

# 1 Einleitung

Das vorliegende Buch gliedert sich in drei große Hauptkapitel. Das erste Hauptkapitel befasst sich mit der Darstellung von Grundlagen der Forschung und Entwicklung und der Innovationsforschung. Es werden vor allem notwendige Begriffe definiert, Klassifikationen eingeführt und Grundkonzepte der Innovationsforschung dargestellt. Das zweite Hauptkapitel stellt die Rahmenbedingungen dar, die Einfluss darauf nehmen, ob Unternehmen überhaupt Innovationen tätigen und mit welchem Erfolg. Will man verstehen, warum Innovationsprojekte von Unternehmen gelingen bzw. scheitern, so ist die Kenntnis der Rahmenbedingungen, unter denen der Innovationsprozess abläuft, unverzichtbar. Nachdem die wichtigsten Rahmenbedingungen vorgestellt sind, nimmt das dritte Hauptkapitel die unternehmensinterne Perspektive ein. Es werden ausgewählte Theorien, Konzepte und Methoden des Innovationsmanagements von Unternehmen vorgestellt.

Das vorliegende Buch nimmt eine ökonomisch-theoretische Perspektive ein. Die Bezugnahme auf Innovationstheorien und Konzepte aus anderen Wissenschaftsdisziplinen wie der Soziologie, der Psychologie und der Technikgeschichte kann nur sehr vereinzelt erfolgen. Ebenfalls ist das vorliegende Lehrbuch theoretisch-konzeptionell angelegt. Es bezweckt keine Einführung in statisch-ökonomische Methoden, obwohl diese in der empirischen Innovationsforschung immer wichtiger werden. Dabei wird die Darstellung immer um Herausforderungen und aktuelle Fragestellungen der Innovationsforschung und des Innovationsmanagements herum gruppiert. Die Darstellung ist also primär problem- und themenorientiert und nur sekundär methodenorientiert.

Das vorliegende Buch ist ein Lehrbuch für den Einsatz in der Hochschullehre, es soll Interesse am Innovationsthema wecken, Konzepte vorstellen, mit Theorien vertraut machen und Methoden darstellen. Es ist kein Handbuch für Praktiker, auch wenn diese durch die Lektüre vielleicht Anregungen erhalten könnten.

## 2 Grundlagen der Forschung und Entwicklung sowie der Innovationsforschung

### 2.1 Zentrale Begriffe

Nachfolgend werden vier zentrale Begriffe erläutert, die in der Innovationsforschung und für das Verständnis des vorliegenden Buches zentrale Bedeutung haben.

#### 2.1.1 Theorie, Technologie und Technik

**Theorien** sind der Versuch, mit Hilfe eines geordneten Aussagensystems die Realität zu erklären. Sie umfassen Ursache-Wirkungs-Aussagen. Für die Lösung praktischer Probleme sind jedoch Ziel-Mittel-Aussagen erforderlich. Solche Ziel-Mittel-Aussagen benennen Mittel bzw. Instrumente, die für die Realisierung bestimmter Ziele prinzipiell geeignet sind (vgl. Specht/Beckmann 1996, S. 14). Wir erhalten solche Aussagen durch Transformation von Ursache-Wirkungs-Aussagen in final-technologische Ziel-Mittel-Aussagen. Theorien sind also das Fundament für Technologien.

»Unter der **Technologie** ist allgemein ein Wissen zu verstehen, das zur Lösung praktischer Probleme geeignet ist.« (Specht/Beckmann 1996, S. 14). So verstandene Technologie umfasst Verfahrensregeln und Handlungsanleitungen, die zur Erreichung bestimmter Ziele empfohlen werden. Es handelt sich somit um ein »System von anwendungsbezogenen, aber allgemeingültigen Ziel-Mittel-Aussagen« (Chmielewicz 1979, S. 14, zit. nach Brockhoff 1999, S. 27).

Folgende Arten von Technologien sind zu unterscheiden: Schrittmacher-Technologien, Schlüsseltechnologien und Basis-Technologien (vgl. Brockhoff 1999, S. 33 f.):

- **Schrittmacher-Technologien** werden sich (voraussichtlich) erst zukünftig im Markt durchsetzen. Sie stellen den beteiligten Firmen hohe (latente) Wettbewerbsvorteile in Aussicht.
- Demgegenüber konnten sich **Schlüssel-Technologien** bereits im Markt etablieren. Sie ermöglichen den Unternehmen, die sie beherrschen, die Realisierung starker Wettbewerbsvorteile im gegenwärtigen Zeitpunkt.
- **Basis-Technologien** haben sich bereits seit längerem im Markt etabliert. Sie müssen von den relevanten Wettbewerbern als Grundvoraussetzung für eine erfolgreiche Teilnahme am marktlichen Wettbewerb beherrscht werden. Auf Basistechnologien

kann aber kein Unternehmen explizite Differenzierungs- und Wettbewerbsvorteile aufbauen (vgl. Gerybadze 2002, S. 67).

Diese Sichtweise drückt einen Technologie-Lebenszyklus aus, zu dessen Beginn eine Technologie Schrittmacherfunktion für den technischen Fortschritt besitzt sowie zukünftige Wettbewerbsvorteile verspricht und an dessen Ende sie zur Basistechnologie gereift ist. »Allerdings stellen sich solche Abläufe nicht gesetzmäßig ein. Sie sind vielmehr das Ergebnis handelnder Personen, die durch Forschungs- und Entwicklungsentscheidungen, Nachfrage nach Produkten, staatliche Auflagen usw. den Ablauf beeinflussen.« (Brockhoff 1999, S. 33).

Die konkrete Anwendung einer Technologie, z. B. in Produkten oder Produktionsprozessen, wird als **Technik** bezeichnet. Eine Technologie kann somit eine Menge potenzieller Techniken umfassen, Technologie ist die Lehre von den Techniken (vgl. Brockhoff 1999, S. 27).

Bei Techniken kann unterschieden werden zwischen Spitzentechnik und höherwertiger Technik. Für diese Begriffe sind vielfältige Abgrenzungsmöglichkeiten denkbar. Eine häufige Definition orientiert sich am Input, der für die Technikentwicklung erforderlich ist:

- Von **Spitzentechnik** wird gesprochen, wenn in der entsprechenden Branche ein Forschungs- und Entwicklungsanteil am Umsatz von mehr als 9 % üblich und erforderlich ist.
- **Höherwertige Technik** (auch hochwertige oder gehobene Technik genannt) wird demgegenüber Branchen mit einem Forschungs- und Entwicklungsanteil am Umsatz zwischen 3,0 % und bis zu 9 % zugeschrieben (vgl. EFI 2014, S. 218, 223).

Diese Definition hat eine Schwäche, denn Spitzentechnik bzw. höherwertige Technik wird nur anhand einer einzigen Kennzahl charakterisiert. Deshalb verwendet z. B. das U.S. Bureau of Labor Statistics eine Kombination von zwei Messgrößen, um Techniken zu charakterisieren und zu klassifizieren. Hierzu werden die beiden Indikatoren Forschungsintensität (Anteil der FuE-Ausgaben am Branchenumsatz) und Anteil des technisch-wissenschaftlichen Personals am gesamten Personalbestand einer Branche kombiniert. Spitzentechnik liegt gemäß dieser Klassifikation vor, wenn beide Messgrößen in einer Branche das Doppelte der Durchschnittswerte in der Volkswirtschaft als Ganzes übersteigen. Von höherwertiger Technik wird gesprochen, wenn diese Bedingung nicht erfüllt ist (vgl. Brockhoff 1999, S. 32).

Technik findet Einsatz in neuen Produkten und bei der Umsetzung neuer Produktionsprozesse, ist also Fundament für die Realisierung von Sachgütern und Dienstleistungen in entsprechenden Produktionsprozessen.

Zusammenfassend kann festgehalten werden: »Ein Produkt basiert in der Regel auf mehreren Techniken, die jeweils die praktische Anwendung von Technologien darstellen, die ihrerseits wiederum auf Theorien basieren.« (Specht/Beckmann 1996, S. 15). Eine zentrale Stellung hat die Technologie als Verbindungsglied zwischen Theorie und Praxis (Specht/Beckmann 1996, S. 14).

### 2.1.2 Invention versus Innovation

Innovation ist ein alltagssprachlich sehr häufig, fast schon inflationär verwendeter Begriff. Bei Innovationen geht es um etwas »Neuartiges«: Neue Produkte und Dienstleistungen, neue Produktionsverfahren, neue Vertrags- und Organisationsformen, neue Vertriebswege. Bereits diese Aufzählung zeigt, dass Innovation mehr ist als nur eine technische Neuerung. Der Innovationsbegriff darf nicht auf technische Lösungen verengt werden. Hauschildt ist nicht zu folgen, wenn er ausführt, dass Innovation »aus dem Zusammenwirken von Technik und Anwendung« erwächst (Hauschildt 1997, S. 13). Erschwerend kommt hinzu, dass Individuen Innovationen sehr unterschiedlich wahrnehmen und beurteilen. Einige Individuen sehen ein Produkt als sehr innovativ an, dem andere Individuen den Neuigkeitscharakter absprechen. Innovation ist somit kein objektiv messbarer, sondern auch ein subjektiv gefärbter Begriff (vgl. Voßkamp 2002, S. 64).

Im wissenschaftlichen Bereich ist der **Innovationsbegriff** mit definitorischen Problemen behaftet. Es gibt eine Vielzahl unterschiedlicher Definitionen. Hauschildt stellt einen Überblick über die Begriffsverwendung in der betriebswirtschaftlichen Literatur dar. Er nennt 18 verschiedene betriebswirtschaftliche Definitionen und zeigt die teilweise erheblichen Unterschiede zwischen ihnen auf (vgl. Hauschildt 1997, S. 4-6).

**Joseph A. Schumpeter** nimmt in seinem 1912 erstmalig erschienenen Buch »Theorie der wirtschaftlichen Entwicklung« eine pragmatische Definition vor. Schumpeter spricht in seinem Buch noch nicht von Innovation, sondern von der »Durchsetzung neuer Kombinationen«, die nicht regelmäßig und in kleinen Verbesserungsschritten des Bestehenden erfolgt, sondern diskontinuierlich auftritt (vgl. Voßkamp 2002, S. 64). Diskontinuität bedeutet: Sprunghafte Veränderung, Zerstörung alter Gleichgewichte, Ersetzung des Bestehenden durch das Neue. Für Schumpeter gibt es fünf Klassen von neuen Kombinationen:

- » 1. Herstellung eines neuen, d. h. dem Konsumentenkreise noch nicht vertrauten Gutes oder einer neuen Qualität eines Gutes.
2. Einführung einer neuen, d. h. dem betreffenden Industriezweig noch nicht praktisch bekannten Produktionsmethode, die keineswegs auf einer wissenschaftlich neuen Entdeckung zu beruhen braucht und auch in einer neuartigen Weise bestehen kann mit einer Ware kommerziell zu verfahren.
3. Erschließung eines neuen Absatzmarktes, d. h. eines Marktes, auf dem der betreffende Industriezweig des betreffenden Landes bisher noch nicht eingeführt war, mag dieser Markt schon vorher existiert haben oder nicht.
4. Eroberung einer neuen Bezugsquelle von Rohstoffen oder Halbfabrikaten, wiederum: gleichgültig, ob diese Bezugsquelle schon vorher existierte – und bloß sei es nicht beachtet wurde sei es für unzugänglich galt – oder ob sie erst geschaffen werden muss.
5. Durchführung einer Neuorganisation, wie Schaffung einer Monopolstellung (z. B. durch Vertrustung) oder Durchbrechen eines Monopols« (Schumpeter 1931, S. 100 f.).

Den Begriff der Innovation verwendet Schumpeter erst 1939 (vgl. Hauschildt 1997, S. 7). In der neueren innovationsökonomischen Literatur finden sich noch viele weitere Klassifikationen des Innovationsbegriffs.

### Nach dem Inhalt der Innovation

**Prozessinnovationen** sind »neuartige Faktorkombinationen, durch die die Produktion eines bestimmten Gutes kostengünstiger, qualitativ hochwertiger, sicherer oder schneller erfolgen kann. Ziel dieser Innovation ist die Steigerung der Effizienz« (Hauschildt 1997, S. 9). Beispiele für Prozessinnovationen sind die Einführung von Computer Integrated Manufacturing (CIM) in der herstellenden Industrie in den 1980er Jahren (gesteigerte Flexibilität bei der Bewältigung kleiner Fertigungslose) oder der Übergang von der Verwendung von 200 mm-Wafern auf 300mm-Wafer in der Herstellung von Halbleitern (Kostensenkung in der Halbleiterherstellung) bei Infineon.

Von Prozessinnovationen sind Produktinnovation zu unterscheiden: »Die **Produktinnovation** offeriert eine Leistung, die dem Benutzer erlaubt, neue Zwecke zu erfüllen oder vorhandene Zwecke in einer völlig neuartigen Weise zu erfüllen.« (Hauschildt 1997, S. 9) Eine erfolgreiche Produktinnovation war in den 1980er Jahren die Markteinführung der ersten Mobiltelefone, die erstmalig Telekommunikation mit der Mobilität der Nutzer verbanden oder vor einigen Jahren die Einführung von Blu-Ray-Abspielgeräten. Um eine erfolversprechende technische Erfindung in ein marktgängiges Produkt umzusetzen, sind vielfältige Schritte erforderlich. Es müssen Investitionen für die Fertigungsvorbereitung und die Markterschließung getätigt werden, nachfolgend müssen Produktion und Marketing gestartet und Vertriebskanäle aufgebaut werden. Hieran wird ersichtlich, dass Innovationen nicht nur eine technische, sondern auch eine betriebswirtschaftliche Seite haben.

Eine weitere Unterscheidung bei Produktinnovationen ist die zwischen **Sachgut- und Dienstleistungsinnovationen**, wobei letztere oftmals durch Besonderheiten im Vergleich zu Sachgutinnovationen gekennzeichnet sind. Häufig führt die Kombination von einem Sachgut mit innovativen Dienstleistungen zu neuartigen Problemlösungen und damit zu Innovation. Ein Beispiel für letzteres ist die Bündelung einer verkauften Werkzeugmaschine mit einem darauf abgestimmten Dienstleistungskonzept für Finanzierung, Beratung und After Sales Service als umfassende Problemlösung aus der Hand eines Anbieters (vgl. Burr/Stephan 2006).

Ein wesentlicher Unterschied zwischen Produkt- und Prozessinnovationen ist in folgendem Punkt zu sehen: Produktinnovationen werden im Markt durchgesetzt. Prozessinnovationen werden in der Regel innerbetrieblich durchgesetzt, wenn man den Fall, dass das Unternehmen seine erfolgreich realisierten Prozessinnovationen anderen Unternehmen am Markt anbietet, aus der Betrachtung ausblendet. Charakteristisch für Produktinnovationen ist, dass sie größere Durchsetzungsprobleme aufweisen als Prozessinnovationen: Für Produktinnovationen müssen Märkte geschaffen und zahlungsbereite Käufer gewonnen werden, während Prozessinnovationen von der Unternehmensleitung im Unternehmen durch Anordnung durchgesetzt werden können (vgl. Hauschildt 1997, S. 11).

Die Unterscheidung zwischen Produkt- und Prozessinnovationen ist allerdings nicht trennscharf: Oft braucht es für Produktinnovationen die Einführung neuer Fertigungsprozesse im Unternehmen, also die Einführung von Prozessinnovationen zur Ermöglichung von Produktinnovationen. Und bei Dienstleistungsinnovationen sind Produkt- und Prozessinnovationen nicht trennbar, sondern vielmehr identisch (vgl. Hauschildt 1997, S. 11).

Nach dem Grad der Neuartigkeit, d. h. dem Innovationsgrad

Hier wird in der Literatur unterschieden z. B. zwischen revolutionären und evolutionären Innovationen oder zwischen radikalen und inkrementalen Innovationen. **Revolutionäre bzw. radikale Innovationen** schaffen gänzlich neue Produkte und Dienstleistungen und somit neue Märkte. **Evolutionäre bzw. inkrementale Innovationen** bestehen aus graduellen Verbesserungen und kleinen Neuerungen an bestehenden Produkten und Dienstleistungen. Das sind allerdings nur sehr grobe Unterscheidungen, die mit großen Abgrenzungsproblemen verbunden sind (vgl. auch Voßkamp 2002, S. 65). Es fehlen objektive Maßgrößen und klare Regeln für die verlässliche Einordnung einer Innovation in eine der beiden Kategorien (vgl. auch Hauschildt 1997, S. 12). Zur groben Beurteilung des Innovationsgrades kann auf einzelne, möglichst objektiv messbare Messwerte abgestellt werden: Geschwindigkeit, Größe, Temperaturresistenz, Geräuschverminderung, Platzersparnis bzw. Grad der Miniaturisierung, Minderung des Energieverbrauchs etc. Ein wichtiger Indikator sind auch auffällige Veränderungen in den ökonomischen Effekten gegenüber dem bisher Bekannten: Sprunghafte Produktivitätssteigerung, Kostensenkung oder Flexibilitätserhöhung (vgl. Grupp 1994, S. 178 ff.).

### 2.1.3 Der Innovationsprozess (Innovation i. w. S.)

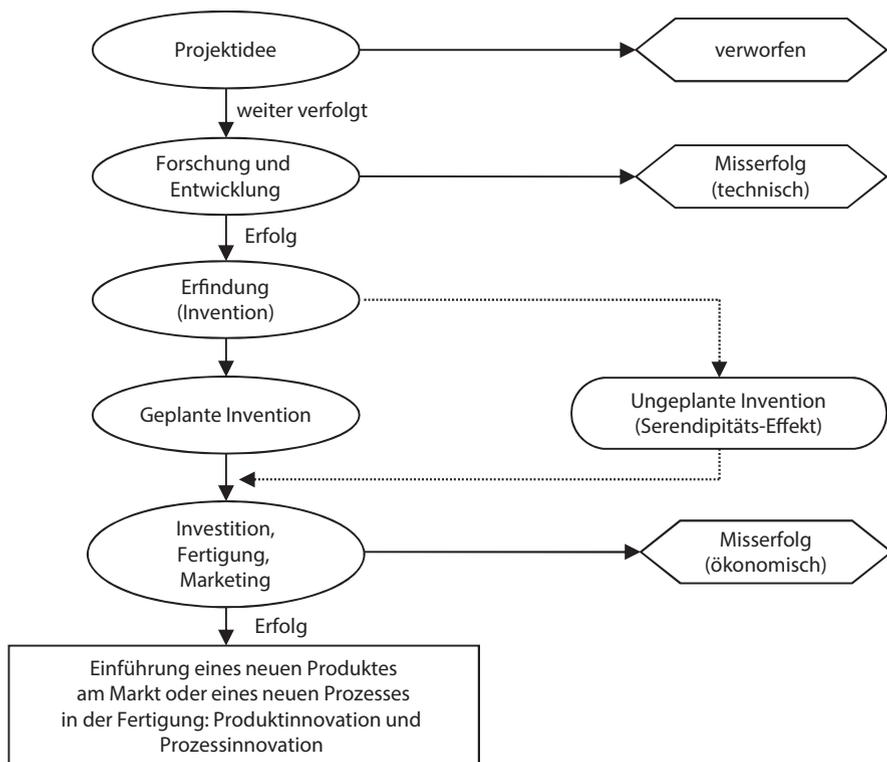
Man kann sich dem Begriff und dem Wesen der Innovation am besten nähern, indem man den Begriff des Innovationsprozesses einführt (vgl. hierzu auch Voßkamp 2002, S. 64). Innovationsprozesse sind gesamtwirtschaftliche oder betriebswirtschaftliche Prozesse, die auf die Generierung und Durchsetzung von Innovationen abzielen (vgl. zum Folgenden Voßkamp 2002). **Ein Innovationsprozess (Innovation i. w. S.)** wird idealtypisch in drei Phasen unterteilt: die Inventionsphase, die Innovationsphase (Innovation i. e. S.) und die Diffusionsphase.

Eine **Invention** kann näherungsweise definiert werden als eine Idee, die etwas Neuartiges darstellt. Eine Invention in diesem Sinne ist z. B. eine technische Erfindung (so auch die Begriffsverwendung bei Specht/Beckmann 1996, S. 15). Eine Invention entsteht durch vorausgegangene Forschung und Entwicklung, die das Unternehmen durchgeführt hat (vgl. Specht/Beckmann 1996, S. 15).

**Innovation (i. e. S.)** ist demgegenüber die ökonomische Nutzung der Invention, also z. B. die Umsetzung der Technologie bzw. technischen Erfindung in ein marktgängiges Produkt oder der Einsatz der Technologie in den Leistungserstellungsprozessen des

Unternehmens. Von Innovation wird also nur gesprochen, wenn die Invention marktlich verwertet oder innerhalb des Unternehmens genutzt und eingesetzt wird (vgl. Hauschildt 1997, S. 7). Produktinnovationen und Prozessinnovationen sind zur Innovation im engeren Sinne zu rechnen (vgl. Brockhoff 1999, S. 37). Ein Beispiel: Fuzzy Logic ist eine Steuerungs- und Regelungstechnik, die in den letzten Jahren zunehmende Beachtung gefunden hat. Die Umsetzung dieser Invention in ein marktgängiges Produkt findet sich z. B. bei neuen Waschmaschinenenerationen, die mit Hilfe von Fuzzy Logic eine besonders schonende Wäsche ermöglichen und Handwäsche simulieren können.

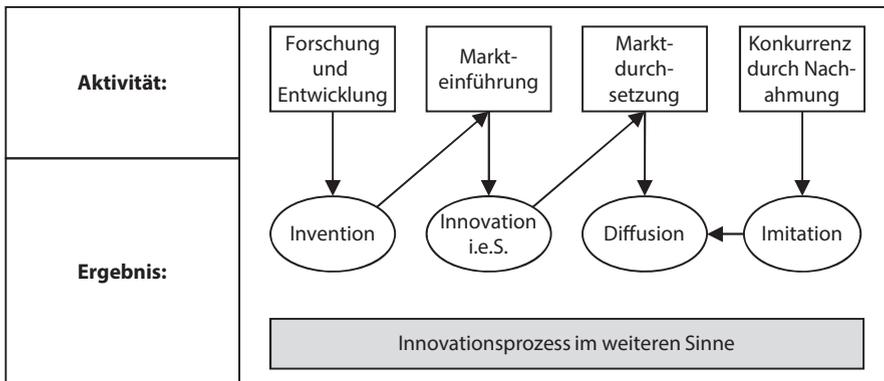
Die **Abgrenzung vor allem zwischen Invention und Innovation** ist sehr schwierig. Wo genau endet die neue Idee bzw. technische Erfindung, wo beginnt ihre ökonomische Umsetzung? Specht und Beckmann warnen davor, dass die begriffliche Abgrenzung von Invention und Innovation i. e. S. nicht zu einer isolierenden Betrachtung dieser beiden, eng zusammenhängenden Phasen des Innovationsprozesses führen darf: »Jede Innovation i. e. S. setzt eine Invention voraus. Umgekehrt ist jede Invention auf die Erfahrungen aus den Markteinführungs- und Nutzungsphasen bisheriger Produkte angewiesen« (Specht/Beckmann 1996, S. 15). Den Versuch einer Abgrenzung von Invention und Innovation (i. e. S.) macht Abbildung 1.



**Abb. 1:** Zusammenhang der Begriffe Invention und Innovation (Quelle: Brockhoff 1999, S. 36)

Eine **ungeplante Erfindung** kann zum Beispiel aufgrund von zufälligen Ereignissen und unvorhergesehenen Ergebnissen von Laborversuchen oder als unbeabsichtigtes Nebenprodukt von anderen Forschungsanstrengungen mit anderen Forschungsinhalten und Zielsetzungen gelingen, wie dies z. B. bei der zufälligen Entdeckung der Röntgenstrahlung oder den potenzfördernden Eigenschaften des Wirkstoffs Sildenafil (Viagra) der Fall war. Man spricht dann vom Auftreten eines Serendipitäts-Effektes. Tatsächlich kommen Erfindungen oft nicht geplant und intendiert zustande, sondern zufällig. Dies spiegelt die dem Forschungsprozess inhärente Ungewissheit wider (vgl. Brockhoff 1999, S. 35).

Die **Diffusion** bezeichnet die weitere Verbreitung der Neuerung, sie folgt auf die Innovation im engeren Sinne (vgl. Brockhoff 1999, S. 37). Die Diffusion bezeichnet die Ausbreitung der Innovation im Markt bzw. Unternehmen. Die Diffusionsphase beginnt mit der erstmaligen Übernahme (Adoption) der Produktinnovation durch einen Konkurrenten oder mit ihrer Imitation durch einen Konkurrenten bzw. bei Prozessinnovationen mit der Übernahme durch eine weitere Produktionsstätte des eigenen Unternehmens.



**Abb. 2:** Der Innovationsprozess im weiteren Sinne (Quelle: Brockhoff 1999, S. 38)

Unstrittig ist, dass der **Innovationsprozess (Innovation i. w. S.)** wenigstens die Phasen von der Invention bis zur Einführung des neuen Produktes in den Markt bzw. des neuen Verfahrens in die Fertigung umfassen muss. Ob der Diffusionsprozess auch zum Innovationsprozess zu rechnen ist, ist fraglich und umstritten. Nach Ansicht von Hauschildt liegt hier eine Aufgabenstellung vor, die von den vorhergehenden Aufgabenstellungen stark abweicht. »Irgendwann muss das Innovationsprojekt in tägliche Routine überführt werden. Dieses ist der Zeitpunkt, an dem die Zuständigkeit des Innovationsmanagements endet und die des funktional oder divisional zuständigen Managements beginnt.« (Hauschildt/Salomo 2011, S. 21). Hauschildt und Salomo sprechen hier von Routinemanagement und »Entscheidungen des betrieblichen Routinebetriebs und deren Durchsetzung« (Hauschildt/Salomo 2011, S. 34) in Abgrenzung zum Innovationsmanagement, das auf die Hervorbringung von Neuerungen abzielt.

Während die betriebswirtschaftliche Innovationsforschung die Untersuchung des Innovationsprozesses mit der Einführung des Produktes in den Markt bzw. des Fertigungsprozesses im Unternehmen meistens beendet, untersucht die volkswirtschaftliche Innovationsforschung in stärkerem Maße den Diffusionsprozess der Innovation im Markt.

Den gesamten Innovationsprozess (Innovation i. w. S.) stellt Abbildung 2 dar. Die Darstellung des Innovationsprozesses sollte nicht als eine notwendige zeitliche Sequenz, als zwingende Abfolge von Aktivitäten angesehen werden. So werden in der Praxis Teilschritte überlappend gestaltet oder laufen zeitlich parallel ab, um Innovationsprozesse zu beschleunigen (vgl. Brockhoff 1999, S. 43 f.). Beispielsweise ist es in der Automobilindustrie üblich, zum Zeitpunkt der Markteinführung eines neuen PKW-Modells bereits mit der Entwicklung des Nachfolgemodells zu beginnen, obwohl das neu eingeführte Modell noch mindestens eine größere Überarbeitung vor sich hat.

### 2.1.4 Zur Unterscheidung von Forschung und Entwicklung

Die Begriffe **Forschung und Entwicklung (FuE)** werden in Wissenschaft und Praxis uneinheitlich definiert. Verbindendes Merkmal ist, dass FuE der Weiterentwicklung bestehenden und/oder der Schaffung neuen Wissens dienen (so auch Specht/Beckmann 1996, S. 15). Nachfolgend wird die Betrachtung auf natur- und ingenieurwissenschaftliches Wissen verengt.

Unter dem Aspekt des Anwendungsbezuges bzw. der Anwendungsnähe kann unterschieden werden in Grundlagenforschung, Technologieentwicklung, Vorentwicklung sowie Produkt- und Prozessentwicklung (vgl. hierzu Specht/Beckmann 1996, S. 16).

#### 1) Grundlagenforschung

Die Grundlagenforschung bezweckt die Gewinnung neuer wissenschaftlicher und technologischer Erkenntnisse. Sie ist nicht an der direkten Umsetzbarkeit des Wissens in marktgängige Produkte und auf einen konkreten wirtschaftlichen Zweck hin orientiert. Beispiele für Grundlagenforschung sind die Erforschung von Elementarteilchen (Quarks, Neutrinos etc.) in unterirdischen Speicherringen am Cern in Genf, die Erforschung der Kernfusion oder die Forschung an Materialien und Werkstoffen mit neuen Eigenschaften, deren Anwendungspotenzial noch überhaupt nicht ersichtlich ist. Grundlagenforschung ist markt- und anwendungsfern. Die Ergebnisse der Grundlagenforschung sind im Allgemeinen nicht patentierbar. Die amerikanische National Science Foundation (NSF) definiert Grundlagenforschung wie folgt: Ziel ist »a fuller knowledge or understanding of the subject under study, rather than a practical application thereof«. Diese Definition wird von der NSF in einer späteren Publikation präzisiert: »To take into account industrial goals, NSF modifies this definition for the industry sector to indicate that basic research advances scientific knowledge not having specific commercial objectives, although such investigations may be in fields of present or potential interest to the reporting company.« (Rosenberg 1990, S. 171). Damit wird

deutlich, dass die Unterscheidung zwischen Grundlagenforschung und angewandter Forschung nicht anhand der Ziele des Forschers getroffen werden kann, sondern anhand der Art der erzielten Forschungsergebnisse.

Das Ergebnis der Grundlagenforschung ist nicht ein fertiges Endprodukt, das auf dem Markt einen Preis erzielt. Output der Grundlagenforschung ist eine Form von neuem Wissen, also ein geistiges Zwischenprodukt, das vielleicht (!) eine zukünftige Rolle spielen wird bei der Erfindung eines Endproduktes (vgl. Rosenberg 1990, S. 168 f.). Generell gilt, dass die Pfade von Grundlagenforschung zu ihrer Umsetzung in Anwendungen kompliziert sind (so auch Pavitt 2000, S. 3): »[...] the route from discovery to application is often long and tortuous, involving the movement of knowledge, techniques and instruments from one discipline to another. All this makes the forecasting and planning of applications of basic research a difficult, if not impossible task.« (Pavitt 2000, S. 11) Die Dynamik des Zusammenspiels von Grundlagen- und Anwendungsforschung ist sehr schwer nachvollziehbar und die genauen Zusammenhänge sind schwer eruierbar.

Auf Gewinnerzielung ausgerichtete Unternehmen betreiben in der Regel keine Grundlagenforschung (vgl. Specht/Beckmann 1996, S. 16). Die Ergebnisse der Grundlagenforschung haben im Allgemeinen den Charakter eines öffentlichen Gutes, d. h. andere Unternehmen sind von seiner Nutzung nicht ausschließbar (die Ergebnisse der Grundlagenforschung stehen allen Unternehmen und Forschungsinstitutionen offen) und es herrscht Nichtrivalität im Konsum, d. h. die Grenzkosten der Versorgung eines weiteren Nutzers mit den Ergebnissen der Grundlagenforschung sind minimal, im Idealfall gleich null. Bei öffentlichen Gütern versagt aber die Bereitstellung über den Markt unter Nutzung des Preismechanismus. Daher wird Grundlagenforschung vor allem von staatlichen Institutionen und privaten Organisationen ohne Erwerbzweck finanziert und betrieben. Träger der Grundlagenforschung sind in Deutschland z. B. Universitäten, die Max-Planck-Gesellschaft, die Helmholtz Gesellschaft und private Forschungsinstitute wie das Batelle-Institut (vgl. Specht/Beckmann 1996, S. 16 f.). Die Ausführungen in Kapitel 2.2.3 werden zeigen, dass Grundlagenforschung unter bestimmten Bedingungen aber auch von privaten, gewinnorientierten Unternehmen betrieben wird.

### 2) Technologieentwicklung

Anstelle des Begriffes Technologieentwicklung wird auch oft von »angewandter Forschung« gesprochen. Die National Science Foundation (NSF) definiert angewandte Forschung als »knowledge or understanding necessary for determining the means by which a recognized and specific need may be met« (vgl. zu diesen Definitionen der NSF auch Rosenberg 1990, S. 170). Technologieentwicklung baut auf den Ergebnissen der Grundlagenforschung auf. Sie beabsichtigt die Gewinnung oder Weiterentwicklung technologischen Wissens, das der Lösung praktischer Probleme dienen soll. Es werden die Ergebnisse der Grundlagenforschung mit Anwendungsproblemen, anwendungsorientiertem Wissen und praktischer Erfahrung konfrontiert und zusammengeführt.