterstützungsinstrument bestimmt sich zudem danach, wie präzise und differenzierend die **Phaseneinteilung und -charakterisierung** gestaltet sind.⁴⁵ Das Spektrum der im vorherigen Kapitel betrachteten Modelle reicht hier von drei bis acht Phasen. Um mit dem neuen TLZ-Modell eine Steigerung der praktischen Leistungsfähigkeit zu erzielen, werden in diesem zum einen

³⁹ Vgl. *Dreher et al.* (2006), S. 284 ff.

⁴⁰ Vgl. *Bradke et al.* (2007), S. 64 ff.

⁴¹ Vgl. *Frietsch* (2007), S. 34 ff.

⁴² Vgl. *Schmoch* (2007), S. 1000 ff.

⁴³ Zu den weiteren positiven Eigenschaften, die Patentdaten immanent sind, siehe die Übersicht in Kapitel 2.

⁴⁴ Hierauf weisen sowohl *Dreher et al.* (2006), S. 286 als auch *Schmoch* (2007), S. 1011 f. explizit hin.

⁴⁵ Zum Problem der eindeutigen empirischen Bestimmung der Lebenszyklusphase, in der sich eine Technologie befindet, siehe auch *Haupt et al.* (2007a) und *Haupt et al.* (2007b).

die Erkenntnisse aus den bisher verwendeten Phasenschemata konsolidiert und es wird zum anderen eine neue Phaseneinteilung und -beschreibung mit qualitativen Indikatoren vorgelegt. Dabei werden insbesondere auch Ergebnisse, die das „Crossing the Chasm“-Modell von Moore⁴⁶, das „Hype Cycle“-Modell von Gartner⁴⁷, das „Technolution“-Modell von Horx⁴⁸ und das „Big Bang Disruption“-Modell von Downes/Nunes⁴⁹ liefern, mit integriert.

Ein Defizit, das allen im vorherigen Kapitel beschriebenen Modellen gemein ist, stellt die ungenaue oder fehlende Angabe von Kriterien zur **Definition und Abgrenzung der abzubildenden Technologie** dar. Das Kernproblem liegt darin, dass bei nicht hinreichend präziser Bestimmung des Untersuchungsobjekts, daraus zwangsläufig eine ungenaue oder verzerrte Darstellung im Modell erfolgt, was wiederum falsche Modellaussagen und -implikationen nach sich ziehen kann. Im neuen integrativen TLZ-Modell soll dieses Problem mittels einer systemtheoretisch-basierten Herangehensweise vermieden bzw. gelöst werden.

Im Gegensatz zur englischsprachigen Fachliteratur, in der nur der Begriff „Technology“ zu finden ist, werden im deutschsprachigen Raum mit „Technologie“ und „Technik“ zwei Termini verwendet. Dabei wird in der betriebswirtschaftlichen Forschung, anders als häufig im Sprachgebrauch der Wirtschaftspraxis, aus analytischen Gründen eine Differenzierung zwischen den beiden Begriffen vorgenommen.⁵⁰ Da die inhaltliche Unterscheidung zwischen „Technologie“ und „Technik“ aber nicht nur für die Theorie, sondern auch für die Praxis von großer Bedeutung ist, sollen die nachfolgenden Ausführungen für die notwendige Klarheit sorgen.

Generell kann zwischen Theorie, Technologie und Technik wie folgt unterschieden werden. Eine **Theorie** besteht aus einer Menge an auf Axiomen basierenden, falsifizierbaren, widerspruchsfrei miteinander verbundenen, beschreibenden und erklärenden Aussagen über Wirklichkeitsausschnitte der Welt, die für alle Fälle gelten, auf die sie sich beziehen und auf deren Grundlage mit Hilfe logischer Regeln weitere Aussagen abgeleitet und Vorhersagen gemacht werden können.⁵¹ Theorien sind ein wesentlicher Bestandteil des wissenschaftlichen Wissens und die Grundlage für Technologien. Als eine **Technologie** sollen natur-, ingenieurs- oder formalwissenschaftlich fundierte und damit theoriebasierte Erkenntnisse über grundsätzliche funktionale Ursache/Wirkungs-Beziehungen, Gesetzmäßigkeiten und Wirkmechanismen bezeichnet werden, die ein Potenzial für die Lösung praktischer Probleme darstellen.⁵² **Technik** ist schließlich die konkrete Realisierung, Umsetzung oder Anwendung

⁴⁶ Vgl. Moore (1991), Moore (1995), Moore (1996).

⁴⁷ Vgl. Fenn/Raskino (2008).

⁴⁸ Vgl. Horx (2008).

⁴⁹ Vgl. Downes/Nunes (2013a), Downes/Nunes (2013b), Downes/Nunes (2014).

⁵⁰ Übersichten zu unterschiedlichen Ansätzen der Differenzierung und der Inhaltsbestimmung der Begriffe „Technologie“ und „Technik“ finden sich bei Adams (1996), S. 7 f., Brodbeck (1999), S. 15 ff., Servatius (1985), S. 34 ff., Spur (1998), S. 1 ff., 77 ff. und Wolfrum (1991), S. 3 ff.

⁵¹ Zu den Wesensmerkmalen und Bestandteilen von Theorien siehe kompakt Tetens (2013), S. 55 ff.

⁵² Die dargelegte Sichtweise basiert auf Ropohl (2009), S. 31 f. Ein ähnliches, wie das obige Technologieverständnis vertreten auch Corsten et al. (2016), S. 26, Gerpott (2005), S. 17 f. und Perl (2007), S. 17 f.

von Technologie(n) zur Lösung eines praktischen Problems, die sich in künstlich geschaffenen Objekten⁵³ oder Verfahren⁵⁴ materialisiert bzw. manifestiert und in diesen inkorporiert ist.⁵⁵ Abbildung 5 veranschaulicht die Begriffe und deren Zusammenhänge anhand des Beispiels „Volumendurchflussmessung“.

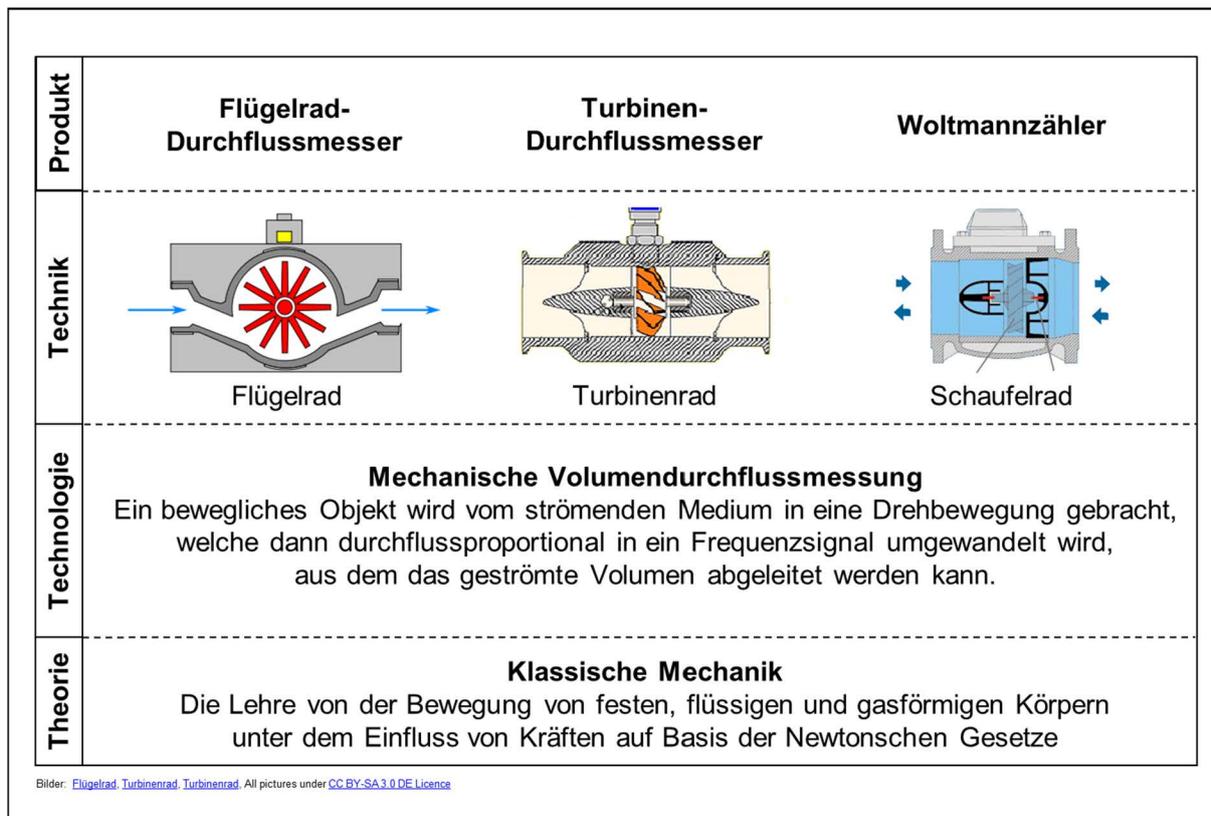


Abbildung 5: Theorie, Technologie und Technik am Beispiel „Volumendurchflussmessung“

Interpretiert man die obigen Begriffe mit Hilfe der **Systemtheorie**,⁵⁶ dann beschreiben **Technologien** grundlegende, elementare Lösungsprinzipien. Die Lösungsprinzipien werden als **Technik** realisiert, die ihrerseits in Produkte oder Verfahren inkorporiert wird bzw. diese konstituiert. Produkte und Verfahren können somit als **technische Systeme** modelliert werden.

Auf systemtheoretischer Basis können zur **Beschreibung von Technologien** die ein System charakterisierenden Merkmale „**Struktur**“ und „**Funktion**“ verwendet werden.⁵⁷

Die Struktur eines Systems bezeichnet die Art und Menge seiner Subsysteme bzw. Elemente sowie die Art und Menge aller zwischen den Subsystemen bzw. Elementen existierenden oder potenziell herstellbaren Relationen. Unter einer phänomenologischen Darstellung versteht man die Beschreibung eines Objekts anhand unmittelbar wahrnehmbarer äußerer Ei-

⁵³ Produkttechnik: Materielle oder immaterielle Objekte, die als ein Mittel zur Erreichung eines bestimmten Ergebnisses künstlich geschaffen wurden, um dadurch ein praktisches Problem zu lösen.

⁵⁴ Prozesstechnik: Nach Ziel/Mittel-Relationen geordnete, künstlich geschaffene Handlungsvorschriften und Vorgehensweisen, um ein bestimmtes Ergebnis zu erzielen und dadurch ein praktisches Problem zu lösen.

⁵⁵ Zu den spezifischen Merkmalen und dem Objektbereich von Technik siehe *Ropohl* (2009), S. 31 f. und *Wolffgramm* (2012), S. 31 ff. Zum Verständnis von Technik als Anwendung von Technologie siehe *Corsten et al.* (2016), S. 26 f und *Gerpott* (2005), S. 18.

⁵⁶ Diesen Ansatz vertreten *Pfeiffer et al.* (1997), S. 82 ff. und *Ropohl* (2009).

⁵⁷ Vgl. *Pfeiffer et al.* (1997), S. 83 ff. und *Ropohl* (2009), S. 79 f., 131.

enschaften. Eine **strukturorientiert-phänomenologische Technologiebeschreibung** stützt sich somit primär auf artmäßige oder räumlich-geometrische Darstellungskriterien und bezieht sich vorwiegend auf die Gestalt und Beschaffenheit der Produkte oder Verfahren in denen die Technologie inkorporiert ist. Sie stellt eine Technologie somit über das Objekt, in dem sie enthalten ist oder über ihr in Form von Technik materialisiertes Aussehen (z. B. Flügelradzähler) dar.

Diese Vorgehensweise bringt jedoch ein fundamentales Problem mit sich. Eine Technologie wird mit diesem Beschreibungsansatz nur in dem Fall vollständig erfasst, wenn sie lediglich mittels einer und zwar genau der betrachteten Technik konkret realisiert werden kann. Sobald eine Technologie (z.B. mechanische Volumendurchflussmessung) jedoch mit mehreren verschiedenen Techniken bzw. Technikvarianten (z.B. Flügelrad, Turbinenrad, Schaufelrad), die sich wiederum in verschiedenen Produkten niederschlagen können (z.B. Flügelrad-Durchflussmesser, Turbinen-Durchflussmesser, Woltmannzähler), umgesetzt werden kann, ist die obige Beschreibungsmethode unvollständig und unzureichend.

In der Konsequenz führt eine reine strukturorientiert-phänomenologische Technologiebeschreibung bei der Modellierung des Entwicklungsverlaufs einer Technologie mittels Patenten dazu, dass nur ein Teil der relevanten Dokumente erfasst wird, woraus wiederum eine unvollständige bzw. unzutreffende Abbildung und bestenfalls eine Techniklebenszyklus-Darstellung (z.B. Lebenszyklus der Flügelrad-Technik) resultiert.

Eine Lösung für das oben dargelegte Problem stellt die **funktional-abstrakte Technologiebeschreibung** dar. Die Funktion einer Technologie ergibt sich zum einen aus ihrer Aufgabe und zum anderen aus ihrem Zweck. Die erstgenannte, deskriptive Funktion stellt darauf ab, mittels welchen Wirkmechanismus welche Inputs auf welche Art und Weise in welche Outputs transformiert werden, um dadurch ein bestimmtes Ergebnis zu erzielen. Es geht also darum, was durch den Einsatz einer Technologie in einem technischen System erreicht werden soll. Bei der zweitgenannten, teleologischen Funktion wird darauf abgestellt, dass eine Technologie als Mittel zur Erreichung eines bestimmten Zwecks dient. Da sich der Zweck aus dem Problem des Technologienutzers ableitet, wird die teleologische Funktion einer Technologie durch diese Perspektive determiniert.

Der Begriff „abstrakt“ bedeutet, dass das Wesentliche und Gesetzmäßige aus etwas Konkretem, sinnlich Wahrnehmbarem abgeleitet und betrachtet wird. Eine funktional-abstrakte Technologiebeschreibung, stellt somit die prinzipielle Art und Weise dar, wie ein bestimmtes konkretes Problem (z.B. mechanische Volumendurchflussmessung) gelöst werden kann.

Liegt einem TLZ-Modell eine funktional-abstrakte Beschreibung zugrunde, so werden von dieser ausgehend zuerst alle Technikgebiete ermittelt, in denen sich eine Technologie manifestiert, so dass dann bei einer Operationalisierung des Technologienentwicklungsverlaufs mittels Patenten alle relevanten Dokumente einbezogen werden. Dieser Ansatz soll im Rahmen des neuen TLZ-Modells neben dem strukturorientierten-phänomenologischen verfolgt werden.

Das neue integrative patentbasierte TLZ-Modell bildet die quantitative Patenttätigkeit auf einem Technologiegebiet über die Zeit ab und schließt über unterschiedliche Aktivitätsgrade sowie qualitative Indikatoren auf den Entwicklungsverlauf und verschiedene Lebensphasen einer Technologie. Zur Operationalisierung wird der Parameter „Anzahl der Patentanmeldungen pro Jahr“ gewählt und dann die gleitenden Mittelwerte über drei Perioden angetragen. Auf dieser Grundlage können drei idealtypische Entwicklungsverläufe und sieben Lebensphasen einer Technologie differenziert werden (vgl. Abbildung 6).

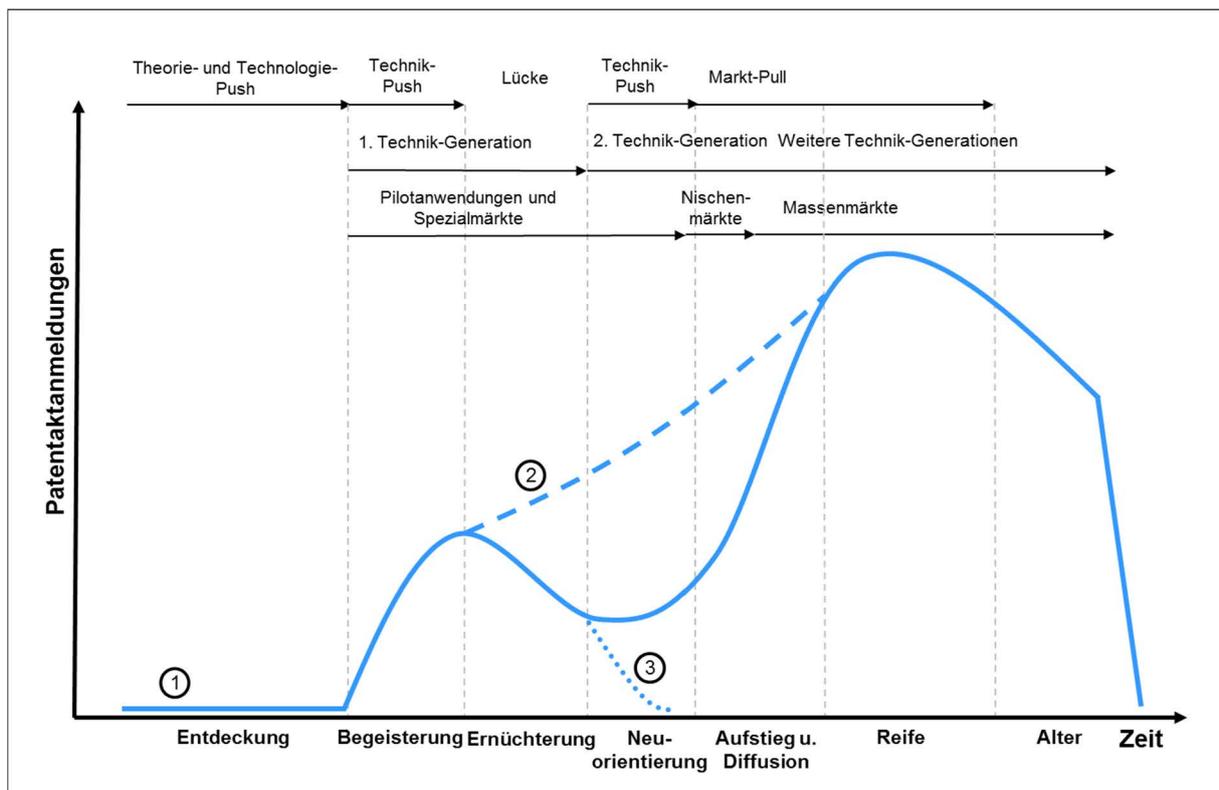


Abbildung 6: Das integrative patentbasierte TLZ-Modell

Die verschiedenen TLZ-Phasen und die mit diesen einhergehenden Entwicklungsverläufe können anhand der nachfolgend beschriebenen, jeweils spezifischen Charakteristika identifiziert werden:

1. Entdeckung

Im Bereich der Grundlagenforschung oder explorativen Forschung werden in der Regel an Universitäten sowie Forschungseinrichtungen und -instituten von einer kleinen Anzahl an Wissenschaftlern auf einem Untersuchungsgebiet neue erfolgversprechende Theorien entwickelt oder neue Funktions- und Lösungsprinzipien entdeckt bzw. erarbeitet. Diese schlagen sich, da zu dieser Zeit zumeist noch nicht die Stufe der Technik erreicht ist, kaum in Patenten, sondern primär in wissenschaftlichen Veröffentlichungen nieder. Sind für die neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse ökonomisch interessante potenzielle Anwendungsfelder erkennbar, so lösen diese im nächsten Schritt auf breiter Front Folgeforschungsaktivitäten an. Es zeigt sich somit ein Theorie- und Technologie-Push.

2. Begeisterung

Ab dieser Phase treten neben rein theorie- oder technologieorientierten Forschern auch verstärkt Akteure aus der angewandten Forschung (Technische Hochschulen sowie öffentliche und private Forschungsinstitute) in Erscheinung. Zudem sind erste deutliche Entwicklungsanstrengungen bei vorwiegend kleineren technologieorientierten Unternehmen zu beobachten. Daraus resultiert ein signifikanter Anstieg sowohl an Patentanmeldungen als auch an Fachveröffentlichungen und wissenschaftlichen Publikationen. Auf die beschriebenen Sachverhalte werden sehr schnell risikoaffine Venture-Capital Geber aufmerksam und die Gründung von Start-ups beginnt. Erste Technik-Prototypen entstehen, einzelne Unternehmen treten mit sehr ambitionierten Produktideen und -konzepten in Erscheinung und Pilotanwendungen in Spezialmärkten werden projektiert. Die Publikums- und Massenmedien registrieren dies und beginnen, darüber umfangreich und äußerst positiv zu berichten. Im Ergebnis entsteht bei allen Akteuren ein euphorisches Gefühl in Hinblick auf die mögliche Leistungsfähigkeit und die Potenziale der neuen Technologie.⁵⁸ Die sich gerade in der Entwicklung befindlich erste Technik-Generation drückt in Richtung Anwendung und erzeugt dadurch einen Technik-Push.

3. Ernüchterung

Die nun in Technik manifestierte Technologie kommt in Pilotanwendungen zum Einsatz und wird zudem in Spezialmärkten nachgefragt.⁵⁹ Durch die Erfahrungen bei Innovatoren und „Early-Adopter“-Kunden wird deutlich, dass die breitere Vermarktung der ersten Technik-

⁵⁸ In der Terminologie von Gartner wird die Technologie „positiv gehypt“. Ihre Sichtbarkeit wird immer größer und erreicht auf den „Gipfel der überzogenen Erwartungen“ („Peak of Inflated Expectations“) das Maximum, vgl. *Fenn/Raskino* (2008), S. 7 ff.

⁵⁹ *Horx* (2008), S. 150, 155 f. weist darauf hin, dass neue Technologien in der Regel zunächst nur einer kleinen Elite zur Verfügung stehen. Deren Interessen und soziale Gewohnheiten, beeinflussen meist die Art und Weise, wie sich die Nutzung der Technologie weiter entwickelt.

Generation auf Grund eines ihr inhärenten Problems oder aus wirtschaftlichen Gründen oder wegen deutlich differierender Leistungs- und Nutzenerwartungen der Kunden in Massenmärkten⁶⁰ als nicht möglich erachtet wird bzw. unmöglich ist. In Folge werden in weiten Bereichen die Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten für diese Technik bzw. Technologie stark reduziert oder ganz eingestellt. Sowohl die Patentanmeldungen als auch die Fachpublikationen und die wissenschaftlichen Veröffentlichungen gehen zurück. Die Massenmedien berichten negativ und stellen die Berichterstattung sukzessive ein.⁶¹ Für die weitere Verbreitung der Technologie ist eine Diffusions- bzw. Adoptionslücke entstanden, was in Abbildung 6 aus dem Verlauf des Pfades (1) ersichtlich wird.

Falls im Zuge der ersten Umsetzungen und marktlichen Einsätze der Technologie keine signifikanten Probleme auftreten, entfällt die Phase der Ernüchterung und die Begeisterungsphase geht sofort in die Aufstiegs- und Diffusionsphase über. Dieser Entwicklungsverlauf tritt auf, wenn es sich um eine Technologie handelt, die leicht in Technik umgesetzt werden kann und dann von den verschiedenen Kundengruppen entsprechend ihrer unterschiedlichen Präferenzen sukzessive genutzt wird. In Abbildung 6 ist dieser Fall als Pfad (2) durch die gestrichelte Linie visualisiert, die dazu führt, dass sich als zweiter idealtypischer Verlauf dann eine große Glockenkurve mit insgesamt fünf Phasen herausbildet. Die gestrichelte Linie hat eine stärkere Steigung, falls eine Technologie schnell und leicht in einer großen Anzahl an Technikvarianten realisiert werden kann, die einen derartigen Nutzen bieten, dass sie rasch simultan von allen Kundengruppen adoptiert werden.⁶²

4. Neuorientierung

In dieser Phase findet durch die wenigen verbliebenen und mit neuen Ansätzen einsteigenden Akteure aus der Industrie und der angewandten Forschung eine Neuorientierung in Hinblick auf die Technologieumsetzung statt. Bei der Entwicklung der zweiten Technik-Generation werden neue Umsetzungswege beschritten und es wird intensiv versucht, eine verbesserte, modifizierte oder gänzlich andere Technik hervorzubringen, welche die Eigenschaften nicht mehr hat, die bei der ersten Technik-Generation die Einführung auf Massenmärkten verhindert hatte.⁶³ Gelingt dies, so steigen die Patentanmeldungen und die Fachpublikationen wieder sukzessive an. Im Zuge dieses Prozesses sehen abermals Venture-

⁶⁰ Moore (1996), S. 25 f., 28 f. arbeitet deutlich heraus, dass die im Technologieadoptionszyklus benachbarten Gruppen der Frühen Adoptoren (Early Adopters) und der Frühen Mehrheit (Early Majority) sich in Hinblick auf ihre Grundwerte und Bedürfnisse sehr stark unterscheiden. Bei den erstgenannten handelt es sich um Visionäre, wogegen die anderen Pragmatiker sind. Da zudem die Kommunikation zwischen diesen beiden Gruppen äußerst schwierig ist, entsteht bei der Diffusion von Hochtechnologien ein Abgrund (Chasm), der erst überwunden werden muss, damit sich die Technologie weiter verbreiten kann.

⁶¹ In der Terminologie von Gartner entsteht ein „Negativer Hype“, der dazu führt, dass die Sichtbarkeit der Technologie stark abnimmt, wodurch sie vom vorher erklommenen Aufmerksamkeitsgipfel in das „Tal der Ernüchterung“ („Trough of Disillusionment“) absteigt, vgl. Fenn/Raskino (2008), S. 7 ff.

⁶² Downes/Nunes (2014), S. 15 ff. haben den Begriff „Big Bang Disruption“ geprägt. Eine solche kann auftreten, wenn die neue Technologie Lösungen liefert, die von Anfang an sowohl besser als auch günstiger als die bisher angebotenen Produkte oder Dienstleistungen sind.

⁶³ Nach Horx (2008), S. 150, 156 ff. kommt es praktisch bei jeder Technologie zu „Adoptionskrisen“, die überwunden werden müssen.

Capital Geber ihre Chance und die zweite Runde für die Vergabe von Wagniskapital findet statt. Es kommt zu einem Technik-Push in Richtung Volumenmärkte und erste Kommerzialisierungsversuche in dortigen Nischen werden initiiert. In den Publikumsmedien finden diese Entwicklungen kaum Beachtung.

Gelingt es im Zuge der Neuorientierung nicht, eine massenmarkttaugliche Technik zu entwickeln, so führen die damit einhergehenden weiteren Fehlschläge und Kosten dazu, dass alle Akteure ihre FuE-Aktivitäten schließlich gänzlich zurückfahren. Im gleichen Maß gehen dadurch auch die Patentanmeldungen zurück, was in Abbildung 6 als Pfad (3) durch die gepunktete Linie visualisiert ist. Als dritter idealtypischer Verlauf bildet sich eine kleine Glockenkurve heraus, die deutlich macht, dass die Technologie in der vierten Phase nun bereits am Ende ihres Lebenszyklus angelangt ist. Trotz dieses Umstands wird sie aber in Spezialmärkten unter Umständen noch weiterhin eingesetzt.

5. Aufstieg und Diffusion

Die zweite Technik-Generation erfüllt die Anforderungen der Kunden in den Nischenmärkten, so dass diese in Produkte bzw. Verfahren inkorporiert wird und erste signifikante ökonomische Erfolge erzielt werden. Auf Grund der Übernahme der Technologie durch die Frühe Mehrheit ("Early Majority"-Kunden) und durch das große Umsatzpotenzial in den Massenmärkten angelockt, sorgt der Markt-Pull dafür, dass eine Vielzahl weiterer Unternehmen in Erscheinung tritt. Diese versuchen durch intensive FuE-Aktivitäten - oft in Kooperation mit Hochschulen für angewandte Wissenschaften - die Leistungsfähigkeit der neuen Technik zu steigern, um sich damit im Wettbewerb differenzieren zu können. In Folge steigen die Patentanmeldezahlen stark an und neue Produkte bzw. Verfahren werden vorgestellt. Das führt dazu, dass die Technologie wieder massiv in der Fachliteratur und nach einer Weile auch erneut in den Publikumsmedien auftaucht. Um die gewünschten Leistungsparameter zu erfüllen, entfaltet sich die industrielle FuE voll und es kommt zur Herausbildung eines dominanten Designs sowie zum Aufbau der für die breite Nutzung der Technologie notwendigen Infrastruktur. Auf der Anwenderseite beginnt ein intensiver Lernprozess, in dem sich die kognitiven Fertigkeiten und das Wissen zum massenhaften Umgang mit der Technologie herausbilden.⁶⁴

6. Reife

Da weitere Leistungssteigerungen nur noch sehr schwer realisiert werden können, versuchen die Unternehmen in dieser Phase über gezielte Entwicklungsaktivitäten die Kostensenkungspotenziale der Technologie auszuschöpfen. Durch die Arbeit an weiteren Technik- und Produkt- bzw. Verfahrens-Generationen steigen die Patentanmeldungen nochmals an und erreichen ihren Maximalwert. Die Aktivitäten von Universitäten, Hochschulen für angewandte Wissenschaften sowie Forschungsinstitute spielen in diesem Kontext nur noch eine unterge-

⁶⁴ Vgl. Horx (2008), S. 150 f.

ordnete Rolle. Nun ist auch die Späte Mehrheit („Late Majority“-Kunden)⁶⁵ zur Adoption der Technologie bereit und es erschließen sich nochmals umfangreiche neue Einsatzgebiete. Im Anwendungsbereich des dominanten Designs entscheidet vorrangig der Preis.

7. Alter

Da sukzessive alle relevanten Märkte für die Technologie durchdrungen und deren Leistungssteigerung- sowie Kostensenkungspotenziale ausgeschöpft sind, gehen schließlich die Entwicklungsaktivitäten der Unternehmen deutlich zurück. In der Konsequenz sinken die Patentanmeldezahlen stetig und nur noch die Adoptorengruppe der Nachzügler („Laggard“-Kunden)⁶⁶ bleibt als potenzielle Technologienutzer übrig. Die Berichterstattung über die Technologie ist in allen Medien zum Erliegen gekommen.

5. Zusammenfassung

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das neue integrative patentbasierte TLZ-Modell ein kosten- und zeiteffizientes, praxisgeeignetes Managementinstrument darstellt, das wichtige Hinweise darüber liefern kann, in welchem Stadium sich eine Technologie derzeit befindet und wie ihr weiterer Entwicklungspfad voraussichtlich sein wird.

Es konnten drei idealtypische Muster herausgearbeitet werden: 1. Hoch-Technologien durchlaufen in der Regel sieben Lebenszyklusphasen und weisen einen doppelgipfligen Kurvenverlauf mit zuerst einer kleinen und dann einer großen Glockenkurve auf. 2. Für Technologien bei denen kein grundsätzliches Problem zur massenmarktfähigen Realisierung auftritt, entfallen die Phasen der Ernüchterung und der Neuorientierung. Nach der Begeisterungsphase folgen sofort der Aufstieg und die Diffusion, so dass sich für den Gesamtverlauf der Technologie eine große Glockenkurve mit fünf Phasen herausbildet. 3. Eine kleine Glockenkurve mit vier Phasen weisen Technologien auf, bei denen der Lebenszyklus in der Neuorientierungsphase endet, da für sie die Massenmarkttauglichkeit nicht erreicht werden kann.

Die obigen Erkenntnisse können Unternehmen gezielt nutzen, um Erfolgspotenziale zu identifizieren, die grundsätzliche Richtung der eigenen technologischen Aktivitäten zu bestimmen, die wettbewerbsrelevanten Ressourcen aufzubauen, systematisch Wettbewerbsvorteile zu generieren und damit in Summe das langfristige Überleben des Unternehmens zu sichern.

⁶⁵ Zu den spezifischen Charakteristika der Späten Mehrheit (Late Majority) siehe *Moore* (1996), S. 27.

⁶⁶ Zu den spezifischen Charakteristika der Nachzügler (Laggrads) siehe *Moore* (1996), S. 27.

Literaturverzeichnis

- Achilladelis, B./Schwarzkopf, A./Cines, M.:* The dynamics of technological innovation: The case of the chemical industry, in: *Research Policy*, 1990, S. 1-34.
- Adams, M.:* Produktorientierte Bewertung der Einsatzmöglichkeiten innovativer Technologien, Hannover 1996.
- Andersen, B.:* The evolution of technological trajectories 1890-1990, in: *Structural Change and Economic Dynamics*, 1998, S. 5-34.
- Andersen, B.:* The hunt for S-shaped growth paths in technological innovation: a patent study, in: *Journal of Evolutionary Economics*, 1999, S. 487–526.
- Bradke, H./Cremer, C./Dreher, C./Ebersberger, B./Edler, J./Jochem, E./Krebs, A./Marscheider-Weidemann, F./von Oertzen, J./Radgen, P./Ruhland, S./Som, O.:* Developing an assessment framework for improving the efficiency of R&D and market diffusion of energy technologies, Forschungsbericht Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung, Karlsruhe 31.01.2007.
- Brodbeck, H.:* Strategische Entscheidungen im Technologie-Management – Relevanz und Ausgestaltung in der unternehmerischen Praxis, Zürich 1999.
- Campbell, R. S.:* Patent trends as a technological forecasting tool, in: *World Patent Information*, Nr. 5/1983, S. 137-143.
- Corsten, H./Gössinger, R./Müller-Seitz, G./Schneider, H.:* Grundlagen des Technologie- und Innovationsmanagements, 2. Aufl. München 2016.
- Downes, L./Nunes, P.:* Big Bang Disruption, in: *Harvard Business Review*, 3/2013a, S. 44-56.
- Downes, L./Nunes, P.:* Big Bang Disruption, in: *Harvard Business Manager*, 6/2013b, S. 64-76.
- Downes, L./Nunes, P.:* Big Bang Disruption – Strategy in the Age of devastating Innovation, New York 2014.
- Dreher, C./Frietsch, R./Hemer, J./Schmoch, U.:* Die Beschleunigung von Innovationszyklen und die Rolle der Fraunhofer-Gesellschaft, in: Bullinger, H.-J. (Hrsg.): *Fokus Innovation*, München 2006, S. 275-306.
- Ernst, H.:* Patentinformationen für die strategische Planung von Forschung und Entwicklung, Wiesbaden 1996.
- Fenn, J./Raskino, M.:* Mastering the Hype Cycle - How to Choose the Right Innovation at the Right Time, Boston 2008.

- Frietsch, R.:* Patente in Europa und der Triade - Strukturen und deren Veränderung, Studien zum deutschen Innovationssystem Nr. 9, 2007.
- Gerpott, T.:* Strategisches Technologie- und Innovationsmanagement, 2. Aufl. Stuttgart 2005.
- Grupp, H.:* Messung und Erklärung des Technischen Wandels, Berlin 1997.
- Haupt, R./Kloyer, M./Lange, M.:* Patent indicators for the technology life cycle development, in: *Research Policy*, 3/2007a, S. 387-398.
- Haupt, R./Kloyer, M./Lange, M.:* Patentstatistische Indikatoren für den Verlauf von Technologielebenszyklen, in: Tiefel, T. (Hrsg.): *Gewerbliche Schutzrechte im Innovationsprozess*, Wiesbaden 2007b, S. 51-69.
- Horx, M.:* Technolution – Wie unsere Zukunft sich entwickelt, Frankfurt a. M. 2008.
- Kröll, M.:* Methode zur Technologiebewertung für eine ergebnisorientierte Produktentwicklung, Dissertationsschrift, Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT), Stuttgart 2007.
- Merkle, E.:* Die Analyse technologischer Entwicklungen auf der Grundlage von Patentinformationen, in: Raffée, H./Wiedmann, K.-P. (Hrsg.): *Strategisches Marketing*, 2. Aufl. Stuttgart 1989, S. 391-418.
- Meyer-Krahmer, F./Dreher, C.:* Neuere Betrachtungen zu Technikzyklen und Implikationen für die Fraunhofer-Gesellschaft, in: Spath, D. (Hrsg.): *Forschungs- und Technologiemanagement*, München u.a. 2004, S. 27-35.
- Moore, G.:* *Crossing the Chasm - Marketing and Selling Technology Products to Mainstream Customers*, New York 1991.
- Moore, G.:* *Inside the Tornado - Strategies for Developing, Leveraging, and Surviving Hyper-growth Markets*, New York 1995.
- Moore, G.:* *Das Tornado-Phänomen*, Wiesbaden 1996.
- Perl, E.:* Grundlagen des Innovations- und Technologiemanagements, in: Strebel, H. (Hrsg.): *Innovations- und Technologiemanagement*, 2. Aufl. Wien 2007, S. 17-52.
- Pfeiffer, W./Weiß, E./Volz, T./Wettengl, S.:* Funktionalmarkt-Konzept zum strategischen Management prinzipieller technologischer Innovationen, Göttingen 1997.
- Ropohl, G.:* *Allgemeine Technologie - Eine Systemtheorie der Technik*, 3. Aufl. Karlsruhe 2009.
- Schmoch, U.:* Double-boom cycles and the comeback of science-push and market-pull, in: *Research Policy*, 7/2007, S. 1000-1015.

Schuh, G./Klappert, S./Schubert, J./Nollau, S.: Grundlagen zum Technologiemanagement, in: Schuh, G./Klappert, S. (Hrsg.): Technologiemanagement - Handbuch Produktion und Management 2, 2. Aufl. Berlin 2011, S. 33-54.

Servatius, H.-G.: Methodik des strategischen Technologie-Managements, Berlin 1985.

Sommerlatte, T./Deschamps, J.-P.: Der strategische Einsatz von Technologien – Konzepte und Methoden zur Einbeziehung von Technologien in die Strategieentwicklung des Unternehmens, in: Arthur D. Little (Hrsg.): Management im Zeitalter der strategischen Führung, 2. Aufl. Wiesbaden 1986, S. 37-76.

Spur, G.: Technologie und Management – Zum Selbstverständnis der Technikwissenschaft, München 1998.

Tetens, H.: Wissenschaftstheorie, München 2013.

Tiefel, T.: Technologielebenszyklus-Modelle - Eine kritische Analyse, in: ders. (Hrsg.): Gewerbliche Schutzrechte im Innovationsprozess, Wiesbaden 2007, S. 25-49.

Tiefel, T.: Die Nutzungspotenziale von Patenten im Technologie- und Innovationsmanagement, Nürnberg/Amberg 2008.

Tiefel, T./Fraas, A./Götz, B.: Patentbasierte Instrumente für das strategische Technologie- und Innovationsmanagement, Nürnberg 2009.

Tiefel, T./Frühbeißer, M.: Portfolio-Ansätze für das strategische Technologie- und Innovationsmanagement - Eine State-of-the-Art Analyse, Köln 2012.

Wolffgramm, H.: Allgemeine Techniklehre - Elemente, Strukturen und Gesetzmäßigkeiten, Neu strukturierte, ergänzte, erweiterte und aktualisierte Fassung 2012, Texte zur Technischen Bildung, Deutsche Gesellschaft Für Technische Bildung, <https://dgtb.de/wp-content/uploads/2018/11/Wolffgramm-Allgemeine-Techniktheorie-klein.pdf>, pdf-Datei heruntergeladen am 08.12.2018.

Wolfrum, B.: Strategisches Technologiemanagement, Wiesbaden 1991.

Autorenprofil

Prof. Dr. Thomas Tiefel



Professor für Betriebswirtschaftslehre mit den Lehr- und Forschungsschwerpunkten „Technologie- und Innovationsmanagement“ sowie „Strategisches Management“ an der Fakultät Maschinenbau/Umwelttechnik der Ostbayerischen Technischen Hochschule Amberg-Weiden und Verfasser zahlreicher wissenschaftlicher Publikationen und Studien.

E-Mail: t.tiefel@oth-aw.de

Homepage: www.oth-aw.de/tiefel